



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA EN TRANSPORTE**

**TESIS**

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE ENCUESTAS DE PREFERENCIA  
DECLARADA PARA EL PROYECTO TRANSPORTE POR CABLES EN EL  
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.”**

**REALIZADO POR:**

**ING. RINA PAOLA QUINTANA VILLACIS.**

**DIRIGIDA POR:**

**ING. FREDI PAREDES VÁSQUEZ.**

**COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE  
MAGÍSTER EN INGENIERÍA DE TRANSPORTES**

**QUITO, ENERO 2017**

## **DECLARACIÓN**

Yo, RINA PAOLA QUINTANA VILLACIS, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador – PUCE, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Rina Paola Quintana Villacis

C.C. 1707062483

## **DEDICATORIA**

A Dios por permitirme vivir cada día con total intensidad y lograr mis objetivos, cumplir mis sueños y caminar de tu mano. Eres maravilloso y tu infinito amor es mi lección de vida.

A mi padre, Rodrigo gracias por permitirme vivir en libertad y realizar mis propias elecciones, por tu ejemplo de trabajo y bondad hacia el prójimo. Por ti aprendí que hacer algo bueno por los demás, siempre será la mejor elección.

A mi madre, Magdalena por su apoyo incondicional en cada una de mis decisiones, por tu ejemplo de alegría, respeto, honestidad, humildad y generosidad. Ojalá algún día pueda llegar a acercarme a ser la mujer que eres.

A mis hermanos por ser la luz de mis días, crecemos en diferentes direcciones, la distancia nos separa pero somos uno solo, siempre estaremos unidos por el corazón, los amo.

A ti Esteban por escuchar mis pensamientos, por compartir mis sueños, por convivir con mis defectos y por tu amor entregado durante este tiempo.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecimiento a Dios por permitirme a lo largo de este proceso tener la fortuna de contar con personas que me han entregado su apoyo, a quienes quisiera expresar mi infinito agradecimiento.

A Fredi Paredes por haber confiado en mis capacidades y guiarme en los pasos que debía seguir, por tener siempre una sonrisa y el tiempo para escucharme, sin usted Fredi esto no hubiese sido posible.

A los profesores que compartieron su conocimiento, y paciencia durante el período de enseñanza en las clases de maestría, gracias por el tiempo brindado, por sembrar en mí más amor al transporte.

A Alex Pérez, Francisco Izurieta, Henry Acurio, Juan Pablo Díaz, José Bedón, Paúl León, Henry Vilatuña por enseñarme, apoyarme y regalarme lo mejor de cada uno.

A mi junior, Byron Guamán por su tiempo, dedicación en el camino recorrido, por cada sonrisa, alegría y ánimo, sin ti esto no sería igual.

A los chicos que trabajaron conmigo en el levantamiento de las encuestas: Marcelo, Bryan, los chiquitos, gracias por regalarme tantos buenos momentos y dejarme compartir la pureza de su juventud.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1. CONCEPTOS GENERALES</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Introducción y Justificación</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Alcance</b>	<b>3</b>
<b>1.3. Objetivo general.</b>	<b>4</b>
<b>1.4. Objetivos específicos</b>	<b>5</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	<b>6</b>
<b>2.1. Diagnóstico del Sector Transporte Terrestre.</b>	<b>6</b>
2.1.1. Transporte terrestre de pasajeros en Ecuador	6
<b>2.2. Línea base en movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito.</b>	<b>8</b>
2.2.1. Transporte, y desplazamientos en el Distrito Metropolitano de Quito.	9
<b>2.3. Proyecto Transporte por cables en el Distrito Metropolitano de Quito.</b>	<b>12</b>
<b>2.4. Experiencias de transporte por cables en Latinoamérica.</b>	<b>13</b>
2.4.1. Metrocables Medellín	13
2.4.2. Mío Cable, Cali	15
2.4.3. MetroCable de San Agustín, Caracas	16
2.4.4. La Paz- El Alto: el viejo sueño de tener un teleférico	17
2.4.5. Complexo do Alemão, Rio de Janeiro	18
<b>2.5. Encuestas para proyectos de transporte</b>	<b>20</b>
2.5.1. Clasificación de las encuestas	22
<b>2.6. Características de encuestas de preferencia declarada</b>	<b>23</b>
<b>2.7. Modelación de elección discreta, modelos logit.</b>	<b>25</b>
<b>3. METODOLOGÍA</b>	<b>28</b>
<b>3.1. Universo y Tamaño de la muestra para la aplicación de la encuesta.</b>	<b>28</b>
<b>3.2. Análisis Espacial</b>	<b>31</b>
<b>3.3. Estimación de tiempos de viaje</b>	<b>34</b>
<b>3.4. Levantamiento de datos en campo</b>	<b>35</b>
<b>3.5. Segmentación de la Población</b>	<b>36</b>
<b>4. PROPUESTA DE ENCUESTA Y CALIBRACIÓN</b>	<b>37</b>

<b>4.1.</b>	<b>Calibración de la Encuesta</b>	<b>39</b>
<b>4.2.</b>	<b>Capacitación a encuestadores</b>	<b>42</b>
<b>4.3.</b>	<b>Conteo Pantalla</b>	<b>42</b>
<b>4.4.</b>	<b>Procesamiento de los datos</b>	<b>44</b>
4.4.1.	Interpolación	45
4.4.2.	Extrapolación	45
4.4.3.	Determinación de la cantidad semanal	45
4.4.4.	Determinación de la proyección anual	46
4.4.5.	Administración de la encuesta	47
<b>5.</b>	<b><i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i></b>	<b>48</b>
<b>5.1.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>48</b>
<b>5.2.</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>49</b>
<b>6.</b>	<b><i>BIBLIOGRAFÍA</i></b>	<b>51</b>
<b>7.</b>	<b><i>ANEXOS</i></b>	<b>54</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Consumo Anual de Energía del Sector Transporte. ....	2
Figura 2. Ubicación geográfica de Quito Cables.....	4
Figura 3. Consumo por tipo de transporte. ....	7
Figura 4. Modos de transporte.....	8
Figura 5. Aspectos del servicio de transporte de pasajeros. ....	9
Figura 6. Modos de transporte en el DMQ.....	10
Figura 7. Desplazamientos en transporte público al hipercentro de Quito.....	10
Figura 8. Desplazamientos en transporte privado al hipercentro de Quito .....	11
Figura 9. Evolución del parque automotor. ....	11
Figura 10. Transporte Masivo .....	12
Figura 11. Metro cable Medellín .....	13
Figura 12. Líneas de Metro cable en el sistema Metro.....	14
Figura 13. Líneas de Metro cable en el sistema Metro.....	15
Figura 14. Metro cable de San Agustín, Caracas .....	16
Figura 15. Líneas de Metro cable, La Paz .....	18
Figura 16. Comunidades de Complexo do Alemão y la línea de teleférico .....	19
Figura 17. Vânia Regina Amorim da Silva .....	20
Figura 18. Proceso de encuestas .....	25
Figura 19. Metodología del proyecto .....	28
Figura 20. Zonas detalladas de estudio para proyecto transporte por cables dentro del Distrito Metropolitano de Quito. ....	31
Figura 21. Ubicación en Sector Norte del proyecto transporte por cables.....	32
Figura 22. Ubicación en Sector Centro del proyecto transporte por cables. ....	33
Figura 23. Ubicación en Sector Sur del proyecto transporte por cables.....	33
Figura 24. Ubicación en Sector Valles del proyecto transporte por cables. ....	34
Figura 25. Formato de Encuesta de preferencia declarada.....	38
Figura 26. Gráfico de tarjetas. ....	42
Figura 27. Calendario de pico y placa. ....	43

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores para diferentes niveles de confianza .....	29
Tabla 2. Matriz Origen - Destino en zonas de influencia .....	30
Tabla 3. Niveles de variables independientes.....	40
Tabla 4. Línea Argelia - Conocoto .....	41
Tabla 5. Descripción del número de buses de acuerdo al horario .....	44
Tabla 6. Descripción de la ocupación de los buses de acuerdo al horario .....	44

## CAPITULO I

### 1. CONCEPTOS GENERALES

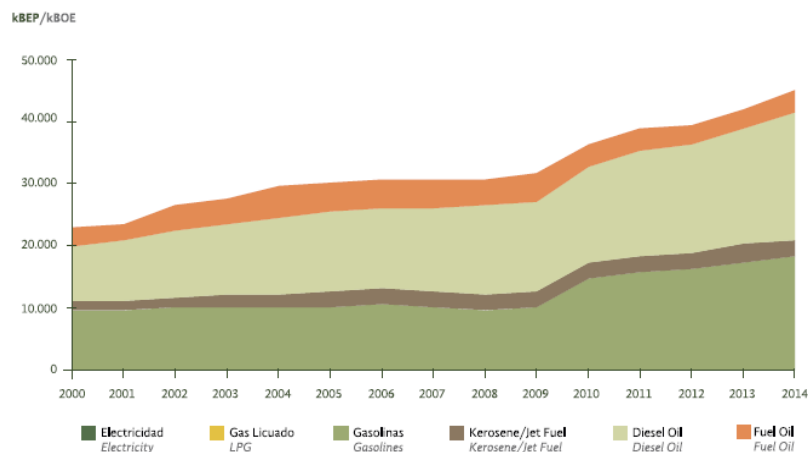
#### 1.1. Introducción y Justificación

"Lo que no se puede medir no se puede controlar, lo que no se puede controlar no se puede administrar". (Drucker, 1971)

La movilidad de personas es un servicio altamente demandado a nivel mundial, debido a que todos los procesos de la cadena productiva involucran un proceso de transporte, es por ello que el transporte constituye una rama productiva esencial para el funcionamiento de todo sistema económico, al entender el transporte como un servicio intermedio indispensable para la realización de múltiples actividades y la satisfacción de diversas necesidades.

Por lo antes mencionado, el sector Transporte es un ente fundamental en la dinamización de la economía ecuatoriana. De acuerdo a cifras oficiales publicadas en el más reciente balance energético nacional (año base 2014), el transporte es el sector que más consume energía en el Ecuador, cerca del 42% de la demanda energética anual (Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos, 2015).

Además, en el Ecuador el sector con mayor demanda de energía es el Transporte. La tasa de crecimiento anual en consumo de energía de este sector, se calcula en aproximadamente 7% con referencia a los dos últimos años reportados (2014/2013), y para los últimos 10 años se tiene una tasa anual de crecimiento promedio de 4% (Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos, 2015), ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**



**Figura 1. Consumo Anual de Energía del Sector Transporte.**  
**Fuente. (Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos, 2015)**

En el Ecuador las principales ciudades en cuanto a crecimiento han sido Quito y Guayaquil, es así que, en las últimas décadas, el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) ha sufrido un crecimiento ineludible de la población (situación demográfica). Se ha observado un crecimiento principalmente por densificación y por otra parte, ha acontecido un crecimiento irregular en extensión hacia las montañas con altas pendientes, las cuales han sido ocupadas de manera desordenada, es decir, poca o inexistente planificación y con poca continuidad en la trama vial, lo que se traduce también como una configuración vial desordenada.

Para enfrentar este problema de transporte la alcaldía del DMQ ha desarrollado de manera continua una planificación que mantiene principios, políticas y objetivos que van encaminados a la solución de movilidad en el Distrito. Dentro de esta serie de procesos de planificación se ha desarrollado el Plan Maestro de Movilidad del 2009 y el Plan Maestro de Transporte y Vialidad del 2012, Planes Estratégicos de las diferentes administraciones municipales, que sirven de guías para el estudio y planeamiento de nuevos proyectos y acciones en este ámbito.

Se han desarrollado proyectos de movilidad en pro de mejorar los problemas que enfrenta la ciudad tales como el proyecto Metro de Quito (año 2011), proyecto de transporte por cables (año 2015), entre otros.

Actualmente se encuentra en desarrollo la propuesta de un proyecto importante para el mejoramiento del transporte público en sectores de poca cobertura y con especiales condiciones topográficas, con la implementación de un sistema de transporte por cables

que movilicen a las personas desde los sitios alejados del hipercentro de la ciudad y con poca accesibilidad vehicular.

Este innovador proyecto de construcción es un transporte por cables (sistema similar a un teleférico), que funcionaría como solución para integración de las comunas periféricas con el resto de la ciudad. Dicho proyecto ha sido desarrollado tomando el modelo del Metrocable de Medellín, utilizando corredores aéreos que amplían el área de influencia de movilidad, garantizando la integración y rapidez al utilizar los diversos modos de transporte.

Para este fin, y para poder entender el comportamiento y aceptación de la ciudadanía a este nuevo proyecto, se aplican a los usuarios del sistema de transporte, encuestas denominadas "de preferencia", las cuales utilizan las manifestaciones de los usuarios del sistema (preferencias declaradas) para conocer la forma en que actuarían en diversas situaciones.

Mediante la técnica de preferencias declaradas se utilizan un conjunto de preguntas para construir una serie de alternativas hipotéticas que son presentadas a personas del grupo de interés, quienes indican cómo responderían ante las situaciones propuestas si se presentaran en la realidad.

Las respuestas de los usuarios a la encuesta de preferencia declarada son utilizadas para estimar modelos de comportamiento (modelización de transporte), que representan la forma en la cual los usuarios eligen una alternativa de viaje de acuerdo con los atributos asociados al servicio de transporte (tarifa, tiempo, seguridad, comodidad y otros). Siendo las encuestas de preferencia declarada una herramienta de investigación adecuada. (Espino, Ortúzar, & Román, 2004)

## **1.2. Alcance**

El presente proyecto de tesis culminará con la propuesta de diseño de encuestas de preferencia declarada. La mencionada propuesta podrá ser utilizada dentro del proyecto "Transporte por cables en barrios altos" que se desarrollará en el Municipio del DMQ, en cuatro puntos de estudio como se observa en la Figura 2:

**Norte:  
Pisulí-La Roldós**

Un metrocable saldrá desde Pisulí (4,3 km longitud) y otro de La Roldós (3,7km), para llegar a la Ofelia, en donde los usuarios pueden enlazarse con el Corredor Central Norte. Esta ruta transportará a alrededor de 21 000 personas diariamente.



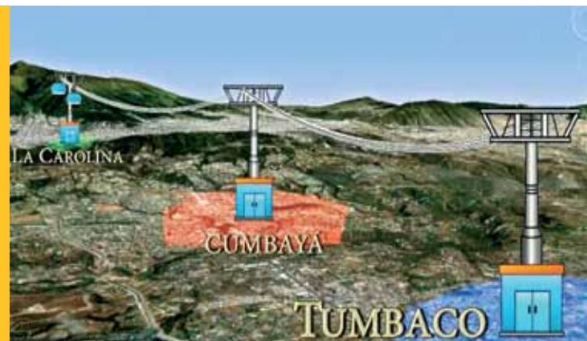
**Sur:  
Mena2-Mercado Mayorista-La Argelia**

Esta línea transportará a alrededor de 28 500 personas por día. Desde la Mena 2 al Mercado Mayorista tendrá 2,4km y desde La Argelia al Mercado Mayorista, 1,8km.



**Valles:Tumbaco-Cumbayá-La Carolina**

Esta línea tiene 7,9 km y se espera que transporte a alrededor de 53 mil usuarios por día.



**Centro:  
Toctiuco - El Tejar (1,2km)**

Este metrocable beneficiará a alrededor de 20 000 personas, principalmente de las zonas de Toctiuco y San Juan.



Figura 2. Ubicación geográfica de Quito Cables  
Fuente. (Secretaría de movilidad, 2015)

### 1.3. Objetivo general.

Realizar una propuesta metodológica para el diseño de encuestas de preferencia declarada para el proyecto transporte por cables en el Distrito Metropolitano de Quito.

#### **1.4. Objetivos específicos**

- 1.** Analizar la situación actual del transporte terrestre y su impacto en el Distrito Metropolitano de Quito.
- 2.** Analizar casos exitosos de transporte por cable, en países latinoamericanos.
- 3.** Realizar un diseño de encuesta piloto para las zonas geográficas fijadas por la Municipalidad.
- 4.** Calibrar la propuesta de encuesta para obtener el diseño de encuesta de preferencia declarada para el sistema de transportes por cable.

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Diagnóstico del Sector Transporte Terrestre.

Durante las siguientes cuatro décadas, la industria global del transporte se enfrentará a desafíos sin precedentes relacionados con la demografía, la urbanización, la presión para minimizar emisiones concentrados en los centros urbanos, la congestión, el envejecimiento de la infraestructura del transporte y el crecimiento de la demanda de combustible.

Estos desafíos se agravan por todas las incertidumbres que surgen de la intervención del gobierno y la regulación, además de las inestables situaciones económicas generales y los posibles avances tecnológicos, todas tienen un impacto significativo. Sin duda, la evolución del mundo del transporte entre 2010 y 2050 ofrecerá muchos desafíos, uno de los más importantes, el que está proporcionando el transporte sostenible para los siete a nueve mil millones de personas en el menor costo social posible.

De esta manera se menciona que, el transporte está asociado al 23% de las emisiones de efecto invernadero a nivel mundial debido a la combustión de combustibles fósiles (International Energy Agency, 2016). En el 2007, el 61,2% del consumo global de petróleo fue usado por el sector transporte, de hecho este sector es el mayor y de más rápido crecimiento en el consumo global de petróleo (International Energy Agency, 2016).

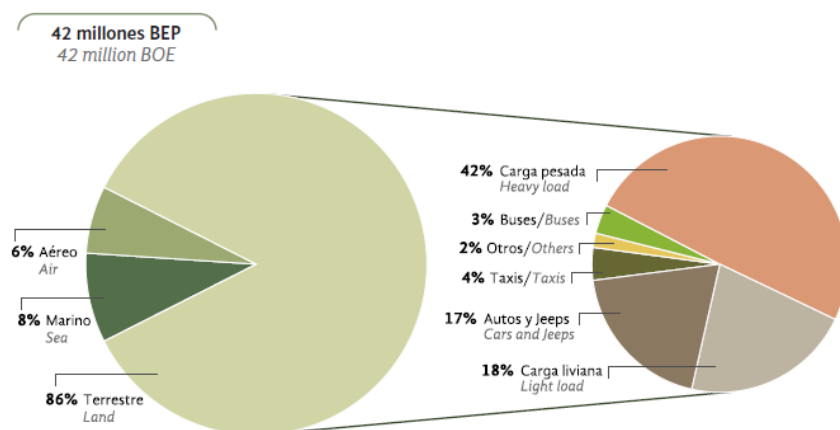
Las medidas de mitigación en el transporte pueden enmarcarse dentro de los principios de Evitar - Cambiar - Mejorar (ECM), que implica evitar viajes excesivos (o reducir la distancia de viajes), cambiar hacia modos de transporte más sustentables (transporte público, caminar, bicicleta, transporte alternativo) y mejorar la tecnología (vehículos más eficientes y menos contaminantes) (Dalkmann & Brannigan, 2011).

##### 2.1.1. Transporte terrestre de pasajeros en Ecuador

El crecimiento del parque automotor del país tiene un proceso evolutivo que se analiza en base a datos históricos para facilitar la comprensión de la situación actual. Se entiende por servicio de transporte terrestre de pasajeros, a la actividad de trasladar o

llevar personas de un lugar a otro en un vehículo motorizado, a través de carreteras, caminos o red vial terrestre.

De acuerdo al Balance Energético Nacional, el transporte terrestre de pasajeros representa el 26% del consumo energético, como se puede observar en la Figura 3, distribuidos de la siguiente manera: 3% buses, 2% otros, 4% taxis, 17% autos y jeeps. (MICSE, 2015)



**Figura 3. Consumo por tipo de transporte.**

**Fuente. (Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos, 2015)**

La gestión pública del transporte colectivo en el Ecuador presenta el siguiente proceso evolutivo a través de los años:

- En 1983, se crea la Empresa Municipal de Transporte (que elaboró rutas y el terminal terrestre).
- En 1985, el gobierno Nacional crea la Unidad Ejecutora del Transporte, se planteó el plan de transporte de Quito y se logró la provisión de 100 buses articulados para Quito.
- En 1990, el Gobierno Nacional compra locomotoras en un intento por recuperar el ferrocarril.
- En 1991, crea la Unidad de Estudios de Transporte, dedicada a la realización de estudios de Diagnóstico y Propuesta Proyecto Trolebús.
- En 1993, El Municipio de Quito demandó del estado la transferencia de la competencia de varios servicios, entre ellos, el transporte.
- En 1995, el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito crea la Unidad de Planificación y Gestión del Transporte.

- En 1999 mediante reforma constitucional se establece la posibilidad de transferir a los municipios la competencia del tránsito y el transporte terrestre.
- El 3 de mayo de 2010 se implementa el sistema de pico y placa en la ciudad de Quito como una medida de restricción vehicular en las horas de mayor tráfico.

## 2.2. Línea base en movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito.

En el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), el transporte es el principal componente de movilidad ya que comprende el desplazamiento de personas y mercancías. Dentro de los cuales el transporte de personas es el que más abarca, como se muestra en la Figura 4, de esta manera se puede identificar el problema central de movilidad, para lo cual las medidas de solución fue la habilitación del sistema de transporte público que facilita los desplazamientos por corredores, terminales y sistemas de interconexión.

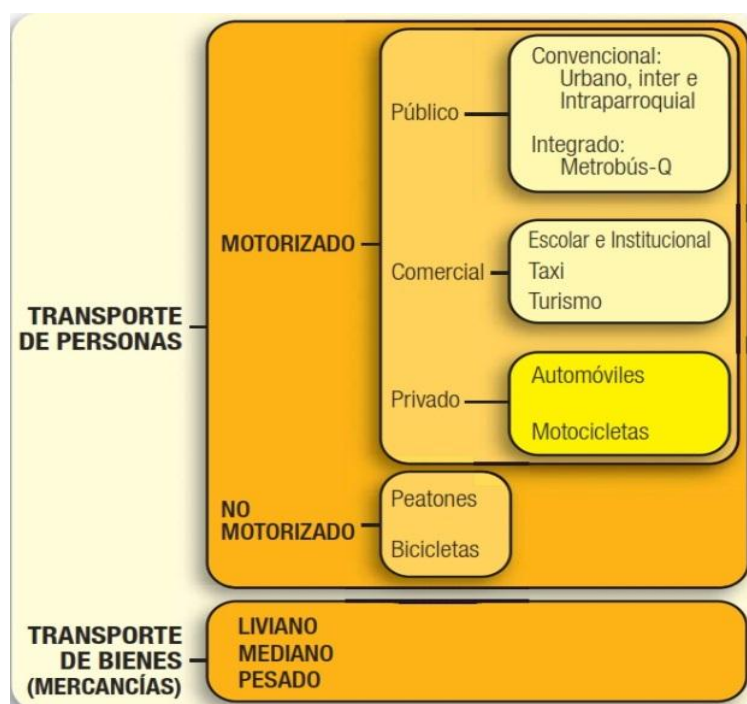
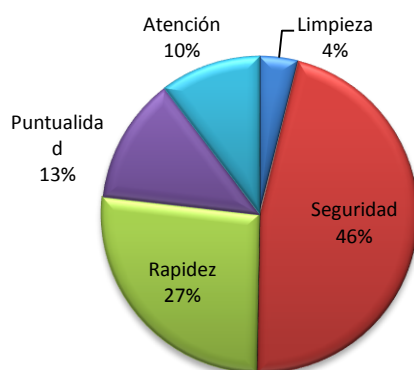


Figura 4. Modos de transporte  
Fuente. (MDMQ, 2009)

La principal herramienta para la gestión del desarrollo sustentable de la movilidad metropolitana es el Plan Maestro de Movilidad del Distrito Metropolitano de Quito 2009 – 2025 (Wittwer & Hidalgo, 2009). Los beneficios del PMM, además del mejoramiento de la movilidad, incluyen la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero, GEI y otras ventajas económicas, sociales y ambientales.

Los aspectos más importantes del servicio de transporte terrestre de pasajeros que la ciudadanía toma en cuenta son la seguridad el 46,4%, rapidez el 26,5% y puntualidad el 12,8%, como se muestra en la Figura 5.



**Figura 5. Aspectos del servicio de transporte de pasajeros.**  
**Fuente: Informativo trolebús, Año 2010**  
**Elaboración. Propia**

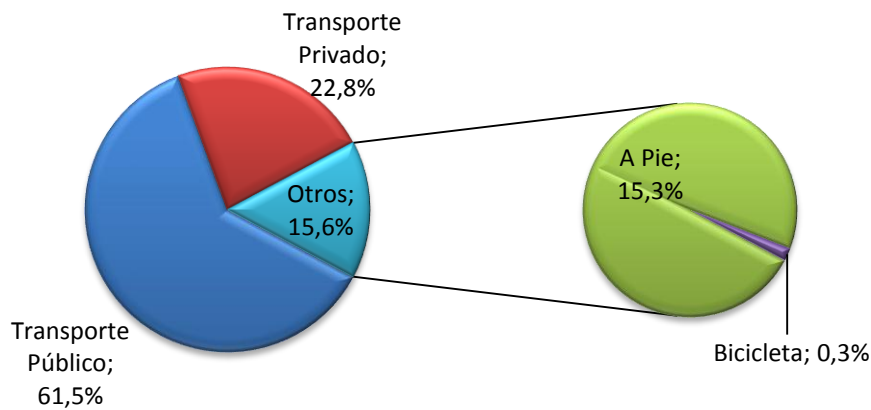
Si bien los buses urbanos representan el 17,1% del transporte público de Quito, cubren una mayor cantidad de demanda de transporte puesto que tiene capacidad para transportar a un mayor número de personas. Según el número de unidades de transporte público, los taxis representan el 59,4% seguidos de los buses escolares con el 18,4% (Wittwer & Hidalgo, 2009).

También es necesario destacar que el 1,6% de vehículos en la ciudad de Quito se destinan al servicio de transporte turístico, mientras que alrededor de 500 vehículos brindan el servicio de transporte interparroquial en el Distrito Metropolitano de Quito (Wittwer & Hidalgo, 2009).

### **2.2.1. Transporte, y desplazamientos en el Distrito Metropolitano de Quito.**

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), muestra la población de Quito con un total de 2'239.191 habitantes, a través de esta población se realizan 4'600.000 viajes, en diferentes modos de transporte.

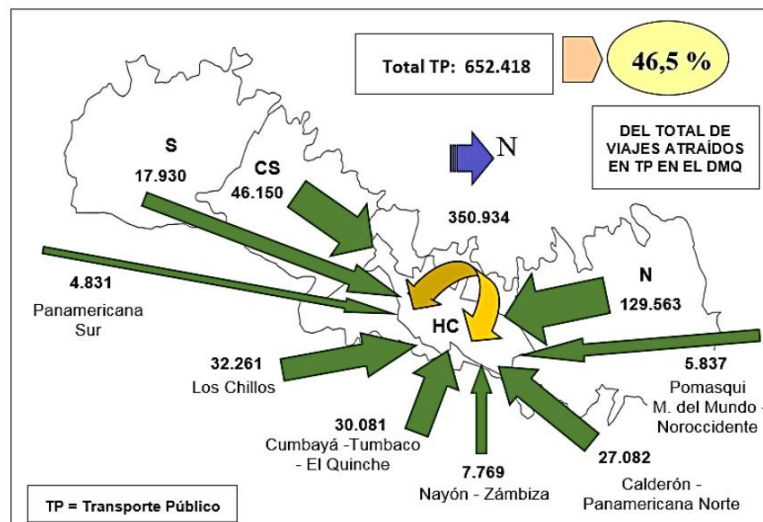
La Figura 6, muestra los distintos modos que prefieren los habitantes de Quito, siendo el transporte público el de mayor elección con el 61.5%. La bicicleta llega al 0,3% (14.500 viajes/día). Actualmente se realizan alrededor de 3.000 desplazamientos diarios mediante el sistema "Bici-Q".



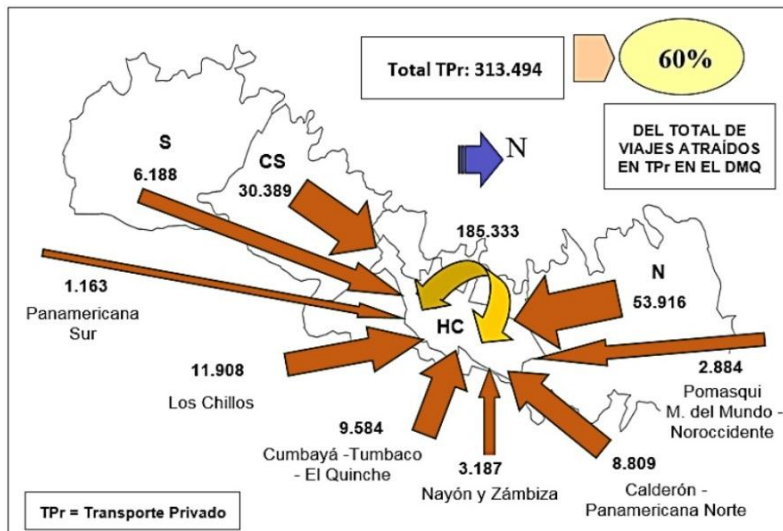
**Figura 6. Modos de transporte en el DMQ.**  
Fuente. (Suárez et al., 2016)

El problema se identifica en el hiper centro del Distrito Metropolitano de Quito, en el cual se encuentra la mayor actividad, zonas financieras, escuelas, por tal razón es la de mayor interacción con los viajes en Quito.

En la Figura 7, se muestra una concentración de 46.5% del total de viajes atraídos en transporte público en Quito; el 60% de viajes que se dirigen al hiper centro corresponden a transporte privado; por otro lado el hiper centro atrae al 60 % de transporte privados, todos se originan dentro de la misma zona como se puede observar en la Figura 8.



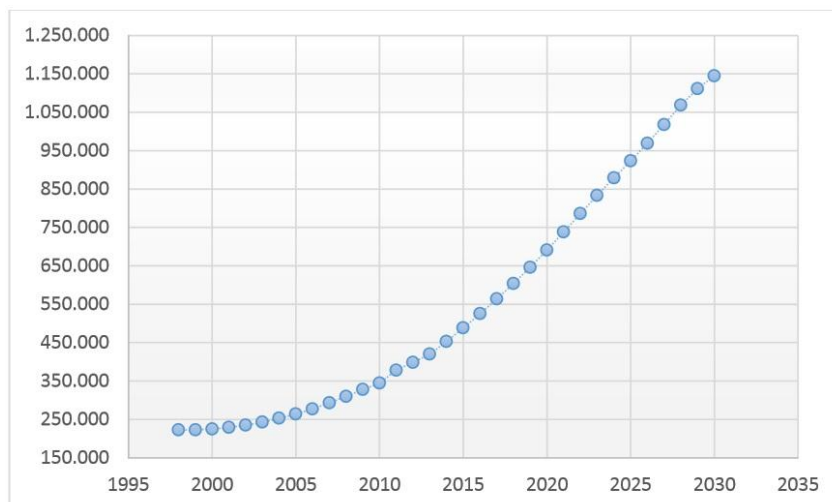
**Figura 7. Desplazamientos en transporte público al hipercentro de Quito.**  
Fuente. (Secretaria de Movilidad, 2014)



**Figura 8. Desplazamientos en transporte privado al hipercentro de Quito**  
Fuente. (Secretaria de Movilidad, 2014)

Según la Secretaria de Movilidad (2014), hace referencia a las difíciles condiciones y características de tráfico que se presentan en el hiper centro, de esta manera se aprecia la distribución en uso de transporte público y privado corresponde al 30 y 70% respectivamente.

El crecimiento del parque automotor desde el 2006, tiene un impacto de entre el 5% y 10%, es decir la incorporación de hasta 35.000 vehículos al año. Así se traduce el efecto negativo en la capacidad vial y como resultado de ello el tráfico vehicular. Muestra de ello es la figura 9, la cual muestra la evolución del parque automotor con un historial desde el año 1997 proyectado al 2030 en el cual se asume tener un parque aproximado de 1'150.000 vehículos.



**Figura 9. Evolución del parque automotor.**  
Fuente. (INEC, 2015)

De la relación de la evolución de la población metropolitana, evidencia su acelerado crecimiento, pasando entre 1998 y el 2015, de 139 a 204 vehículos por cada 1.000 habitantes.

### 2.3. Proyecto Transporte por cables en el Distrito Metropolitano de Quito.

La Administración Municipal buscando la mejora de los sistemas de transporte público propone el proyecto de movilidad por cables para barrios altos del Distrito Metropolitano de Quito debido a que son sectores de poca cobertura y con especiales condiciones topográficas. El mencionado proyecto consiste en dotar de un servicio moderno y conexo de transporte de pasajeros, con la implementación de un sistema de transporte por cable que movilicen a las personas desde los sitios con poca accesibilidad vehicular hacia las zonas bajas, estratégicamente implantadas.

Para esta finalidad es necesario desarrollar los estudios de ingeniería, detalles operativos y los elementos técnicos para su aplicación, que a la vez sirvan para orientar en la toma de decisiones políticas, a las autoridades competentes. Dentro de la información técnica es necesario el desarrollo de las encuestas de preferencia declarada para tener la información por parte de la población de estas zonas donde se realizaría el sistema de transporte por cables, conocer sus preferencias como fuente importante de insumo.

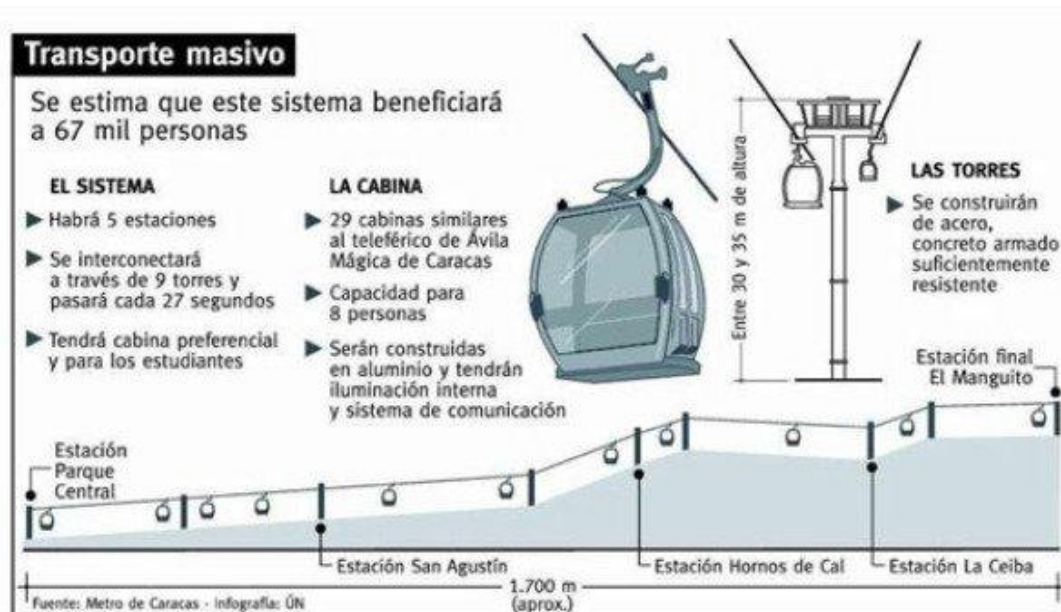


Figura 10. Transporte Masivo  
Fuente. (Contreras, 2013)

## 2.4. Experiencias de transporte por cables en Latinoamérica.

La movilidad ha sido estudiada de manera extensiva desde el punto de vista del transporte, básicamente desde las disciplinas de ingeniería, economía, geografía y planificación del transporte, la administración de negocios y las ciencias regionales (Small, 2001), las cuales están mayoritariamente interesadas en comprender los patrones de viaje por medio del origen y destino de los viajes diarios.

### 2.4.1. Metrocables Medellín

En Medellín se construyó la primera línea del Metrocable y empezó a operar en el año 2004, el objetivo principal fue el de mejorar el acceso de los habitantes del sector al sistema Metro, y simultáneamente aprovechar la capacidad subutilizada que este tenía en ese entonces. Sin embargo, inmediatamente después la administración municipal vio en el Metrocable una punta de entrada para intervenciones urbanas más amplias e integrales. Con el paso de tiempo se dio a conocer este conjunto de operaciones como ‘urbanismo social’ (Echeverri & Orsini, 2010), que a su vez formaba parte del “Modelo Medellín”.

Según J. D. Dávila (2013), la idea nace como una necesidad de transportar personas a través de un sistema de cables similar a las pistas de esquí y sitios turísticos. De esta manera desde la década de los 90 entra en funcionamiento, hasta el 2010 es así que conectan los sectores pobres de Medellín a través de transporte por cables.



Figura 11. Metro cable Medellín  
Fuente. (PlataformaUrbana, 2014)

Los cables utilizan energía eléctrica que, en el caso de Medellín, tiene fuertes hidroeléctricas, a lo que se suma el que prácticamente no generan emisiones locales (J. Dávila & Daste, 2011).

Aunque la Empresa Metro insiste en que el primer Metrocable era un proyecto social que buscaba extender los beneficios del sistema de transporte masivo a barrios pobres e inaccesibles, la incorporación al sistema del Metro de barrios de alta densidad de población servidos hasta ese momento solamente por buses y un servicio errático de taxis implicó un aumento significativo en el número de pasajeros de un sistema que estaba subutilizado (J. D. Dávila, 2013)



**Figura 12. Líneas de Metro cable en el sistema Metro**  
Fuente. (J. D. Dávila, 2013)

Para la determinación del estudio de Metrocables Medellín, se utilizó la metodología desarrollada por (Ben-Akiva, 2002) El resultado de esta metodología es una integración de modelos de variables latentes, que pretenden hacer operativa y cuantificar conceptos inobservables con métodos de elección discreta, esto es, un modelo integrado de elección y variables latentes. Esta metodología incorpora indicadores de variables latentes proporcionados por las respuestas a las preguntas de las encuestas y que sirven para ayudar a estimar el modelo.

Se plantearon Modelos de Elección Discreta (MED), modelos de Múltiples Indicadores, Múltiples Causas (MIMIC) o ecuaciones estructurales, y modelos Híbridos. Se establecieron ecuaciones de utilidad para cada alternativa modal posible, se realizaron encuestas de preferencia declarada (PD), que ayudó a determinar el futuro uso de la población ante este nuevo sistema de transporte público.

La construcción y operación de las líneas del Metrocable de Medellín tienen un impacto en la economía local que está íntimamente ligado a otros fenómenos, como los procesos macro-económicos, las políticas urbanas, las intervenciones físico-espaciales o la violencia desatada por los grupos armados para lograr el control territorial de partes de la ciudad y de la región metropolitana (J. D. Dávila, 2013).

#### 2.4.2. Mío Cable, Cali

Cinco años esperó Cali para tener un sistema de transporte Aero suspendido, Masivo Integrado de Occidente, Mío Cable, que comenzó sus recorridos en septiembre de 2015.

La propuesta es mejorar la calidad de vida de todos los habitantes de laderas de la ciudad de Cali, reestructurar el servicio de transporte público, mediante la construcción de infraestructura que permita la integración del transporte municipal con el intermunicipal. Mejorar la infraestructura de los corredores por donde operan las rutas de transporte público colectivo y el control sobre la prestación del servicio, en cuanto a frecuencias, sobrecupos, velocidades de operación para eliminar la operación del servicio de transporte público no formal.



Figura 13. Líneas de Metro cable en el sistema Metro  
Fuente. (J. D. Dávila, 2013).

Estos sistemas de transporte ofrecen seguridad, creación y renovación de espacios públicos y consolida un plan de cultura ciudadana. Todo esto basado en estudios

realizados en la ciudad de Cali y siguiendo la experiencia de otras ciudades de Colombia como Medellín y Manizales.

El sistema tiene 60 cabinas, cada una de las cabinas tiene capacidad para ocho personas sentadas y dos de pie. Puede mover 2000 personas por hora, cerca de 20 000 personas por día, los estudios realizados en la zona demuestran que la demanda del sector es de 7000 pasajes/día.

### 2.4.3. MetroCable de San Agustín, Caracas

El sistema de transporte colectivo no convencional MetroCable de San Agustín se inserta en una zona de asentamiento humano no controlado en Caracas. Es un intento de integrar un área de accesibilidad restringida con la red de Metro de la ciudad y, a la vez, dar igualdad de oportunidades a los habitantes del sector San Agustín del Sur para integrarse a las actividades cotidianas del centro.

Las obras, estudios preliminares y primeros contactos con la comunidad se iniciaron en marzo de 2007, fecha oficial en la cual se da inicio al proyecto MetroCable San Agustín. El presupuesto pautado hasta la culminación de la obra fue estimado en 54 millones de dólares, pero el proyecto sufrió varios retrasos y su inauguración fue pospuesta hasta en seis ocasiones. Iniciado el período de prueba el 19 de noviembre de 2008, las operaciones empezaron formalmente el 20 de enero de 2010, inicialmente de forma gratuita para los usuarios.



Figura 14. Metro cable de San Agustín, Caracas  
Fuente. (Analítica, 2016).

De acuerdo al proyecto administrativo por la C. A. Metro de Caracas los objetivos del metro cable eran:

- Construir un sistema de transporte masivo tipo teleférico, que atienda la demanda de movilidad y accesibilidad del sector de San Agustín del Sur, en el Municipio del Distrito Capital.
- Perseguir la mejora de la calidad de vida de los habitantes de las zonas atendidas, así como contribuir con la redistribución de la población sobre el espacio.
- Recuperación de los espacios en el entorno de las estaciones, colocando a disposición de los habitantes de los sectores nuevas obras para la prestación de servicios, áreas de recreación y esparcimiento.

Pese a cumplir con los objetivos planteados en el proyecto, no ha logrado el principal fin que persigue un sistema de esta naturaleza como es el transportar la mayor cantidad posible de personas y conectarlas con el resto de la ciudad.

Adicional a la baja demanda que presenta en la actualidad el sistema, se le suman aspectos que merecen ser estudiados más detenidamente, como son: falta de conexión al sistema para los habitantes de la parte baja del barrio, falta de conexión peatonal entre estaciones, imposibilidad de llevar carga en las cabinas (expectativa creada antes de iniciar operación), especialmente para aquellos que trabajan en el sector de comercio formal e informal.

#### **2.4.4. La Paz- El Alto: el viejo sueño de tener un teleférico**

La ciudad de La Paz es la capital del Departamento de La Paz, Bolivia, una zona altiplánica caracterizada por su topografía, plana, ventosa y fría, establecida como punto de descanso entre el tránsito entre Potosí y Cusco.



**Figura 15. Líneas de Metro cable, La Paz**  
**Fuente. (Inhabitat, 2014)**

Las características topográficas de La Paz invitan siempre a pensar que un sistema de cables aéreos como la forma más rápida, limpia y eficiente de transportar pasajeros entre ambas urbes, y esto seguirá siempre en el imaginario colectivo de la población (J. D. Dávila, 2013).

Las características y la publicidad de los teleféricos de Medellín, en el sentido de que es un sistema de transporte de rápida construcción, que puede ofrecer acceso a transporte a poblaciones en zonas muy alejadas y de bajos ingresos, y que puede contribuir a reducir la delincuencia y la inseguridad ciudadana, han convertido al Proyecto en un referente de popularidad política, inclusive indistintamente de los elevados costos que representa comparado con otras opciones (J. D. Dávila, 2013).

En épocas del neoliberalismo en Bolivia el proyecto de teleférico buscaba su cauce a través de concesiones a privados y debía demostrar ante todo su rentabilidad para ser sostenible. Por los altos costos de inversión esta ecuación nunca pudo cerrar, quizá la razón fundamental de por qué no se pudo construir. Hoy por hoy, el Gobierno Nacional de Evo Morales, basado en el crecimiento de las reservas fiscales (resultado en parte de un mejor aprovechamiento fiscal de las exportaciones minerales), afronta proyectos de gran envergadura, como la interconexión caminera del país (J. D. Dávila, 2013).

#### **2.4.5. Complejo do Alemão, Rio de Janeiro**

En 2007 es lanzado el Programa de Aceleración del Crecimiento (PAC), en el ámbito de este programa se llevó a cabo una intervención socio-urbanística en el barrio llamado Complejo do Alemão (IUCA), ejecutada conjuntamente entre el gobierno del Estado de

Rio de Janeiro y la Alcaldía de la ciudad de Rio de Janeiro, en donde se asignaron contratos de transferencia con el gobierno federal (J. D. Dávila, 2013). La intervención en Complexo do Alemão se considera en América Latina como un caso emblemático de intervención en un asentamiento informal. La selección de esta área para la ejecución del proyecto se debió a la precariedad de su infraestructura urbana, carencia de los equipamientos de servicios públicos esenciales, su alta vulnerabilidad social y a la presencia de pandillas armadas que hicieron conocer a esta área como el “cuartel general” del Comando Vermelho, una de las principales bandas criminales que domina el tráfico de drogas en los asentamientos informales (favelas) de Rio de Janeiro (J. D. Dávila, 2013).

Este proyecto fue inspirado en el éxito de la experiencia de Medellín, se ha destacado por su acción relativa a la movilidad urbana, como fue la construcción de un teleférico que integra cinco colinas con la red de trenes que sirven a la Región Metropolitana de Río de Janeiro.



**Figura 16. Comunidades de Complejo do Alemão y la línea de teleférico**  
Fuente: (J. D. Dávila, 2013)



Figura 17. Vânia Regina Amorim da Silva  
Fuente: (J. D. Dávila, 2013)

El teleférico fue una acción importante en cuanto a la disminución de las desigualdades socio-espaciales y la integración de esa área a su entorno. También ha permitido a los habitantes redescubrir su vecindario, ha estimulado la exploración turística de la zona, que recibe visitas de habitantes de externos como internos y ha generado ingresos.

El PAC Alemão se conformó dentro de un marco de construcción de políticas públicas relacionadas con el desarrollo urbano dentro de una perspectiva de planificación integrada, contemplando el transporte público colectivo como un instrumento importante para combatir la pobreza urbana (J. D. Dávila, 2013). Sin embargo, es importante analizar la situación una vez terminadas las obras para verificar las consecuencias de esas intervenciones socio-urbanísticas y si el teleférico realmente contribuyó a mejorar las condiciones de movilidad de las comunidades de Complexo y a promover la integración de esas áreas al resto de la ciudad. En este sentido, es fundamental que haya una continuidad de las acciones complementarias de generación de empleo y de afirmación social y cultural (J. D. Dávila, 2013).

## **2.5. Encuestas para proyectos de transporte**

Según la Fundación Futuro, (2008) menciona que *“En un comienzo las encuestas surgieron para investigar la opinión política y poder estimar el estado de la opinión pública. Al término de la Segunda Guerra Mundial el interés por las encuestas se extendió a casi todos los países. Pero fue tan sólo en la década de los sesenta que las encuestas fueron ampliamente utilizadas, con fines*

*electorales, por los medios de comunicación y los partidos políticos. A contar de entonces, el uso de encuestas ha crecido.”*

En temas de transporte se identificó que mediante el levantamiento de encuestas, se puede identificar características socioeconómicas como: sistemas de movilidad de los usuarios, lugares de origen - destino, tiempos de viaje, entre otros datos; lo que ha provocado que las encuestas sean una herramienta útil de la ingeniería del transporte, para el análisis de información, tomando en cuenta que lo importante es identificar el problema y determinar la solución mediante el adecuado diseño de la encuesta.

La Real Academia Española, define a la encuesta como un conjunto de preguntas tipificadas dirigidas a una muestra representativa de grupos sociales, para averiguar estados de opinión o conocer otras cuestiones que les afectan, a partir de esto se pueden obtener mediciones cuantitativas de cualidades tanto objetivas como subjetivas de la población. (Tiposde.org, 2016).

Visuata, (1989) afirma que a través de una encuesta se puede *“obtener, de manera sistemática y ordenada, información sobre las variables que intervienen en una investigación, y esto sobre una población o muestra determinada. Esta información hace referencia a lo que las personas son, hacen, piensan, opinan, sienten, esperan, desean, quieren u odian, aprueban o desaprueban, o los motivos de sus actos, opiniones y actitudes”*

Por lo general una encuesta debe poseer cuatro etapas de trabajo así se presenta:

- 1.- Se debe definir el objetivo de la encuesta: el mismo que debe ser formulado con precisión.
- 2.- Enfocar el problema a investigar: centrándose en el contenido de la encuesta, se debe delimitar las variables que debe tener la encuesta en específico de acuerdo a su alcance.
- 3.- El planteamiento del cuestionario: este debe ser tomado con cuidado con una prueba piloto, así comprobar antes de realizarlo con toda la muestra representativa.
- 4.- Finalmente se procede al trabajo de campo y a la obtención de los resultados, procesar, codificar y tabular los datos obtenidos, los mismos son los que posteriormente serán analizados.

### 2.5.1. Clasificación de las encuestas

Según la Fundación Futuro, (2016) las encuestas se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Encuestas exhaustivas y parciales: este tipo de encuestas contienen todas las unidades estadísticas de cual está formado su representación. Lo contrario de una encuesta exhaustiva, se denomina parcial.
- Encuestas directas e indirectas: Una encuesta es directa cuando la unidad estadística se observa a través de la investigación propuesta registrándose en el cuestionario. Será indirecta cuando los datos obtenidos no corresponden al objetivo principal de la encuesta pretendiendo averiguar algo distinto o bien son deducidos de los resultados de anteriores investigaciones estadísticas.
- Encuestas sobre hechos y encuestas de opinión: Las encuestas de opinión tienen por objetivo averiguar lo que el público en general piensa acerca de una determinada materia o lo que considera debe hacerse en una circunstancia concreta. Las encuestas sobre hechos se realizan sobre acontecimientos ya ocurridos, hechos materiales.

Según sus objetivos existen dos clases de encuestas:

- Encuestas descriptivas: estas encuestas buscan reflejar o documentar las actitudes o condiciones presentes. Esto significa intentar descubrir en qué situación se encuentra una determinada población en momento en que se realiza la encuesta.
- Encuestas analíticas: estas encuestas en cambio buscan, además de describir, explicar los por qué de una determinada situación. Este tipo de encuestas las hipótesis que las respaldan suelen contrastarse por medio de la exanimación de por lo menos dos variables, de las que se observan interrelaciones y luego se formulan inferencias explicativas.

Según las preguntas:

- De respuesta abierta: en estas encuestas se le pide al interrogado que responda con sus propias palabras a la pregunta formulada. Esto le otorga mayor libertad al entrevistado y al mismo tiempo posibilitan adquirir respuestas más profundas así como también preguntar sobre el porqué y cómo de las respuestas realizadas. Por otro lado, permite adquirir respuestas que no habían sido tenidas en cuenta a

la hora de hacer los formularios y pueden crear así relaciones nuevas con otras variables y respuestas.

- De respuesta cerrada: en estas los encuestados deben elegir para responder una de las opciones que se presentan en un listado que formularon los investigadores. Esta manera de encuestar da como resultado respuestas más fáciles de cuantificar y de carácter uniforme. El problema que pueden presentar estas encuestas es que no se tenga en el listado una opción que coincida con la respuesta que se quiera dar, por esto lo ideal es siempre agregar la opción “otros”.

## **2.6. Características de encuestas de preferencia declarada**

Una encuesta de preferencia declarada es un tipo de encuesta descriptiva. La preferencia declarada, es una metodología de adquisición de datos basada en las preferencias de selección de un usuario sobre opciones que no existen en la realidad, es decir, que el usuario nunca ha experimentado. Esta metodología es muy utilizada en economía para conocer la reacción de consumo de las personas ante nuevas opciones, basados en la teoría de utilidad. En ingeniería de transporte también es muy utilizada para conocer el posible uso de un sistema o infraestructura de transporte. (El, Alumnos, Atlántico, Universidad, & Laguna, 2012)

Las Preferencias Declaradas (PD) empezaron a ser utilizadas en modelos de transporte a finales de la década de los 70, las PD son datos de los cuales se pueden reflejar las situaciones hipotéticas de las personas encuestadas, estos escenarios se construyen por el investigador.

Los datos de PD muestran datos de los viajes que una persona realizaría en el caso de que se mejorase la calidad del servicio, se introdujera un nuevo modo de transporte y/o se ofreciese alternativas más rápidas con nuevas rutas. (Pompilio, 2006)

El diseño de encuestas de PD permite, resolver los problemas que presentan las encuestas de PR (Ortúzar & Willumsen, 2011) así por ejemplo:

- Se puede ampliar el rango de variación hasta un nivel de compromiso adecuado para las alternativas consideradas en el diseño.
- Se puede evitar la existencia de correlación entre variables durante la construcción de escenarios.

- Permiten incorporar atributos y alternativas que no se encuentran disponibles en el momento del análisis.
- El conjunto de elección se puede pre-especificar.
- Durante el diseño se pueden evitar los errores de medida.

Sin embargo, existe la posibilidad de que la persona no realice las acciones que dice que haría cuando contesta la encuesta de PD. Es así que debe considerarse un diseño de ejercicios que sean realistas para que el entrevistado se implique en la experiencia correctamente. La clasificación de tipos de errores se presenta a continuación (Bradley & Kroes, 1990):

1. Sesgo de afirmación: El entrevistado responde, consciente o inconscientemente, lo que cree que el entrevistador quiere.
2. Sesgo de racionalización: El entrevistado intenta ser racional y lógico al momento de contestar con la finalidad de justificar su comportamiento en el momento de la entrevista.
3. Sesgo de política: El entrevistado responde tratando de influir en las decisiones políticas de acuerdo a su creencia de cómo pueden afectar los resultados de la encuesta.
4. Sesgo de no restricción: No se toma en cuenta las restricciones que afectan su comportamiento, de tal forma que las respuestas no son reales.

Se puede distinguir tres elementos en un ejercicio de PD. El primero de ellos, muestra una situación en la que el entrevistado se encuentra para declarar sus preferencias; una situación real (un viaje que está realizando en ese momento como ir de compras) o una situación hipotética (un viaje que realizaría en el futuro de acuerdo a una serie de condiciones), y constituye el contexto de decisión. El segundo elemento, considera la selección de alternativas, generalmente hipotéticas y que se presentan en el ejercicio como función de un conjunto de atributos. Finalmente, en el tercer elemento está la forma en que los individuos pueden declarar sus preferencias (Ortuzar & Garrido, 2000) ;las más frecuentes son: Jerarquización (Ranking), Escalamiento o Elección Generalizada (Rating) y Elección (Choice).

Cabe mencionar que la determinación de los atributos que serán analizados de acuerdo a cada estudio son muy importantes en el experimento de PD. Proceso de encuesta de preferencia declarada

Las encuestas de preferencia declarada consisten en una serie de técnicas que utilizan las declaraciones de las personas sobre la forma en que responderían o actuarían en diversas situaciones. Las técnicas más usadas son las llamadas de “análisis conjuntas”.

Las técnicas de preferencia declaradas se refieren a un conjunto de metodologías que se basan en juicios declarados por individuos acerca de sus preferencias sobre diferentes situaciones en determinados contextos.

Este es el caso de estudios sobre nuevas alternativas de transporte (un nuevo modo de transporte o un nuevo trazado de camino), estudio sobre los valores de atributos no medibles como la comodidad, la seguridad o el impacto ambiental.

Existen varios enfoques dentro de este tipo de métodos, se encuentran características comunes entre ellos. Generalmente se trata de encuestas y comprenden tres fases.



Figura 18. Proceso de encuestas  
Elaboración. Propia

## 2.7. Modelación de elección discreta, modelos logit.

En los sistemas de transporte uno de los objetivos es satisfacer la demanda mediante la provisión de una oferta adecuada que responda a sus exigencias. Frente a ello entre los servicios de transporte yace consecuentemente la necesidad que tienen los individuos de realizar actividades que implican desplazamientos, debido al desplazamiento la demanda de transporte es derivada. En general, no se demanda viajar sino con el objeto de realizar alguna actividad localizada en el espacio y en el tiempo. Estamos, por tanto, ante una demanda cualitativa y diferenciada en el sentido de que existen viajes por múltiples motivos, a distintas horas del día y que pueden realizarse en distintos modos de Transporte. En lo que respecta a la oferta, nos encontramos con un servicio que no puede ser almacenado para ser ofertado, por ejemplo, en períodos donde existe una mayor demanda. Se produce, por tanto, un desequilibrio entre la cantidad ofertada y la demandada debido a la existencia de períodos con mayor nivel de demanda (hora punta) y períodos con menores niveles de demanda (hora valle), siendo imposible el “trasvase”

de la capacidad ociosa de un período a otro. Además, la demanda se encuentra localizada en un espacio, que se va ampliando con cierta celeridad, lo que suele producir problemas de coordinación que afectan al equilibrio del sistema (Instituto Mexicano del Transporte, 2002).

Ya que durante décadas se ha buscado solucionar problemas como la estimación de la demanda, se han analizado varios métodos estadísticos clásicos, basados en observaciones de las acciones de los usuarios (preferencias declaradas). A finales de la década de los setenta, surgió un enfoque distinto, basado en técnicas de investigación de mercados para averiguar las preferencias de los usuarios del transporte lo que conocemos como preferencias declaradas.

El esquema general del enfoque de preferencias declaradas consta de los siguientes elementos (Instituto Mexicano del Transporte, 2002):

- Se basa en las respuestas que los entrevistados dan a planteamientos de cómo actuarían ante diversas opciones ofrecidas por el sistema de transporte.
- Cada opción se presenta como un paquete de distintos atributos del viaje; como puede ser la tarifa, el tiempo de viaje, la seguridad, la comodidad, el número de transbordos, etc.
- La entrevista plantea las opciones hipotéticas de manera que el efecto de cada atributo individual del servicio pueda estimarse; para esto se utilizan técnicas de diseño experimental que ayudan a manejar las variaciones de los atributos con independencia estadística.
- El planteamiento de las opciones hipotéticas del servicio se hace de modo que el entrevistado las entienda claramente, le resulten realistas y sean cercanas a su experiencia cotidiana del sistema de transporte.

La base teórica que sustenta el enfoque de preferencia declarada es la modelación de elección discreta de los usuarios del transporte. Este tipo de modelos trata de mostrar el comportamiento de los viajeros que eligen diferentes opciones de viaje por algún motivo concreto o destino final, como por ejemplo: ir al trabajo, estudios, compras entre otros, con ello la demanda del sistema es el resultado de la suma de las diferentes elecciones que hacen los usuarios del servicio (Instituto Mexicano del Transporte, 2011).

Los elementos básicos de un modelo de elección discreta son:

1. La Identificación de las opciones de viaje que estén disponibles y que sean conocidas por el usuario que tomará la decisión de viaje.
2. La Identificación de variables que influyen en la decisión de viajar por ejemplo el tiempo de viaje, la tarifa, el número de transbordos, entre otros, relacionadas con el propio sistema de transporte; y además variables socioeconómicas (sexo, edad, ingreso, posesión de automóvil) que caractericen a los distintos tipos de usuarios del sistema.
3. Un modelo matemático que represente las elecciones del usuario en función de las variables que afectan su decisión de viajar.

Con el modelo matemático a ser utilizado se requiere de hipótesis apropiadas para representar la toma de decisiones de los viajeros, es decir, se debe analizar las influencias externas que influyen en la preferencia del usuario. La función matemática debe centrarse en las preferencias de los viajeros hacia sus destinos finales.

## CAPITULO III

### 3. METODOLOGÍA

La Metodología del presente trabajo fue diseñada de acuerdo a los objetivos del proyecto y cuenta con cinco procesos principales, los mismos que se pueden observar en la Figura 18.

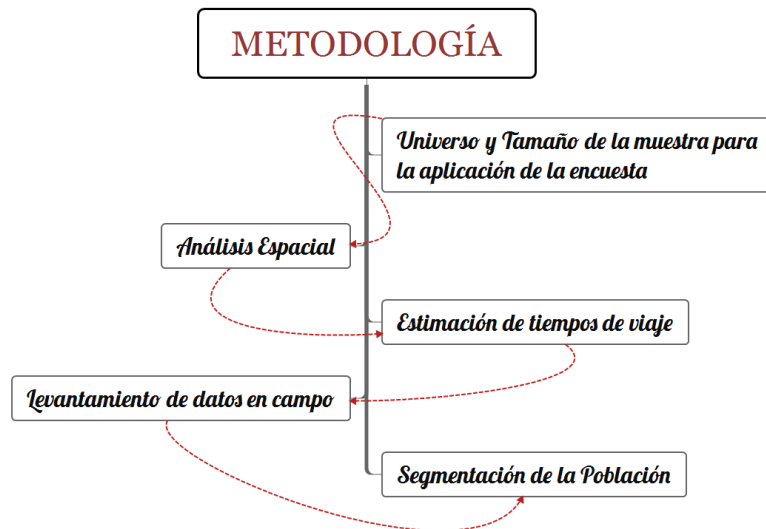


Figura 19. Metodología del proyecto  
Elaboración. Propia

#### 3.1. Universo y Tamaño de la muestra para la aplicación de la encuesta.

El tamaño de la muestra es el primer aspecto a considerarse en el momento de diseñar una encuesta, ya que es de fundamental importancia determinar el número de encuestas que deberían ser levantadas para que la muestra sea representativa en el estudio. Esta debe presentar un error estadísticamente acotado, de forma que el riesgo de las estimaciones que se realicen a partir de la información recogida sea aceptada por las autoridades de transporte que utilizaran este insumo para el análisis de un sistema determinado. (Metro de Madrid, 2010).

Los modelos matemáticos son un recurso primario, para aplicar a la metodología de la investigación de operaciones con el fin de diseñar, cuantificar y ajustar las necesidades de cada proyecto o estudio y poder tener una representación más cercana a la realidad.

Los métodos determinísticos reúnen en su conjunto múltiples soluciones a problemas por medios de distintos modelos (Transporte, asignación, distribución, programación

dinámica), para aplicarlos en la planeación y control de proyectos, administración con tiempos, tiempos estimados, entre otros.

Para que el modelamiento sea representativo, la muestra debe tener las mismas características que la población (N). Existen ciertos lineamientos para la determinación del tamaño de la muestra como por ejemplo que a mayor población, menor porcentaje de toma de encuestas, por ejemplo, para poblaciones pequeñas (N menor de 100) es mejor tomar toda la población. En poblaciones en torno a 500 personas, se debe tomar el 50% de la población, en 1.500, tomar el 20% y en poblaciones mayores a 5.000 con 400 encuestas que representa el 8%, es suficiente.

La investigación realizada fue de tipo descriptiva y cuantitativa, aplicado a una muestra poblacional del área de influencia del proyecto. La misma que fue aleatoria, estratificada y por conglomerados considerando las variables de investigación (cualitativas y cuantitativas). Las variables cualitativas serán la zona geográfica, la zona de estudio en el Distrito Metropolitano de Quito y los días de la semana. Las variables cuantitativas serán tiempo, frecuencia y costo.

Ibeas, Gonzales, Dell'Olio, & Moura, (2007) indica que el tamaño de la muestra se la obtiene tomando varias opciones de margen de confiabilidad y error permitido, relacionado con el número de población. El tamaño de la muestra está dado por la fórmula 1. Para efectuar la elaboración de encuestas de preferencias declaradas y determinar el tamaño de la muestra poblacional, se consideró un nivel de confianza del 98%, un error del 5% y una heterogeneidad del 50% (lo más comúnmente utilizado).

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

[1]

Donde:

**n** es el tamaño de la muestra (número de encuestas)

**N** es el tamaño de la poblacional dentro del área de influencia.

**Z**= (2,33 valor predeterminado que se puede observar en la Tabla 1) es el valor correspondiente del **nivel de confianza del 98%**,

**σ**= (0,5 valor predeterminado) es la varianza de la población y **e** representa el **margen del error (5%)** en la proporción de la población que se requiere investigar.

**Tabla 1. Valores para diferentes niveles de confianza**

Nivel de confianza	Calificación Z
0,90	1,645
0,95	1,96
0,98	2,33
0,99	2,575

Fuente. (Hevia, Valenzuela, & Carvajal, 2007)

En este contexto, y tomando como referencia la información que se presenta a continuación, se calculó el número de encuestas que se debe realizar de acuerdo a los siguientes datos:

Para obtener los datos de la población se utilizó la información de la siguiente Tabla.

Tabla 2. Matriz Origen - Destino en zonas de influencia

	Número de habitantes (2011)	Número de desplazamientos en transporte público
Zona Norte		
203 Pisulí	19.000	17.000
362 Colinas del Norte	20.000	18.500
Zona Central		
305 San Juan	37.000	22.910
Zona Sur		
109+110 Argelia	28.000	19.000
144 La Mena	13.800	10.534
Valle		
Tumbaco	60.729	

Fuente. (Secretaría de Movilidad, 2014)

Tamaño de la Población = 178.529 personas<sup>1</sup>

$Z = 2,33$

$\sigma = 0,5$

$e = 5\%$  de la población  $\rightarrow 926,45$

Como resultado se obtuvo que el número de encuestas a realizarse son: **541**

El muestreo debe ser aleatorio, es decir, todas las personas que forman parte de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidos para la muestra. La muestra

<sup>1</sup> Habitantes de los sectores de influencia según la secretaría de movilidad.

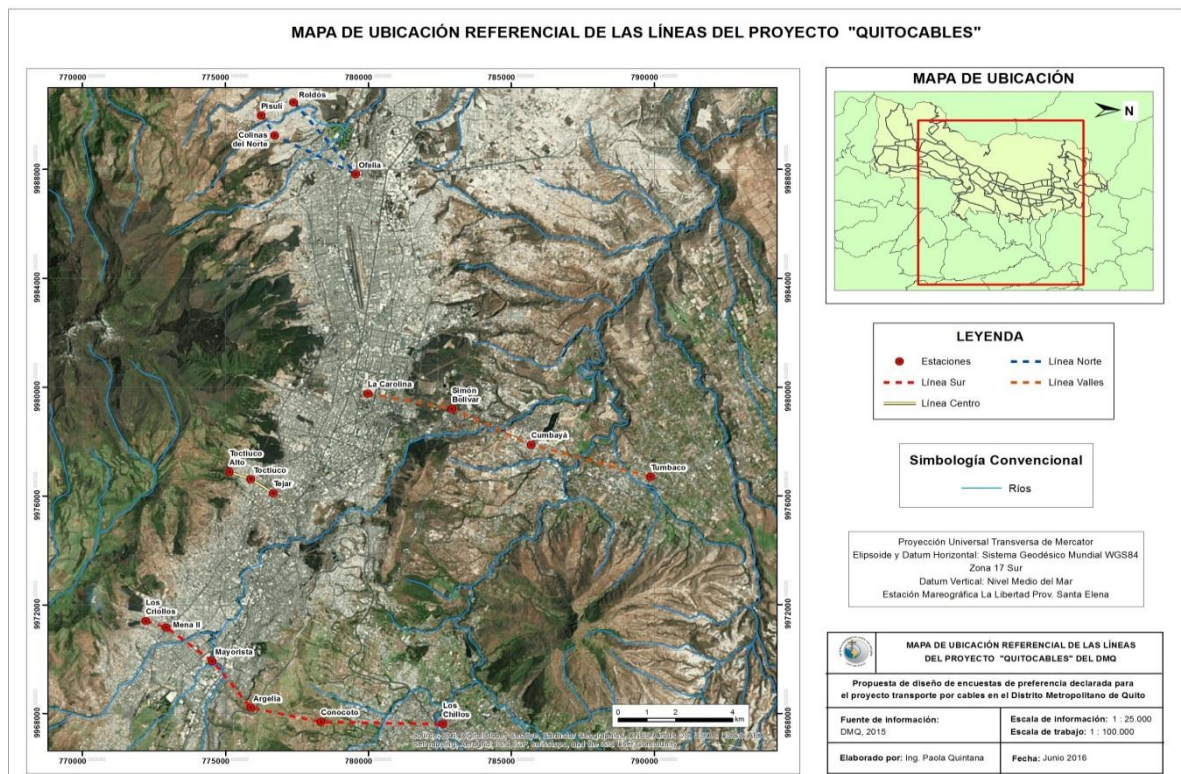
debe ser estratificada y conglomerada ya que la población se dividirá en grupos o estratos y de estas se realizará otra división en unidades primarias.

Es importante mencionar que si se realizan un mayor número de encuestas, el nivel de confianza aumentará por lo que es recomendable levantar la mayor cantidad de encuestas posibles.

### 3.2. Análisis Espacial

Las herramientas básicas para un análisis espacial son los Sistemas de Información Geográfica (SIG), potenciando y enriqueciendo los estudios de transporte y movilidad, lo que permite obtener resultados más precisos en el análisis de la información para la toma de decisiones. Se trata de vincular el análisis de las limitaciones espaciales y atributos con el origen, el destino, el alcance, la naturaleza y el propósito de los movimientos. (Merlin, 1992)

Está herramienta es muy útil facilitando la georreferenciación y ubicación de las zonas de estudio, accidentes geográficos identificados y la determinación de zonas altas alejadas del hipercentro del DMQ.



**Figura 20. Zonas detalladas de estudio para proyecto transporte por cables dentro del Distrito Metropolitano de Quito.**  
Elaboración. Propia.

Se determinaron cuatro zonas diferentes que son parte del DMQ, como se puede observar en la Figura 19 y distribuidas en distintos sectores de la ciudad. Esto se define como la zonificación detallada (Zd), para los análisis de movilidad y aplicación del proyecto de movilización por cables. La zona o área que se considere necesita de este tipo de transporte y que se encuentra en las partes altas y distantes al hipercentro del DMQ, son aquellas zonas en donde se realizara el trabajo de campo, análisis espacial y levantamiento de información base.

Además, se debe considerar la demanda de estas zonas que fueron determinadas con el tamaño de la muestra.

Las cuatro zonas se encuentran ubicadas al norte, centro, sur y valles. Las mismas que se muestran en las Figuras 20, 21, 22, 23.



**Figura 21. Ubicación en Sector Norte del proyecto transporte por cables. Elaboración. Propia.**



Figura 22. Ubicación en Sector Centro del proyecto transporte por cables. Elaboración. Propia.



Figura 23. Ubicación en Sector Sur del proyecto transporte por cables. Elaboración. Propia.



**Figura 24. Ubicación en Sector Valles del proyecto transporte por cables. Elaboración. Propia.**

Determinar las zonas específicas para el desarrollo y realizar las encuestas de preferencia declarada, resulta de la Zonificación agregada (Za) detallada en un número más reducido de zonas pequeñas (paradas de buses, parques, entre otros) que limita el número de encuestas necesarias y asegura la viabilidad operativa del trabajo de campo.

Es aquí en donde se realiza la encuesta sobre la Za, y por tanto, con un número determinado por la muestra, de acuerdo al área de estudio.

### 3.3. Estimación de tiempos de viaje

Se debe realizar una estimación de los tiempos de viaje y frecuencias de buses de transporte público de las diferentes rutas de las cuatro zonas de estudio, debido a que el transporte por cable propuesto por el DMQ debe ser competitivo con modos de transporte existentes y la variable tiempo es necesaria para la elaboración de las encuestas.

Los tiempos de viaje pueden ser medidos en campo directamente en rutas determinadas, para ello es necesario el uso de un Sistema de Posicionamiento Global (Global

Positioning System) GPS, el mismo que es un sistema de navegación basado en satélites y permite obtener la ubicación precisa de las rutas analizadas.

La toma de los datos debe considerar horas representativas, es decir, horas pico donde existe mayor movilización de personas desde sus hogares a los lugares de trabajo, estudio, ocio, salud, ente otros y viceversa.

La frecuencia de transporte público debe ser validada con la información que maneja la Agencia Metropolitana de Tránsito (AMT), en las zonas detalladas de estudio y que contarían con el nuevo sistema de transporte por cables propuesto. Además, se debe analizar la frecuencia en horas pico, la frecuencia en horas valle, el sector de análisis, la operadora, el tipo de servicio (Integrado, Interparroquial, urbano) y finalmente la ruta.

Finalmente se debe realizar un cálculo mediante un promedio de todas las frecuencias de buses que circulan dentro de la zona de influencia del proyecto de transporte por cables para obtener la frecuencia final.

### **3.4. Levantamiento de datos en campo**

El levantamiento de datos en campo mediante encuestadores es necesario para la verificación de los datos ya obtenidos, con esto se puede identificar el comportamiento de los usuarios en las zonas analizadas detalladas en donde se realizarán las encuestas de preferencia declarada. Este proceso debe mantener un acompañamiento y supervisión de técnicos especialistas en temas de transporte y experiencia en levantamiento de datos, con esto se garantiza la ejecución correcta de levantamiento de información y se puede subsanar cualquier duda o inconveniente en el momento de la toma de los datos (imprevistos, relacionamiento social, apoyo técnico, entre otros).

Con este levantamiento en campo se puede obtener los datos de origen – destino, los cuales pueden ser procesados en una matriz. Se puede determinar el número de transferencias (una, dos, tres transferencias), los costos de viaje (valor en dólares americanos, que es el tipo de moneda utilizado en nuestro país), tiempos de viaje (determinado en periodos de tiempo 0-30 min, 30-60 min) y el sistema de transporte usado por los usuarios (bus convencional, trolebús, Ecovía, alimentadores, Interparroquial, entre otros).

### **3.5. Segmentación de la Población**

La segmentación depende del entorno, situación actual de una población, la segmentación exige la creación de grupos distintos pero homogéneos con respecto a determinadas variables consideradas para cada estudio a ser realizado.

Para este estudio en específico, se delimito grupos poblacionales dividiendo a la población mediante variables con mayor poder discriminante como por ejemplo:

- Variables socioeconómicas (Posesión de vehículos, actividades realizadas en el origen, actividades realizadas en el destino).
- Variables demográficas (Edad).

## CAPITULO IV

### 4. PROPUESTA DE ENCUESTA Y CALIBRACIÓN

Debido a que los estudios de encuesta suelen ser, en muchas ocasiones, un primer contacto con la realidad que deseamos conocer y de esto, se debe realizar un estudio en profundidad del comportamiento de una población hacia el uso de uno u otro sistema de transporte público, la encuesta debe cumplir con dos propósitos, el primero es que cada pregunta debe transmitir a la persona o al grupo encuestado, la idea o ideas que recoge el objetivo, para que de esta forma cada respuesta refleje exactamente la posición del colectivo al que va dirigido el análisis.

El segundo propósito de la encuesta es ayudar al entrevistador a provocar motivaciones en el encuestado, para que transmita la información requerida. Se debe crear circunstancias para que las personas encuestadas se comuniquen plena y libremente.

#### **Campos de la encuesta:**

Dentro de los campos más importantes que se tomó en consideración para incluirlo dentro de la encuesta se encuentran los siguientes:

**Hora:** Debido a que la encuesta debe ser levantada en diferentes horas del día, es preciso establecer este campo. Aquí se colocará la hora del día en que es realizada la encuesta.

**Posee vehículo:** Se debe establecer si el encuestado tiene vehículo propio o utiliza el transporte público, este dato en especial para establecer el cambio de uso de transporte, en el caso específico de Línea Valles proyecto Quito Cables.

**Origen:** Establece el sitio desde donde inicia el viaje, del lugar de partida del usuario.

**Destino:** El destino es el sitio de finalización del viaje, a donde el usuario desea llegar.

**Actividad:** Se debe determinar las actividades que realice la población encuestada en el origen y destino. Esto servirá para agrupar los datos de las encuestas respecto a la actividad que realizan. Entre las actividades podría colocarse hogar, trabajo, estudios, salud, compras y otros.

**Elección de transporte público:** Elección del encuestado entre el transporte público (Bus) y el transporte propuesto (Quito Cable).

Todos los campos descritos anteriormente deben ser evaluados en cada una de las líneas y así poder analizar el comportamiento de la población en cada una de las zonas.

Una vez desarrollada la metodología se puede diseñar una propuesta de encuesta para lo cual se debe considerar la población, el tamaño de la muestra, el análisis espacial correspondiente y las variables y factores mencionados en el Capítulo III. La propuesta piloto se puede observar en la Figura 24.



**ESTUDIO DE DEMANDA DEL PROYECTO “QUITO CABLES”  
FORMATO ENCUESTAS DE PREFERENCIAS DECLARADAS**



**Línea Pisulí - La Ofelia**

**Posee vehículo:** Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_ **Edad:** \_\_\_\_\_

**Origen:** \_\_\_\_\_

**Actividad:** Casa (Hogar): \_\_\_\_\_ Trabajo: \_\_\_\_\_ Estudio: \_\_\_\_\_  
Salud: \_\_\_\_\_ Compras: \_\_\_\_\_ Otro: \_\_\_\_\_

**Destino:** \_\_\_\_\_

**Actividad:** Casa (Hogar): \_\_\_\_\_ Trabajo: \_\_\_\_\_ Estudio: \_\_\_\_\_  
Salud: \_\_\_\_\_ Compras: \_\_\_\_\_ Otro: \_\_\_\_\_

Hora	
7 - 9	
9 - 11	
11 - 13	
13 - 15	
15 - 17	
17 - 19	
19 - 21	

# Pregunta	Transporte público	Quito Cables	# Pregunta	Transporte público	Quito Cables	# Pregunta	Transporte público	Quito Cables
1			25			49		
2			26			50		
3			27			51		
4			28			52		
5			29			53		
6			30			54		
7			31			55		
8			32			56		
9			33			57		
10			34			58		
11			35			59		
12			36			60		
13			37					
14			38					
15			39					
16			40					
17			41					
18			42					
19			43					
20			44					
21			45					
22			46					
23			47					
24			48					

**Figura 25. Formato de Encuesta de preferencia declarada**  
Elaboración. Propia.

La formulación propuesta de encuesta nos ayuda a conocer la realidad de la población en el estudio, explicar fenómenos típicos como número de viajes producidos y atraídos por zonas, por propósitos, entre otros. Además, nos ayuda a predecir los comportamientos futuros es este caso de estudio en específico nos ayudaría a conocer el cambio en la distribución modal del transporte, que actualmente es solo terrestre y podría cambiar a una distribución terrestre y por cable.

#### **4.1. Calibración de la Encuesta**

La calibración nos ayuda a evaluar si se están considerando todas las variables necesarias o se podría determinar otro tipo de encuesta que refleje de mejor manera la realidad de un levantamiento en campo. La encuesta debe ser amigable tanto para el encuestador como para el encuestado, debe ser clara, contener todas las variables necesarias para su futuro análisis y que muestre la realidad de lo que se quiere estudiar, y debe ser tomada en un tiempo prudente para no cansar al encuestado.

Para este proyecto específico de transporte por cables resulta conveniente el uso de modelos de elección discreta ya que permiten la modelización de variables cualitativas, a través del uso de técnicas propias de las variables discretas. Se dice que una variable es discreta cuando está formada por un número finito de alternativas que miden cualidades. Esta característica exige la codificación como paso previo a la modelización, proceso por el cual las alternativas de las variables se transforman en códigos o valores cuánticos, susceptibles de ser modelizados (Medina Moral, 2003).

Los modelos de elección discreta pueden estimarse a partir de datos de preferencia revelada o de preferencias declaradas.

Las técnicas de preferencia declarada son un conjunto de metodologías que utilizan como base los datos de las declaraciones realizadas por los individuos acerca de cuál sería su forma de actuar ante diferentes situaciones hipotéticas que le son presentadas y que deben ser lo más cercanas y aproximadas a la realidad (Ortuzar & Garrido, 2000). Existen distintas técnicas de preferencias declaradas que se denominan con diferentes nombres. Los más conocidos son: análisis conjunto, medición funcional y análisis de compromisos (Ortuzar & Garrido, 2000).

Los tres utilizan técnicas de diseño experimental para generar las opciones a ser evaluadas por el encuestado. Por otra parte, las técnicas de preferencias reveladas permiten alcanzar estimaciones de demanda a partir de los datos de las elecciones

realizadas por las personas en el mercado real, así es que las principales fuentes de datos utilizados en estas técnicas son las encuestas de origen y destino de viajes.

Para el presente estudio se ha utilizado la modalidad de *experimentos de elección*, en donde el encuestado debe escoger la alternativa que considere mejor, dentro del conjunto disponible de alternativas presentadas. Se utilizó dos tipos de aplicaciones:

- Elección discreta de una opción de un conjunto de alternativas.
- Elección discreta que clasifica un conjunto de opciones en dos grupos del tipo: prefiero esta opción/no prefiero esta opción, considerar/no considerar.

Todo diseño experimental de preferencias declaradas consiste en una serie de variables. Para el estudio se consideraron las siguientes para la encuesta piloto:

- Independientes:
  - Costo monetario del viaje (dólares americanos)
  - El tiempo de viaje (intervalos de tiempo en minutos)

Las cuales están relacionadas con una variable

- Dependiente:
  - Bus (transporte público)
  - Quito cables (propuesto)

Niveles (o valores) de variables independientes para encuesta piloto:

**Tabla 3. Niveles de variables independientes**

<b>Transporte público</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Tarifa (\$)</b>
Línea Argelia-Conocoto	85	0,65
<b>Quito cables</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Tarifa (\$)</b>
Línea Argelia-Conocoto	23	0,70
	43	0,95
	63	1,20
		1,50
<b>Transporte público</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Tarifa (\$)</b>
Línea Mena 2-Solanda	40	0.25
<b>Quito cables</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Tarifa (\$)</b>
Línea Mena 2-Solanda	8	0.70
	20	0.95
	43	1.20
		1.50

Además, se realizaron combinaciones para el proceso de elección como se muestran en las siguientes Tablas:

**Tabla 4. Línea Argelia - Conocoto**

NuTarjeta	Tiempo_Bus	Tarifa_Bus	Tiempo_Cables	Tarifa_Cables
1	85.00	0.65	23.00	0.70
2	85.00	0.65	63.00	1.50
3	85.00	0.65	23.00	0.95
4	85.00	0.65	63.00	1.20
5	85.00	0.65	23.00	1.20
6	85.00	0.65	63.00	0.95
7	85.00	0.65	23.00	1.50
8	85.00	0.65	63.00	0.70
9	85.00	0.65	43.00	0.70
10	85.00	0.65	43.00	1.50
11	85.00	0.65	43.00	0.95
12	85.00	0.65	43.00	1.20

**Tabla 5: Línea Mena 2 - Solanda:**

NuTarjeta	Tiempo_Bus	Tarifa_Bus	Tiempo_Cables	Tarifa_Cables
1	40.00	0.25	8.00	0.70
2	40.00	0.25	43.00	1.50
3	40.00	0.25	8.00	0.95
4	40.00	0.25	43.00	1.20
5	40.00	0.25	8.00	1.20
6	40.00	0.25	43.00	0.95
7	40.00	0.25	8.00	1.50
8	40.00	0.25	43.00	0.70
9	40.00	0.25	20.00	0.70
10	40.00	0.25	20.00	1.50
11	40.00	0.25	20.00	0.95
12	40.00	0.25	20.00	1.20

Luego se consideró la elección discreta del modo de viaje tomando en cuenta los atributos de cada modo de transporte, como se muestra en la tarjeta de la Figura 25.



Figura 26. Gráfico de tarjetas.  
Elaboración. Propia

#### 4.2. Capacitación a encuestadores

Gran parte del éxito de una investigación es la correcta recolección, obtención y confiabilidad de los datos, es por ello la necesidad de un proceso formativo de los encuestadores orientados al objetivo del estudio para que los mismos conozcan la metodología a utilizarse en el levantamiento de la información de campo. Dependiendo del nivel de conocimiento y experiencia de los encuestadores, la capacitación debe ser de mayor o menor intensidad y extensión.

Ya que en la encuesta piloto se usaron las variables antes descritas, en las encuestas de elección se utilizarán un mínimo de 12 situaciones de elección, utilizando las tarjetas de la Figura 25, con un total de 12 combinaciones para evitar el efecto fatiga del entrevistado. El entrevistador además de tener un juego de 12 tarjetas debe llenar un formulario para cada encuestado (Fig 24).

Para verificar el correcto levantamiento de encuestas es necesario que el especialista técnico en transporte se encuentre supervisando el trabajo a ser realizado.

#### 4.3. Conteo Pantalla

Se considera realizar un conteo de pantalla con el objetivo de estimar la demanda del transporte público en cada una de las zonas geográficas seleccionadas. Los lugares

ideales para hacer un conteo de pantalla son las calles o paradas de buses que se encuentran próximos a los centros de actividad de las zonas seleccionadas.

Varios autores sugieren hacer el conteo pantalla durante los días laborables, tanto en horas pico como en horarios sin carga de tráfico para poder tener una muestra representativa de la realidad de la demanda. Los patrones de viaje en general, varían en el transcurso de la semana, si se decide hacer un conteo de pantalla durante el fin de semana se debe realizar el conteo en zonas próximas a destinos populares de recreación.

En el caso del Distrito Metropolitano de Quito se cuenta con la ordenanza No. 305 que establece en su capítulo “Regulación de la circulación Vehicular”, (Consejo Metropolitano de Quito, 2010) ordenanza que se debe tomar en cuenta para establecer los horarios de circulación masiva, en su capítulo II “Características de la medida de restricción de circulación vehicular”, sección I, artículo 9 “La medida de restricción de circulación se aplicará de lunes a viernes; en la mañana, entre las 07h00 y 09h30; y, en la tarde y noche, entre las 16h00 y 19h30 de acuerdo con el siguiente calendario Figura 27:”

Día de la semana	Último dígito de la placa del vehículo para el que rige la restricción
Lunes	1 y 2
Martes	3 y 4
Miércoles	5 y 6
Jueves	7 y 8
Viernes	9 y 0
Sábado	Ninguno
Domingo	Ninguno
Ferados	Ninguno

**Figura 27. Calendario de pico y placa.**  
**Fuente. (AMT, 2016)**

Con esta información se puede definir los horarios para obtener una muestra representativa del volumen ya que el horario de conteo contemplaría el horario de jornada laboral, horas pico y no pico de circulación vehicular. En el caso específico de la ruta Valles (Tumbaco- La Carolina), se analizará además el cambio de usuarios con vehículo privado al uso del transporte público, ya que lo ideal sería incentivar el uso del transporte público pero debemos entender la “resistencia al cambio” que existe en esta zona.

Los datos deben ser recogidos de forma sistemática para permitir una comparación de los patrones en el tiempo. Las ventajas del conteo pantalla son su bajo costo a diferencia de los métodos automatizados. Pero su desventaja es que se requiere de una capacitación especializada por lo que se sugiere realizar una capacitación al personal (estudiantes, pasantes) que van a realizar el mencionado conteo.

Se debe utilizar dos tipos de formularios, el primero para la recolección del número de buses que circulan en cada zona de estudio y un segundo formulario donde se determine la ocupación del medio de transporte (Ocupación Baja=20%, Media = 50%, Alta = 90%). Como se puede observar en las Tablas 5 y 6.

**Tabla 5. Descripción del número de buses de acuerdo al horario**

Horario	Número de Buses
6-7	
7-8	
12-13	
13-14	
17-18	
18-19	

Elaboración. Propia

**Tabla 6. Descripción de la ocupación de los buses de acuerdo al horario**

Horario	Ocupación del Bus		
	Baja	Media	Alta
6-7			
7-8			
12-13			
13-14			
17-18			
18-19			

Elaboración. Propia

#### **4.4. Procesamiento de los datos**

Una vez recolectada la información mediante los formularios ya definidos en el trabajo de campo, se procede al procesamiento de datos. Se puede utilizar programas sencillos como Excel 2013, ya que este programa permite la generación de fórmulas sencillas, es así que, se sugiere las fórmulas:

$$\text{Ocupación Total} = \text{Oc. Baja} + \text{Oc. Media} + \text{Oc. Alta}$$

$$\text{Ocupación} = \text{Ajuste} * (\text{Oc. Baja} * \% \text{Oc. Baja} * \text{total} + \text{Oc. Media} * \% \text{Oc. Media} * \text{total} + \text{Oc. Alta} * \% \text{Oc. Alta} * \text{total})$$

$$\text{Total sentido} = \text{Suma de ocupación por sentido}$$

$$\text{Total por línea} = \text{Suma total por cada sentido}$$

#### 4.4.1. Interpolación

La interpolación es el proceso mediante el cual se trata de determinar un dato de un intervalo en el que conocemos los valores de los extremos. Lo cual podemos representarlo con la siguiente fórmula:

$$Y = y_a + (X - x_a) * (y_b - y_a) / (x_b - x_a)$$

#### 4.4.2. Extrapolación

La extrapolación consiste en hallar un dato fuera del intervalo conocido, se debe tomar en cuenta que esté próximo a uno de los extremos, ya que de esta forma se garantiza la fiabilidad de los resultados obtenidos. Lo cual podemos representarlo con la siguiente fórmula:

$$Y = ((x_b - X) * (y_a - y_b) + (x_b - x_a) * y_b) / (x_b - x_a)$$

Se recomienda tomar un dato continuo y un dato superior para de esta forma evitar que se tenga gran variación de los mismos.

#### 4.4.3. Determinación de la cantidad semanal

La determinación de la cantidad semanal es igual a la sumatoria de todos los días de la semana, también se dan pesos o porcentajes cuando se hace una diferenciación entre los días laborables y los días correspondientes al fin de semana ya que el comportamiento de la movilidad en estos, varía. Para este caso de estudio en específico al valor que obtendremos de un día laboral (lunes a viernes), se lo afectaremos por un factor de 80% los días sábados y el 60% los días domingos, debido a que el último mencionado presenta menor actividad.

El valor semanal será:

$$\text{Semanal} = 5 * (\text{Día laboral}) + (\text{sábado}) + (\text{domingo})$$

Con un ejemplo observamos:

Lunes - Viernes	
5 - 6	166

80 % Sábados	
5 - 6	133

60% Domingos	
5 - 6	100

$$\text{Semanal} = 5 * (166) + (133) + (100)$$

$$\text{Semanal} = 1.062 \text{ Personas}$$

#### 4.4.4. Determinación de la proyección anual

Para determinar la cantidad anual se multiplica el valor semanal, anteriormente calculado, por el número de semanas que tiene un año.

Valor semanal lo multiplicaremos por 52 semanas en el año.

$$\text{Anual} = 52 * (\text{Semanal})$$

Es necesario una calibración al modelo propuesto, esto se realiza una vez analizada la información y realizado un primer levantamiento de los datos, para poder analizar los resultados y saber si requieren de un ajuste tanto en las variables de tiempo, como en las variables de costos o tarifas, que son las que se van a manejar dentro de la encuesta.

En varios estudios para proyectos de transporte con encuestas, al realizar una calibración y ajuste, se requiere un mayor número en el levantamiento de información estadística y dando confiabilidad a la muestra.

La mencionada calibración debe realizarse en cada una de las líneas previstas para el estudio, debido a que el comportamiento individual en cada línea podría variar de acuerdo a otras variables como situación económica de la población, poder adquisitivo, valor del costo de tiempo del individuo encuestado, entre otros. Es así como quizás el comportamiento de los tres Líneas Norte, Centro y Sur, no podría presentar mayor cambio, pero al analizar el comportamiento de la población en el Línea Valles, se debe considerar que una parte representativa de la población en este sector se moviliza en vehículo particular y la encuesta estaría enfocada en la decisión de dejar su vehículo propio para tomar el transporte público.

De esta manera se plantearía la construcción de dos modelos: uno para la ciudad de Quito comparando los dos sistemas de transporte público propuestos y otro para la línea Valles, que compare el sistema de transporte en cables con el transporte privado.

#### **4.4.5. Administración de la encuesta**

La administración de la encuesta debería estar a cargo de la empresa o institución encargada del desarrollo del proyecto, en este caso específico la administración estaría a cargo de personal técnico de la Pontificia Universidad Católica y/o personal técnico de la Secretaria de Movilidad del Distrito Metropolitano de Quito.

## **CAPITULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

- Se realizó el diseño de la encuesta de preferencia declarada para el proyecto transporte por cables en el Municipio del DMQ para cuatro zonas geográficamente determinadas.
- Se analizó la situación actual del transporte terrestre y su impacto en el Distrito Metropolitano de Quito. Además, se analizaron casos exitosos de transporte por cable, en países latinoamericanos.
- Se realizó la calibración de la propuesta de la encuesta para obtener el diseño de encuesta de preferencia declarada.
- Al momento de diseñar una encuesta se debe tener claro el objetivo del estudio a ser realizado para poder considerar que tipo de encuesta sería la más adecuada de realizar para cumplir el análisis deseado.
- Para un habitante urbano la capacidad de desplazarse está condicionada por factores tales como la factibilidad de acceso físico a un modo de transporte, la frecuencia de ese modo de transporte y el costo económico del desplazamiento. Motivo por el cual, son temas a considerar el momento del diseño de una encuesta.
- Cualquier mejora en el sistema de transporte urbano e interparroquial es de gran importancia ya que genera más opciones de movilidad de la población y se enfrentarían los problemas de movilidad metropolitana. Motivo por el cual el diseño de una encuesta de preferencia declarada debe mostrar las ventajas del nuevo sistema de transporte propuesto para la ciudad.
- El sistema de transporte por cables en Quito, sería una opción de movilidad sostenible ya que minimiza los impactos al medio ambiente al utilizar tecnología limpia (eléctrica), reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero y aportando así a los problemas de cambio climático.
- Las poblaciones más pobres continúan viviendo en zonas relativamente marginales geográficamente hablando, en zonas de la ciudad donde el precio del suelo y

alquiler de una vivienda les resultan accesibles, en barrios muy alejados del centro de la ciudad, en zonas altas en el caso específico de la ciudad de Quito, es por ello que el sistema de transporte por cables daría a la población la posibilidad de estar incluida compartiendo criterios de equidad y sostenibilidad. Conectando barrios empinados de alta densidad con el resto de la ciudad.

- Para el diseño de la encuesta de preferencia declarada se tomó en cuenta la normativa urbana de la ciudad de Quito, debido a que las competencias de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial le competen a cada municipio y en este caso específico se consideró el horario de pico y placa.
- Cada zona de estudio tiene sus propias características, tanto sociales como geográficas, perfil socioeconómico de las comunidades y patrones de viaje, por lo que se debe realizar las encuestas de preferencia declarada en cada una de las zonas mencionadas en el presente trabajo.

## **5.2. Recomendaciones**

- Es importante resaltar que, la planificación de transporte urbano requiere de una actualización en la forma de comprender los fenómenos urbanos contemporáneos, tomando en cuenta la forma en que se hacen las ciudades, la forma en que se modela el transporte, las variables que se incluyen en los modelos y como se combinan los mismos para incluirlos dentro de una encuesta de preferencia declarada.
- Cualquier tipo de sistema de transporte que se planea implementar debe ser desarrollado con los respectivos estudios de movilidad, estudios de desarrollo y planificación urbana.
- Se recomienda implementar un sistema de transporte que brinde calidad, eficiencia y seguridad a los usuarios, ya que si este no es atractivo al usuario, no se convertiría en un modo de transporte competitivo frente al vehículo privado.
- El nuevo sistema implementado debería estar integrado (conectividad) a la red de transporte público del Distrito Metropolitano de Quito (trolebús, ecovía, metrovía, metro), para ser complementario y así convertirse en una red integrada de transporte público.

- Se recomienda un estudio de posibles paradas entre un punto de origen y su destino, ya que posiblemente existan usuarios que requieren bajarse en puntos medios del trayecto a ser implementado por lo que se sugiere realizar otra encuesta para conocer las preferencias del usuario.
- Debe ser considerado, para un estudio de encuestas de preferencias declaradas, el conjunto de barreras y obstáculos para la integración urbana, las rutinas cotidianas de la población en toda su diversidad, los horizontes sociales y las expectativas individuales.
- Se debe considerar en el diseño de encuesta de preferencia declarada, la impedancia en acceder al sistema, que se define como la resistencia que experimentan los usuarios del transporte en el acceso al sistema, teniendo en cuenta las diferentes condiciones de acceso y las particularidades que les impiden su utilización.
- Ya que el sistema vial presenta limitaciones en su infraestructura, capacidad vial y desgaste normal del suelo; se recomienda garantizar la funcionalidad de la circulación, la conectividad, seguridad vial en el nuevo sistema de movilidad propuesto (movilidad por cables), ya que al momento de realizar las encuestas los usuarios muestran su insatisfacción con la infraestructura del sistema de transporte público actual.
- Se debe evaluar en forma individual cada una de las áreas o zonas donde se planea realizar el proyecto de Cables, ya que la encuesta de preferencia declarada debe ser diseñada de acuerdo a las características socioeconómicas y geográficas de cada zona.
- El sistema de movilidad del Distrito Metropolitano de Quito presenta serios problemas en lo referente a la fluidez del tráfico, especialmente en horas pico, lo mencionado debido al alto crecimiento de la demanda de circulación del parque vehicular y limitada capacidad vial disponible. Por lo que se requiere de manera estratégica la implementación de alternativas de movilidad pública de calidad.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- AMT. (2016). Agencia Metropolitana de Tránsito.
- Analítica. (2016). Suspenden tramo del Metrocable de San Agustín por labores de mantenimiento. Retrieved May 30, 2016, from <http://www.analitica.com/actualidad/actualidad-nacional/suspenden-tramo-del-metrocable-de-san-agustin-por-labores-de-mantenimiento/>
- Ben-Akiva, M. E. (2002). Integration of choice and latent variable models. *In Perpetual Motion: Travel Behaviour. Research Opportunities and Challenges.*, 431–470.
- Bradley, M. A., & Kroes, E. (1990). Forecasting issues in stated preference survey research. Washington DC: 69th TBR Annual Meeting.
- Consejo Metropolitano de Quito, . Ordenanza Metropolitana No. 0305 (2010). Ecuador.
- Contreras, M. (2013). Tlalpan.
- Dalkmann, H., & Brannigan, C. (2011). Transport and Climate Change. Module 5e: sustainable transport: A Sourcebook for Policy - makers in Developing Cities.
- Dávila, J. D. (2013). Movilidad urbana & pobreza. Aprendizajes de Medellín y Soacha, Colombia. The Development Planning Unit. Retrieved from [https://www.bartlett.ucl.ac.uk/dpu/metrocables/book/Davila\\_2012\\_Movilidad\\_urbana\\_y\\_pobreza\\_UCL\\_UNAL.pdf](https://www.bartlett.ucl.ac.uk/dpu/metrocables/book/Davila_2012_Movilidad_urbana_y_pobreza_UCL_UNAL.pdf)
- Dávila, J., & Daste, D. (2011). Pobreza, participación y Metrocable. Estudio del caso de Medellín. Retrieved from <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n54/n54-ajdav.pdf>
- Echeverri, A., & Orsini, F. (2010). Informabilidad y urbanismo social en Medellín. Medellín: Fondo Editorial Universidad EAFIT.
- El, R., Alumnos, C. D. E. L. O. S., Atlántico, C., Universidad, T., & Laguna, D. La. (2012). DECLARADAS CON PREFERENCIAS IMPLANTACIÓN DEL TRANVÍA, 65–80.
- Espino, R., Ortúzar, J. D. D., & Román, C. (2004). Diseño de preferencias declaradas para analizar la demanda de viajes. *Estudios de Economía Aplicada*, 22, 759–793.

- Fundacion Futuro. (2016). ¿Qué son las encuestas?
- FundaciónFuturo. (2008). Historia de las Encuestas -. Retrieved March 1, 2015, from <http://www.fundacionfuturo.cl/index.php?Itemid=54>
- Hevia, H., Valenzuela, M. E., & Carvajal, P. (2007). Estimación de Intervalos de Confianza.
- Ibeas, A., Gonzales, F., Dell'Olio, L., & Moura, J. (2007). Manual de Encuestas de Movilidad. Preferencias Reveladas.
- INEC. (2015). Anuario de Estadísticas de Transportes 2014, 1–417. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Inhabitat. (2014). World's Longest Cable Car System set to Open in La Paz, Bolivia LaPaz Bolivia cable car 2. Retrieved February 2, 2016, from <http://inhabitat.com/bolivia-boasts-the-worlds-longest-cable-car-system/la-paz-worlds-longest-cable-car-1/>
- Instituto Mexicano del Transporte. (2002). Estudio de la Demanda de Transporte.
- Instituto Mexicano del Transporte. (2011). Métodos de elección discreta en la estimación de la demanda de transporte.
- International Energy Agency. (2016). Energy and Air Pollution. *World Energy Outlook - Special Report*, 266. <http://doi.org/10.1021/ac00256a010>
- MDMQ. (2009). Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025.
- Medina Moral, E. (2003). Modelos de elección discreta. *REVISTA Universidad EAFIT*, 44(152), 66–79. <http://doi.org/10.4067/S0717-92002003000300001>
- Merlin, P. (1992). Les transports urbains. *P.U.F.*
- Metro de Madrid, . (2010). Formulario para la encuesta de movilidad. Quito.
- MICSE. (2014). *Balance Energético Nacional*. Quito.

- Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos. (2015). *Balance Energético Nacional 2015*.
- Ortuzar, J. de D., & Garrido, R. (2000). An application of ordinal probit to SP rating data. In *Stated Preference Modelling Techniques*. London: PTRC Education and Research Services.
- Ortúzar, J. de D., & Willumsen, L. (2011). *Modelling Transport*. United Kingdom.
- PlataformaUrbana. (2014). Encuentro Diálogos entre Medellín y Valparaíso. Retrieved January 21, 2016, from <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2014/06/26/encuentro-dialogos-entre-medellin-y-valparaiso-3-y-4-de-julio/>
- Pompilio, J. (2006). Diseño de un experimento de preferencias declaradas para la elección de modo de transporte urbano de pasajeros. *Revista de Economía Y Estadística*, 44, 81–123.
- Secretaría de Movilidad. (2014). Diagnóstico de la movilidad en el Distrito Metropolitano de Quito para el plan Metropolitano de Desarrollo territorial (PMOT).
- Small, K. (2001). *Urban Transport Economics*. Londres: Routledge.
- Suárez, D., Ledesma, F., Magne, N., Albarado, J., Andrade, J., Llumiquinga, M., ... Rosales, A. (2016). *Mi Bus UIO*.
- Tiposde.org. (2016). Tipos de encuestas. Retrieved April 15, 2016, from <http://www.tiposde.org/escolares/123-tipos-de-encuestas/>
- Visuata, B. (1989). *Técnicas de Investigación Social. Y recogida de datos*. Barcelona: PPU.
- Wittwer, F., & Hidalgo, R. (2009). *Plan maestro de movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito: 2009-2025*. Quito.

## **7. ANEXOS**

### **ANEXO 1** **Archivo Fotográfico**

## Capacitación a encuestadores



## Conteo de pantalla







### Levantamiento de encuestas







## **ANEXO 2**

### **Diseño de Tarjetas**



PRFUIINTA 1

**Transporte Público**



Tiempo de viaje  
70 min.

Coste  
\$ 0.25

**Quito Cables**



Tiempo de viaje  
40 min.

Coste  
\$ 0.25



PRFUIINTA 1

**Transporte Público**



Tiempo de viaje  
80 min.

Coste  
\$ 0.60

**Quito Cables**



Tiempo de viaje  
55 min.

Coste  
\$ 0.60



### Quito cables



Tiempo de viaje  
40 min.

Coste  
\$ 1.00

### Transporte Privado



Tiempo de viaje  
35 min.

Peaje  
\$ 0.40

# **ANEXO 3**

## **Formularios para conteo en pantalla**



**ESTUDIO DE DEMANDA DEL PROYECTO "QUITO CABLES"  
CONTEO PANTALLA "BUSES"**



**Línea Argelia-Solanda**

**Sentido: Argelia - Solanda**

<b>Horario</b>	<b>Número de Buses</b>
6 - 7	
7 - 8	
12 - 13	
13 - 14	
17 - 18	
18 - 19	



**ESTUDIO DE DEMANDA DEL PROYECTO "QUITO CABLES"  
CONTEO PANTALLA "BUSES"**



**Línea Pisulí - Ofelia**

**Sentido: Ofelia - Pisulí**

Horario	Ocupación del Bus		
	Baja	Media	Alta
9 - 10			
10 - 11			
15 - 16			

# **ANEXO 4**

## **Formatos de encuesta**



**ESTUDIO DE DEMANDA DEL PROYECTO "QUITO CABLES"  
FORMATO ENCUESTAS DE PREFERENCIAS DECLARADAS**



**Línea Pisulí - La Ofelia**

**Posee vehículo:** Si: \_\_\_\_ No: \_\_\_\_ **Edad:** \_\_\_\_

**Origen:** \_\_\_\_\_

**Actividad:** Casa (Hogar): \_\_\_\_ Trabajo: \_\_\_\_ Estudio: \_\_\_\_  
Salud: \_\_\_\_ Compras: \_\_\_\_ Otro: \_\_\_\_

**Destino:** \_\_\_\_\_

**Actividad:** Casa (Hogar): \_\_\_\_ Trabajo: \_\_\_\_ Estudio: \_\_\_\_  
Salud: \_\_\_\_ Compras: \_\_\_\_ Otro: \_\_\_\_

Hora	
7 - 9	
9 - 11	
11 - 13	
13 - 15	
15 - 17	
17 - 19	
19 - 21	

# Pregunta	Transporte público	Quito Cables	# Pregunta	Transporte público	Quito Cables	# Pregunta	Transporte público	Quito Cables
1			25			49		
2			26			50		
3			27			51		
4			28			52		
5			29			53		
6			30			54		
7			31			55		
8			32			56		
9			33			57		
10			34			58		
11			35			59		
12			36			60		
13			37					
14			38					
15			39					
16			40					
17			41					
18			42					
19			43					
20			44					
21			45					
22			46					
23			47					
24			48					



**ESTUDIO DE DEMANDA DEL PROYECTO "QUITO CABLES"  
FORMATO ENCUESTAS DE PREFERENCIAS DECLARADAS**



**Línea Carolina-Tumbaco**

**Posee vehículo:** Si: \_\_\_\_ No: \_\_\_\_

**Edad:** \_\_\_\_

**Origen:** \_\_\_\_\_

**Actividad:** Casa (Hogar): \_\_\_\_ Trabajo: \_\_\_\_ Estudio: \_\_\_\_  
Salud: \_\_\_\_ Compras: \_\_\_\_ Otro: \_\_\_\_

**Destino:** \_\_\_\_\_

**Actividad:** Casa (Hogar): \_\_\_\_ Trabajo: \_\_\_\_ Estudio: \_\_\_\_  
Salud: \_\_\_\_ Compras: \_\_\_\_ Otro: \_\_\_\_

Hora	
7 - 9	
9 - 11	
11 - 13	
13 - 15	
15 - 17	
17 - 19	
19 - 21	

# Pregunta	Quito Cables	Transporte Privado	# Pregunta	Quito Cables	Transporte Privado
1			25		
2			26		
3			27		
4			28		
5			29		
6			30		
7			31		
8			32		
9			33		
10			34		
11			35		
12			36		
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					