

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

UNIDAD DE TITULACIÓN

**ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE Y EL METRO, FRENTE
AL USO DE VEHÍCULOS PARTICULARES HACIA EL
HIPERCENTRO DEL DMQ DESDE LOS VALLES**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGISTER
EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS CON MENCIÓN EN OPERACIONES DE
SECTORES ESTRATÉGICOS**

LUIS FELIPE PAUCAR QUINGA

luis.paucar03@epn.edu.ec

Director: Pedro Enrique Buitrón Flores, MSc.

pedro.buitron@epn.edu.ec

2019

APROBACIÓN DEL DIRECTOR

Como director del trabajo de titulación ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE, Y EL METRO DE QUITO AL USO DE VEHÍCULOS PARTICULARES HACIA EL HIPERCENTRO DEL DMQ DESDE LOS VALLES desarrollado por Luis Felipe Paucar Quinga, estudiante de la Maestría en Administración de Empresas, mención Operaciones de Sectores Estratégicos, habiendo supervisado la realización de este trabajo y realizado las correcciones correspondientes, doy por aprobada la redacción final del documento escrito para que prosiga con los trámites correspondientes a la sustentación de la defensa oral.

Pedro Enrique Buitrón Flores

DIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Luis Felipe Paucar Quinga, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Luis Felipe Paucar Quinga

DEDICATORIA

A mi esposa Paulina, por todo el amor, paciencia y apoyo incondicional en el desarrollo de este trabajo y todos los aspectos de la vida.

A mis padres, por el apoyo brindado siempre y ejemplo de honestidad, trabajo y dedicación a la familia.

AGRADECIMIENTO

A Dios y la Virgen María, que guían mis pasos en cada una de mis actividades y que protegen a toda mi familia. Hágase en mí tu palabra.

Un sincero agradecimiento a mi director, M.Sc. Pedro Buitrón, por su acertada guía en la consecución de este proyecto. A mis profesores de la Maestría por sus enseñanzas y experiencias compartidas.

A mi esposa, padres, suegros, hermanos y cuñados, que con sus palabras y ejemplo me han ayudado siempre.

ÍNDICE DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABLAS.....	ii
LISTA DE ANEXOS.....	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Objetivo general	3
1.3 Objetivos específicos	3
1.4 Hipótesis	3
1.5 Marco teórico	3
1.5.1 Análisis de Vialidad y Densidad en el DMQ	3
1.5.2 Movilidad en el DMQ	4
1.5.2.1 Políticas de Movilidad en la Ciudad de Quito	5
1.5.3 Gestión del Tiempo en el DMQ	6
1.5.4 Transporte.....	7
1.5.4.1 Transporte Urbano	8
1.5.5 Parqueaderos	9
1.5.6 Capacidad de Parqueaderos.....	10
1.5.6.1 Planeación de la Capacidad	10
1.5.6.2 Índice de Rotación	11
1.5.7 Parqueaderos en el Distrito Metropolitano de Quito.....	11
1.5.8 Estación de Transferencia.....	12
1.5.9 Metro de Quito	13
1.5.10 Sistema	13
1.5.10.1 Teoría General de Sistemas	14
1.5.10.2 Sistema Integrado.....	14
1.5.10.3 Sistemas Integrados en el Mundo.....	15
1.5.10.4 Sistema Integrado de Quito	17
1.5.11 Diseño de Red	18
1.5.11.1 Modelos de Optimización de Red	19
1.5.11.2 Problema de la Ruta más Corta.....	19
1.5.11.3 Red de Transporte	20
1.5.12 Planificación del Transporte Público	20
1.5.12.1 Modelos de Red y de Demanda.....	22

1.5.12.2	Función Objetivo y Restricciones	23
1.5.13	Logística.....	23
1.5.14	Programación del Transporte.....	24
1.5.15	Estructura de Costos de Transporte Público	24
1.5.16	Estructura de Costos en Vehículo Particular	25
1.5.16.1	Costo de Operación	26
1.5.16.2	Costos de la Congestión en el DMQ	26
1.5.17	Consideraciones de la Red de Transporte	27
2.	METODOLOGÍA	28
2.1	Enfoque del proyecto	28
2.2	Alcance del proyecto de investigación.....	28
2.3	Diseño de la investigación.....	28
2.4	Selección de la muestra	29
2.4.1	Límites Geográficos de la Población	29
2.4.2	Población Vehicular	29
2.4.3	Selección Horaria de Movilidad Vehicular	29
2.4.4	Muestra	29
2.5	Elementos de análisis en vehículo particular.....	30
2.5.1	Rutas.....	30
2.5.2	Medición del Tiempo en Ruta, Distancia y Velocidad.....	30
2.5.2.1	Tiempo extra de pérdida por viaje	31
2.5.2.2	Tiempo extra de pérdida diario.....	31
2.5.3	Tasa de ocupación promedio en Vehículo Particular	31
2.5.4	Estructura de Costos.....	31
2.5.4.1	Costo de Operación	32
2.5.4.2	Costo de Congestión.....	33
2.5.5	Costo Promedio de Parqueaderos Públicos y Privados	34
2.6	Elementos de análisis del sistema integrado.....	34
2.6.1	Parqueaderos	35
2.6.1.1	Ubicación de los Parqueaderos	35
2.6.1.2	Capacidad de los Parqueaderos	35
2.6.1.3	Costo Tarifario de los Parqueaderos.....	35
2.6.2	Metro de Quito	36
2.6.2.1	Selección de las Paradas del Metro	36
2.6.2.2	Estaciones de Transferencia.....	36
2.6.2.3	Tarifas del Metro de Quito.....	36
2.6.3	Buses Alimentadores	36

2.6.3.1	Ruta de Buses Alimentadores y Tiempos de Traslado.....	36
2.6.3.2	Frecuencias de Buses y Tamaño de Flota	36
2.6.3.3	Tarifa de Recorrido	37
2.6.4	Planificación de la Red.....	37
2.6.4.1	Diseño de Rutas	37
2.6.4.2	Frecuencia	37
2.6.4.3	Horarios de Despacho	38
2.6.4.4	Asignación de Flota.....	38
2.6.4.5	Asignación de recursos:.....	38
3.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	39
3.1	Ubicación de la Zona de Estudio.....	39
3.2	Población en el Distrito Metropolitano de Quito.....	40
3.2.1	Población del Valle de los Chillos.....	41
3.2.2	Población del Valle de Cumbayá y Tumbaco	42
3.3	Población Vehicular y Desplazamientos.....	43
3.3.1	Desplazamientos al Hipercentro de Quito	44
3.3.2	Desplazamientos Valle de los Chillos – Quito	45
3.3.3	Desplazamientos Valle de Cumbayá y Tumbaco – Quito.....	47
3.4	Selección Horaria de Circulación Vehicular.....	47
3.4.1	Muestra	48
3.4.1.1	Tamaño de la Muestra para la Av. General Rumiñahui.....	48
3.4.1.2	Tamaño de la Muestra para el Túnel Guayasamín	49
3.5	Elementos de Análisis del Desplazamiento en Vehículo Particular	49
3.5.1	Ubicación de Parqueaderos	49
3.5.1.1	Parqueadero Valle de los Chillos	50
3.5.1.2	Parqueadero Valle de Cumbayá	50
3.5.1.3	Estación de Transferencia La Carolina	51
3.5.2	Medición de Tiempos, Distancias y Rutas en Vehículo Particular	52
3.5.2.1	Ruta Valle de Los Chillos – Parque la Carolina.....	53
3.5.2.2	Ruta Cumbayá – Parque la Carolina.....	55
3.5.2.3	Cálculo del tiempo extra de pérdida por viaje y diario	56
3.5.3	Tasa de Ocupación Promedio en Vehículo Particular	57
3.5.4	Estructura de Costos Calculada	59
3.5.4.1	Costo de Operación:	59
3.5.4.2	Costo de Congestión.....	63
3.5.4.3	Costo Promedio de Parqueaderos Públicos y Privados	65
3.5.5	Costo Total de Traslado	66

3.6	Análisis y Resultados del Sistema Integrado.....	66
3.6.1	Parqueaderos	67
3.6.1.1	Ubicación de Parqueaderos del Sistema Integrado	67
3.6.1.2	Capacidad de los Parqueaderos	67
3.6.1.3	Pago Tarifario	68
3.6.2	Sistema Metro de Quito.....	69
3.6.2.1	Selección de las paradas del Metro y tiempos de traslado.....	69
3.6.2.2	Estaciones de Transferencia.....	70
3.6.2.3	Tarifas del Metro de Quito.....	71
3.6.3	Buses Alimentadores	71
3.6.3.1	Ruta y Tiempos de Traslado de Buses Alimentadores.....	71
3.6.3.2	Frecuencias de buses y tamaño de la flota	75
3.6.3.3	Tarifa de Recorrido	76
3.6.4	Planificación de la Red Valle de los Chillos.....	76
3.6.4.1	Diseño de rutas	76
3.6.4.2	Frecuencia	77
3.6.4.3	Horarios de Despacho	77
3.6.4.4	Asignación de Flota.....	77
3.6.4.5	Asignación de recursos.....	78
3.6.5	Planificación de la red Cumbayá.....	78
3.6.5.1	Diseño de rutas.....	78
3.6.5.2	Frecuencia	79
3.6.5.3	Horarios de Despacho	79
3.6.5.4	Asignación de Flota.....	79
3.6.5.5	Asignación de recursos:.....	79
3.7	Análisis de las Redes	79
3.7.1	Valle de los Chillos:.....	79
3.7.1.1	Análisis de tiempos en la Red.....	80
3.7.1.2	Análisis de costos en la red	81
3.7.1.3	Análisis comparativo de costos desde el Valle de los Chillos.....	81
3.7.2	Cumbayá.....	82
3.7.2.1	Análisis de Tiempos en la Red.....	83
3.7.2.2	Análisis de Costos de la Red	84
3.7.2.3	Análisis comparativo de costos desde Cumbayá	84
3.8	Discusión	85
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
4.1	Conclusiones.....	87

4.2	Recomendaciones	89
	Referencias Bibliográficas	90
ANEXOS	94	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Viajes desde Cumbayá y Tumbaco hacia el Hipercentro.....	4
Figura 2.	Demanda Esperada.....	11
Figura 3.	Planificación de un Sistema de Transporte Público Colectivo Urbano.....	21
Figura 4.	Localización del DMQ en la provincia y el País.....	39
Figura 5.	Macrocentralidad del DMQ y el Hipercentro de Quito.....	40
Figura 6.	Concentración de equipos, servicios y empresas en el DMQ.....	41
Figura 7.	Vehículos Nuevos Matriculados en la Ciudad de Quito.....	44
Figura 8.	Tendencia de Desplazamientos en Transporte Privado al Hipercentro de Quito al 2025.....	45
Figura 9.	Distribución horaria de movilidad día DMQ, en día laborable.....	48
Figura 10.	Ubicación del Parqueadero Los Chillos.....	50
Figura 11.	Ubicación del Parqueadero Cumbayá.....	51
Figura 12.	Ubicación Estación de transferencia La Carolina.....	52
Figura 13.	Recorrido, Tiempo y Distancia PLC - La Carolina.....	53
Figura 14.	Recorrido, Tiempo y Distancia Parqueadero 2- La Carolina.....	55
Figura 15.	Costo de combustible.....	60
Figura 16.	Tiempo de Traslado Estación San Francisco – Estación La Carolina.....	69
Figura 17.	Trayectoria Estación de Transferencia 24 de Mayo – Estación San Francisco.....	70
Figura 18.	Estación de transferencia La Carolina.....	71
Figura 19.	Ruta Parqueadero Los Chillos – Estación de Transferencia 24 de Mayo....	72
Figura 20.	Tiempo de Traslado Estación de Transferencia 24 de Mayo – Estación San Francisco.....	73
Figura 21.	Ruta Parqueadero Cumbayá – Estación de Transferencia La Carolina.....	74
Figura 22.	Tiempo de Traslado desde la Estación de transferencia hasta la Estación del Metro.....	75
Figura 23.	Ruta del sistema integrado Valle de los Chillos - Hipercentro.....	77
Figura 24.	Ruta del sistema integrado Cumbayá - Hipercentro.....	78
Figura 25.	Diseño de Red del Sistema Integrado.....	79
Figura 26.	Tiempos del sistema integrado y vehículo Particular.....	80
Figura 27.	Costo del traslado en el Sistema Integrado frente al vehículo particular.....	81
Figura 28.	Diseño de Red del Sistema Integrado y Vehículo particular.....	82
Figura 29.	Tiempos del sistema integrado y vehículo particular Cumbayá.....	83

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Población de las Parroquias del Valle de los Chillos	42
Tabla 2.	PEA del Valle de los Chillos al 2018	42
Tabla 3.	Población del Valle de Cumbayá y Tumbaco	43
Tabla 4.	PEA en los Valles de Cumbayá y Tumbaco	43
Tabla 5.	Vehículos Matriculados en la Ciudad de Quito 2013-2018	43
Tabla 6.	Desplazamientos al Hipercentro desde los Valles	44
Tabla 7.	Vehículos los Chillos - Quito	46
Tabla 8.	Número de Vehículos por hora – julio 2018	46
Tabla 9.	Vehículos Cumbayá - Quito	47
Tabla 10.	Desplazamientos PLC – Estación de Trasferencia La Carolina	54
Tabla 11.	Desplazamientos Estación de Transferencia La Carolina – PLC	54
Tabla 12.	Desplazamientos Cumbayá – La Carolina	55
Tabla 13.	Tiempo de recorrido La Carolina – Parqueadero Cumbayá	56
Tabla 14.	Tiempo extra de traslado en horas pico - Los Chillos	57
Tabla 15.	Tiempo extra de traslado en horas pico - Cumbayá	57
Tabla 16.	Tasa de Ocupación Valle de los Chillos	58
Tabla 17.	Porcentaje de Ocupantes por Vehículo desde el Valle de los Chillos	58
Tabla 18.	Tasa de Ocupación Cumbayá	58
Tabla 19.	Porcentaje de ocupantes por vehículo desde Cumbayá	59
Tabla 20.	Consumo de gasolina por galón y kilómetros	60
Tabla 21.	Costo de Rodamiento	61
Tabla 22.	Numero de Mantenimientos al año	62
Tabla 23.	Costo de Mantenimiento	62
Tabla 24.	Costo de Operación Valle – Parque la Carolina	62
Tabla 25.	Estrato del Nivel Socioeconómico	63
Tabla 26.	Progresión Salarial en base al SBU	64
Tabla 27.	Costo de Congestión	65
Tabla 28.	Costo Tarifario Parqueaderos	65
Tabla 29.	Costo de Parqueo	65
Tabla 30.	Costo de traslado en vehículo particular diario	66
Tabla 31.	Costo de Traslado en Vehículo particular mensual	66
Tabla 32.	Costo de Parqueo del Sistema Integrado	69
Tabla 33.	Tiempos de la Red Los Chillos	80
Tabla 34.	Tiempos de traslado diario del sistema integrado y en vehículo particular Los Chillos	80

Tabla 35.	Tarifas del Sistema Integrado los Chillos	81
Tabla 36.	Costo diario de traslado del Sistema Integrado y Vehículo particular.....	82
Tabla 37.	Costo Mensual de traslado desde el Valle de los Chillos al Hipercentro	82
Tabla 38.	Tiempos de la Red Cumbayá.....	83
Tabla 39.	Tiempos de traslado diario del sistema integrado – Vehículo particular Cumbayá.....	83
Tabla 40.	Tarifas del sistema integrado Cumbayá	84
Tabla 41.	Costo de traslado diario del sistema integrado y vehículo particular	84
Tabla 42.	Costo de traslado mensual del sistema integrado y vehículo particular	84

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1.	Vehículos matriculados entre los años 2015 al 2018, Agencia Metropolitana de Transito	95
ANEXO 2.	Número de Personas por Vehículo – Valle de los Chillos	97
ANEXO 3.	Número de Personas por Vehículo – Cumbayá	106

RESUMEN

El presente trabajo, es un estudio que analiza los desplazamientos de personas en vehículos particulares, desde los valles hasta el hipercentro del Distrito Metropolitano de Quito. Se realiza un estudio de tiempos, costos y uso del vehículo particular desde el Valle de Chillos y Cumbayá, hacia Quito en horas pico de forma diaria y mensual. Al mismo tiempo, se plantea crear un sistema integrado de transporte que contempla parqueaderos fuera del hipercentro, buses de interconexión y el Metro de Quito. Los dos métodos de transporte son comparados y analizados en el contexto de tiempos y costos. Para la medición de tiempos del transporte en vehículo particular, se investiga in situ de forma diaria en horas pico, el tiempo de traslado desde los puntos determinados, además se establece la estructura de costos para este tipo de transporte y las rutas, con el método de la ruta más corta. Para el sistema integrado se establecen los parqueaderos su capacidad y sus tarifas, se establece un método de conexión con las paradas del Metro de Quito a través de la ruta más corta, y se establece sus tarifas y tiempos de traslado. Al final se compara los dos sistemas y se determina que el sistema integrado de transporte, según las hipótesis planteadas en este trabajo, es el método que emplea menor costo y tiempo.

Palabras Claves: desplazamiento, sistema integrado de transporte, estructura de costos, tiempo, Metro de Quito, tasa de ocupación.

ABSTRACT

The present work is a study that analyzes the displacement of people in private vehicles, from the valleys to the hypercenter of the Metropolitan District of Quito. A study of times, costs and use of the private vehicle from the Valle de los Chillos and Cumbayá to Quito at peak hours on a daily and monthly basis. At the same time, it is proposed to create an integrated transport system that includes parking lots outside the hypercenter, interconnection buses and the Quito Metro. These two transport methods are compared and analyzed in the context of time and costs. For the measurement of transport times in a private vehicle, the transfer time from the determined points is investigated on-site daily at peak hours, in addition to establishing the cost structure for this type of transport and routes, using the method of the shortest route. For the integrated system, the parking capacity and its tariffs are established, a method of connection with the stops of the Quito Metro is established through the shortest route, and its tariffs and transfer times are established. Finally, these two systems are compared and it is determined which integrated transport system, according to the hypotheses proposed in this work, is the method that uses the lowest cost and time.

Keywords: displacement, integrated transport system, cost structure, time, Quito Metro, occupancy rate.

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento del parque automotor y el aumento poblacional, hace que cada vez haya mayor cantidad de personas que residen en la ciudad de Quito, sumado ambos factores da como resultado grandes congestiones y aumento en el tiempo de traslado de las personas, ya sea este en vehículo propio o transporte público, una persona puede demorarse 1.5 veces más tiempo en recorrer la misma ruta en horas pico y este puede llegar hasta 1.8 veces más tiempo en transporte público (EPMMOP, 2009).

La problemática de las grandes ciudades o capitales de América y del mundo es sin duda la congestión vehicular y el tiempo que una persona pierde al encontrarse dentro de ella. Generar nuevas ideas que ayuden a mermar el problema del tráfico es el reto de cada ciudad.

El crecimiento del parque automotor en los últimos años, la sinuosidad de la geografía de la ciudad, el urbanismo, la migración de las personas a los valles para vivienda (EPMMOP, 2009), la tasa de ocupación promedio que es de 1.7 personas por vehículo (Guamaní, 2016, pág. 48), hacen más caótico el traslado tanto en vehículo particular como en transporte público.

El aumento de la densificación en el hipercentro de la ciudad ha contribuido en la atracción de vehículos, la disminución de terrenos utilizados como parqueaderos públicos por la construcción de grandes edificios ha contribuido en la disminución de zonas de parqueo, congestionando aún más la ciudad.

El sub sistema de transporte masivo Metro de Quito, pretende ser la columna vertebral de la ciudad, que traslade a las personas desde la parada del Labrador al norte hasta la parada de Quitumbe al sur y viceversa, con un tiempo aproximado de viaje de 34 minutos. (Metro de Quito, 2018), pero este sistema no tiene una conexión directa con las personas que llegan desde los Valles al este de Quito, de la misma manera de los barrios altos al oeste.

Se pretende encontrar una forma de conectar a las personas que viven en los valles (Chillos y Cumbayá) con el Metro de Quito, mediante buses que circulen por un carril exclusivo de las avenidas que conectan con el hipercentro (Av. General Rumiñahui, Túnel Guayasamín). Los propietarios de vehículos pueden hacer uso de parqueaderos que estarán en sitios estratégicos, donde aparcarán su automotor para tomar el bus nexa con el sistema metro.

Se pretende disminuir el tiempo de viaje de las personas al hipercentro de Quito, en especial a las zonas donde se desarrolla la zona comercial y turística de Quito como es el sector de la Mariscal, e Iñaquito así como su centro histórico. De manera simultánea se comparará el tiempo de viaje a los mismos puntos, pero en vehículo particular.

1.1 Planteamiento del problema

¿Cuál sería el tiempo de viaje de las personas que se trasladan en vehículo particular hacia el hipercentro del DMQ desde los valles en horas pico, frente al uso de un sistema integrado de parqueaderos, buses alimentadores y paradas del metro?

El alto índice de desplazamientos motorizados en transporte privado hacia el hipercentro, que en el año 2008 fue de 700 000 que corresponde al 45,2% del total de viajes en el DMQ y que su proyección al 2025 es 3 240 000 que corresponde al 51.5% del total de viajes en el DMQ (EPMMOP, 2009), sumado a 44 operadoras de transporte institucional y escolar (2720 unidades) y a las 214 operadoras de taxis (8766 unidades), además de taxis no legalizados que equivale al 50% de los taxis legales (EPMMOP, 2009), y si agregamos un pésima conducta vehicular tanto de transporte público y privado da como resultado que el flujo vehicular sean cada vez más lento y por ende el tiempo empleado en transportarse aumente.

El hipercentro del DMQ se encuentra delimitado al norte hasta el sector del Inca (Av. El Inca), por el centro histórico hasta la calle Ambato por el sur, por la Av. América y parte de la Av. de la Prensa por el oeste, y por la Av. 12 de octubre y 6 de diciembre al este (Secretaria General de Planificación , 2014).

La implementación de un sistema integrado de parqueaderos, buses alimentadores y paradas del metro puede acelerar la movilidad de los usuarios y ayudar en la disminución de vehículos circulando por el hipercentro del DMQ, y propender una mayor movilidad del transporte público y privado, además de generar menor contaminación.

La logística que conlleva el sistema integrado debe generar un nexo rápido entre el nuevo proyecto del Metro de Quito y de esta manera los usuarios de los parqueaderos se trasladen de forma paralela a la ciudad, pero sin utilizar su vehículo.

1.2 Objetivo general

Analizar la influencia de la implementación de un sistema integrado de parqueaderos, buses alimentadores y paradas del metro, en el tiempo de viaje de las personas, frente a aquellas que se trasladan en vehículos particulares hacia el hipercentro del DMQ en horas pico.

1.3 Objetivos específicos

- Determinar el tiempo de traslado de personas que viajan a través de la Av. General Rumiñahui y el túnel Guayasamín hacia el hipercentro del DMQ.
- Desarrollar un sistema integrado de parqueaderos, buses alimentadores y paradas del metro.
- Analizar el costo promedio de los estacionamientos y parqueaderos públicos y privados en el hipercentro del DMQ.
- Determinar los costos y tiempos que toma el sistema integrado frente a viajar en vehículo particular.
- Determinar la capacidad operativa de los estacionamientos emplazados para el sistema integrado.

1.4 Hipótesis

El tiempo de viaje de las personas que se trasladan en vehículo particular hacia el hipercentro de Quito en horas pico, disminuye al utilizar un sistema integrado de estacionamientos, buses alimentadores y paradas del Metro.

1.5 Marco teórico

En el inicio de este estudio se va a realizar una breve descripción histórica, y de la situación actual del transporte terrestre, los parqueaderos, el Metro, y el sistema integrado dentro de un contexto global y también dirigido a un punto específico que es el hipercentro de Quito y los valles.

1.5.1 Análisis de Vialidad y Densidad en el DMQ

La densidad poblacional en Quito con cerca de 2 576 287 habitantes según el censo del 2010, el crecimiento del parque automotor de todo tipo incrementa la congestión en las

calles de Quito, es decir la capacidad vial de la red actual no abastece la cantidad de vehículos.

Según el plan maestro de movilidad del DMQ, menciona que el 60 % de las vías tenían una relación de volumen de tráfico a capacidad, entre 0 y 0.8 en vías donde la circulación es 50km/h, y el 25% de las vías tiene una relación volumen / capacidad mayor a 1, es decir están saturadas.

De lunes a viernes se presentan 10 contraflujos en el centro norte de la ciudad de Quito (Romero, 2017), en los lugares donde el tráfico es más lento con el fin de tener una mayor fluidez de los vehículos. En este punto el presente estudio pretende que los buses circulen a través de este contraflujo desde los estacionamientos hasta las paradas del metro dentro de su sistema integrado.

A pesar de los contraflujos en los puntos de estudio en la Autopista General Rumiñahui y el Túnel Guayasamín, llegan un punto donde se presentan cuellos de botella, para el primer caso el sector del Trébol y el segundo caso el túnel Guayasamín, el siguiente gráfico del estudio de movilidad utilizando datos móviles de Freire y Nájera (2017), muestra gráficamente el cuello de botella que se genera en el túnel Guayasamín.

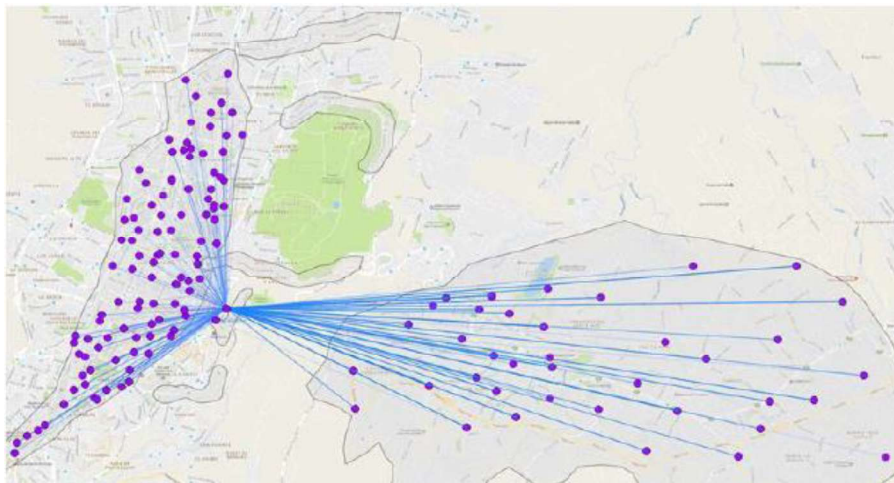


Figura 1. Viajes desde Cumbayá y Tumbaco hacia el Hipercentro

Fuente: (Freire & Nájera , 2017)

1.5.2 Movilidad en el DMQ

Es necesario hablar de la movilidad en el DMQ y como lo menciona Gallegos (2016), el transporte en Quito tiene varias complicaciones, como otras capitales de América Latina, y

es lo que conlleva a aumentar el tiempo de viaje de las personas, incrementando el costo económico y social del desplazamiento, es decir existe un costo por el tráfico generado en las calles de Quito. Esto debido a tres factores determinantes como son el transporte, la congestión y la infraestructura que existe en la ciudad.

Actualmente el transporte público urbano moviliza alrededor de 700 000 usuarios por día en la ciudad de Quito, a través de su red troncalizada (Ecovía, Trole y corredores), y 3 333 buses transportan 1.5 millones de pasajeros por día (Carvajal , 2019).

1.5.2.1 Políticas de Movilidad en la Ciudad de Quito

Para establecer diferentes rutas, tipos de transporte y vías de exclusividad, es necesario conocer las políticas de movilidad en Quito.

En la ciudad de Quito existen políticas restrictivas de movilidad vehicular como el “pico y placa”, y restricciones de circulación de vehículos pesados.

El pico y placa corresponde a una restricción de movilidad vehicular de acuerdo con el último dígito de la placa del vehículo, y en horas de mayor tránsito vehicular por un solo día laborable de la semana, que dio su inicio en mayo del 2010 (Robalino & Suarez, 2011). La restricción se da en la mañana de 07:00 hasta las 09:30 y por la tarde entre las 16:00 hasta las 19:30, dentro del área urbana consolidada, y para dos números de placa por día. Esta medida pretendía restringir en un inicio cerca de setenta mil vehículos el 17% del parque automotor.

Esta medida nace como iniciativa del Municipio de Quito, que buscaba cambiar el mal uso del vehículo y obtener una movilidad sostenible, buscando el uso del transporte colectivo y el uso de la bicicleta como medio de transporte, e incentivar el uso racional del vehículo liviano (Robalino & Suarez, 2011).

Esta medida tiene algunas excepciones como son vehículos de la Presidencia y Vicepresidencia, diplomáticos, transporte de personas con discapacidad, vehículos conducidos por personas de la tercera edad, vehículos que cumplan con asistencia social, vehículos de emergencia, vehículos de transporte colectivo, taxis legalmente autorizados (Remache , Celi, & Peña, 2017).

En un estudio realizado por Robalino y Suarez (2011), acerca de la “Percepción Ciudadana ante la medida de Pico y Placa en el Distrito Metropolitano de Quito” al año 2011, concluye que para las personas que se movilizan en vehículo particular (64% de encuestados), y

personas que se movilizan en transporte público (71% de encuestados), el tiempo de movilización se redujo entre 5 y 10 minutos según su percepción, este estudio recomienda al Municipio de Quito investigar el impacto de la medida del pico y placa, ya que las encuestas realizadas no reflejan los beneficios de la misma.

Para Remache , Celi y Peña (2017), en su estudio “Análisis de la aplicación del pico y placa en la ciudad de Quito” afirman que esta medida solucionó los problemas durante los 3 primeros años, y que debido al aumento del parque automotor (9,2% anual) después de ese tiempo, la medida es obsoleta.

Con respecto a la circulación de carga pesada la Ordenanza Metropolitana N° 0147 del Ilustre Municipio de Quito, determina la “Reglamentación para la circulación de vehículos de Transporte de Carga y Transporte de productos químicos peligrosos” dentro del distrito, con el objetivo de disminuir la congestión vehicular, contaminación ambiental y mejorar la seguridad vial, ésta se basa según la dimensión del transporte de carga y los horarios de su circulación. La mayor parte tienen restricción de circular entre las 09h30 a 16h00 y de 20h0 a 06h30 en vías especificadas en la ordenanza.

Podría tomarse como una política de movilidad, a los 16 contraflujos que existen actualmente en la ciudad según la AMT (Carvajal , 2019). El contraflujo se refiere al uso del carril contrario de la vía normal de circulación, con el fin tener una mayor fluidez de los vehículos, al ganar una vía adicional de circulación.

1.5.3 Gestión del Tiempo en el DMQ

El tiempo que toma la movilización de un punto a otro en horas pico, no es la misma que en horas donde la circulación vehicular es mínima, y en la Ciudad de Quito es una preocupación constante para los usuarios de vehículos.

En un estudio realizado por Benavides y Vinueza (2012), sobre la “Estimación de costos de congestión del Distrito Metropolitano de Quito” determina que el tiempo de viaje en vehículo particular desde Sangolquí (San Luis) hasta el Parque La Carolina en horas pico, fue de 79 minutos entre las 07h00 hasta las 9h30; y en el horario desde las 16h00 hasta las 19h30, el tiempo de viaje en el mismo trayecto fue de 41 minutos, es decir, que en horas pico se llega a tardar hasta 38 minutos más, debido a la congestión vehicular. Cabe resaltar que en el tramo en estudio existen otros congestionamientos grandes como son el sector del Triángulo. Estos tiempos son determinados por la diferencia del mayor tiempo de traslado en horas pico y el tiempo de traslado por la noche, es decir donde no existe congestión vehicular.

El mismo estudio señala, que el tiempo desde el Parque central de Conocoto hasta el parque La Carolina en horas pico por la mañana, es de 63 minutos, y en la noche es de 38 minutos, es decir que la congestión adiciona 25 minutos a la persona que circula en ese tramo.

De igual forma se tomó el tiempo de viaje desde Tumbaco hasta el Parque la Carolina en horas pico, que fue de 55 minutos, y en horas donde no hay congestión fue de 30 minutos, es decir, el tiempo que toma el tráfico es de 25 minutos.

En un análisis de tiempos de viaje realizados a través de datos móviles de la empresa Telefónica – Ecuador por Freire y Nájera en el 2017, desde Cumbayá hacia el hipercentro en horas pico, desde la 7h00 hasta las 09h30, los tiempos varían entre los 35.5 minutos hasta los 49 minutos, y por la tarde en un horario de 16h00 hasta las 19h30, los tiempos aumentan entre 47 hasta 68 minutos.

Los tiempos al viajar en transporte público, son mayores a los que se realiza en vehículo particular, pero son semejantes en el tiempo que se pierde por la congestión.

En un estudio más actualizado denominado Global Traffic Scorecard del año 2018, realizado por la Consultora (Inrix, 2018), sostiene que en la ciudad de Quito se pierde 173 horas al año en el tráfico y con un 4% mayor al año anterior.

Para determinar el tiempo extra que toma estar sumido en la congestión, Guamaní (2016), menciona que es igual al *tiempo de viajar en situación real* menos *tiempo de viaje en situación ideal*. La primera representa estar sumido en la congestión, y la segunda el tiempo sin tráfico, los dos en la misma ruta.

Para el presente estudio, se planteó actualizar los tiempos de recorrido desde los valles hasta el Parque la Carolina, y desde los valles hasta el punto más cercano de las paradas del metro, en horas pico y en horas fuera de ese horario.

1.5.4 Transporte

Desde inicios de la existencia humana, la especie ha necesitado movilizarse de un lugar a otro con el fin de conseguir alimento, protección o reproducción, y con el trascurso del tiempo este movimiento ha ido cambiado, ya sea por la forma o la necesidad.

En la actualidad existen varias formas de trasladarse y los tiempos se han reducido gracias a la tecnología y a la innovación desde la aparición de la rueda en Mesopotamia 5000 AC (Isalas & Zaragoza, 2007).

Para Isalas y Zaragoza (2007), el transporte es un proceso, donde existen acciones que se repiten constantemente, y que tiene como objetivo el cambio de espacio de un lugar a otro, ya que en el otro lugar el proceso es de mayor utilidad.

Desde la industria para Maleón (2010), conceptualiza al transporte como el movimiento de mercancías de un espacio a otro, es decir de un origen a un destino, donde su origen puede ser: fabricas, proveedores, almacenes y el destino al igual una empresa receptora del producto, almacén regulador o clientes.

Para las empresas dentro de su funcionamiento, el transporte se encuentra implantado dentro de la cadena de suministro y mueve sus productos, pero para ello es fundamental el diseño de una red de transporte, y elección de modos de transporte, la primera que segmenta ubicaciones y rutas y la segunda ubica el tipo de transporte a utilizar (Durán Flores, 2010).

Por los criterios antes mencionados, el transporte es la movilización en el espacio, con una variación de tiempo, a través de un medio de tracción motora ya sea eléctrico o a combustible fósil, donde existe un punto inicial de movimiento y un punto final o de llegada, que es más importante que el punto inicial en ese momento.

1.5.4.1 Transporte Urbano

Existen varios modos de transporte, entre ellos el aéreo, ferroviario, marítimo y carretero, este último alberga al transporte urbano de pasajeros, que puede ser clasificado en función de la tecnología utilizada, derecho de vía, o tipo de operación (Universidad Nacional de Cuyo, 2019).

Las zonas urbanas difieren de cada país de acuerdo a su división geográfica interna, pero existen rasgos comunes, por ejemplo pueden ser zonas que superen los 2 000 o 10 000 habitantes, además de tener una aglomeración de edificios con distintas finalidades y con gran diversidad social (Urbanidad, 2019).

Este concepto va muy relacionado con la *movilidad urbana*, que según Salazar Moreno (2015), lo define como el desplazamiento de personas y bienes, debido a deseos o necesidades de acceso al espacio urbano, a través de medios de transporte.

Por lo anterior, definimos al transporte urbano, como la movilización de personas por vía terrestre (carreteras), por un medio de tracción motora, de un punto inicial a un punto de llegada, dentro de una zona geográfica de alta densidad poblacional y diversidad social, donde se encuentran gran cantidad de entidades públicas y privadas, que genera en ese sector, mayor movimiento económico, político y social.

De acuerdo al tipo de servicio que prestan, el transporte urbano se clasifica en:

- Transporte privado: Es operado por el dueño de la unidad, circula por las vías generadas y mantenidas por el estado; pueden ser automóviles, bicicletas, motocicletas o por tracción animal (Universidad Nacional de Cuyo, 2019). Este tipo de transporte puede movilizarse en la zona urbana y rural.
- Transporte de alquiler: Es utilizado por usuarios que pagan una tarifa; son vehículos operados por un chofer, y cumple la ruta definida por el cliente (Universidad Nacional de Cuyo, 2019).
- Transporte público: Para Silva y Torres (2017), este es un transporte colectivo de pasajeros, cuyos usuarios tienen que adaptarse a los horarios y rutas establecidas por las compañías de buses. En la cátedra de Transporte dictada por Universidad Nacional de Cuyo (2019), este tipo de transportación opera en rutas fijas y horarios preestablecidos, y pueden ser tomados por cualquier persona a cambio de un pago de tarifa ya establecida.

Puede contextualizarse la definición de transporte público, como el movimiento de personas en vehículos medianos o pesados, ya sean por tracción eléctrica o a gas, que tiene horarios establecidos y rutas definidas, dentro de una zona poblada, siendo esta urbana o rural, y que puede fluctuar entre éstas dos.

1.5.5 Parqueaderos

El crecimiento poblacional, ha derivado en el aumento del parque automotor, generando un déficit en las áreas de parqueo, e incluso ocupando las vías de transporte, lo que reduce la capacidad vial, congestionando aún más la ciudad (Corral, 2016).

Existen diferentes conceptos para los estacionamientos y parqueaderos, la primera se refiere a espacios sobre la vía pública, frente de andenes, edificios, e instalaciones comerciales; los parqueaderos son áreas de ubicación vehicular fuera de las vías públicas, ya sean dentro de terrenos, edificios etcétera (Corral, 2016). Sin embargo, el Municipio de Quito las cataloga solamente como estacionamientos y estacionamientos rotativos.

1.5.6 Capacidad de Parquaderos

Según Heizer y Render (2004), mencionan a la capacidad, como el número de unidades que puede recibir o almacenar una instalación, en un periodo de tiempo establecido. La planeación de la capacidad está en función del tiempo y se visualiza tres horizontes: La planeación a largo plazo, planeación a mediano plazo y planeación a corto plazo. Para una estructura o terreno establecidos como parquaderos, los resultados de la planeación tendrán que ser concatenados con el área existente y su proyección. La capacidad a su vez se subdivide en capacidad de diseño y capacidad efectiva.

- Capacidad de diseño:

Es el número de unidades teóricas máximas de un sistema, para un tiempo determinado. A menudo las empresas operan a una tasa o porcentaje menor que la capacidad diseñada, es esto se lo llama capacidad efectiva (Heizer & Render, 2004).

- Capacidad efectiva:

Es el número de unidades que la entidad espera alcanzar, dadas las restricciones de operación (Heizer & Render, 2004).

Los autores mencionan dos medias del desempeño que se encuentra en función de la capacidad, estas son: la **utilización** y la **eficiencia** que se miden en porcentajes; la primera en función de la *capacidad de diseño* que alcanza en la realidad, la segunda en función de la *capacidad efectiva* que se da en la realidad.

Por lo tanto, la *utilización de los parquaderos*, dependerá de la situación real o esperada, en función de su capacidad de diseño, y la *eficiencia* dependerá de su capacidad efectiva, es decir del número de vehículos que actualmente podrían utilizar el parquadero.

1.5.6.1 Planeación de la Capacidad

La planeación dependerá del cálculo de la demanda futura o esperada en el tiempo de estudio proyectado. En la figura 2, se plantea una gráfica de demanda versus tiempo, se muestra que en el transcurso de los años la demanda va en aumento, con una línea de tendencia que evidencia el aumento, y todo lo que se esté sobre dicha línea es la nueva capacidad de los parquaderos, es decir para cubrir la demanda futura.

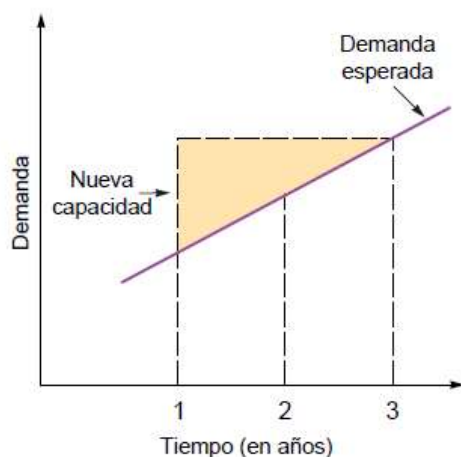


Figura 2. Demanda Esperada

Fuente: (Heizer & Render, 2004)

1.5.6.2 Índice de Rotación

Este índice refleja la cantidad de vehículos que utilizan un determinado espacio de estacionamiento también llamado “cajón” en un lapso de tiempo (Corral, 2016), es decir, es una relación entre la demanda y la oferta en un tiempo determinado.

Este índice es aplicable para todo el conjunto de cajones, es decir para todo el parqueadero, donde la demanda se refleja en la cantidad de vehículos que han estacionado por día, semana, mes o año, y la oferta viene dado por la capacidad de diseño de este mismo. De esta manera se obtiene el índice de rotación de todo el parqueadero.

1.5.7 Parqueaderos en el Distrito Metropolitano de Quito

Se refiere a la “capacidad instalada” de parqueaderos regulados por el Municipio de Quito, y comprenden sistemas tarifarios por horas o gratuitos, además de componerse en tres secciones como son parques y edificios de parqueos, zona azul y parqueaderos de borde.

Los primeros comprenden los parques, como son la Carolina, Bicentenario, Equinoccial, parque Cumandá y la parroquia de Cumbayá con un total de 2 368 plazas (Secretaría General de Planificación, 2014), además de edificios de estacionamientos, ubicados en el Tejar, Cadisán, Montufar 1, Montufar 2, San Blas, la Ronda, y Yaku con un total de 1 667 plazas (Cruz, 2013).

El estacionamiento rotativo denominado “zona azul”, son estacionamientos ubicados en las calles de la ciudad y tienen un tiempo límite de 2 horas y un costo de 40 centavos de dólar;

se ubica en cinco zonas en el hipercentro y una en el sector de Cumbayá, comprende las calles desde La Mariscal, La Pradera, Santa Clara, La Carolina, Rumipamba y cuenta con 8 059 plazas (Secretaria General de Planificación , 2014).

Según estudios de la Secretaria General de Planificación del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, la “Zonal Azul” tiene una rotación de 6 vehículos por plaza, con eso alcanza una rotación promedio de 50 000 vehículos por día. Este estudio también señala que el tiempo promedio de rotación por plaza es menor a una hora.

Los “Parqueos de Borde” fueron creados para vehículos que tienen la restricción de circular en la ciudad de acuerdo a su último dígito de la placa, denominado “pico y placa”, estos son Zámbriza, Cuscungo, Condado y Carapungo. El Parqueadero del Cuscungo tiene una capacidad para albergar 250 vehículos. Existe una zona de parqueo en la estación de transferencia de la Rio Coca que tiene una capacidad de 80 vehículos, que tiene un costo de 25 centavos por el ingreso al sistema de Ecovía (Robalino & Suarez, 2011).

En un estudio realizado en el 2010 para la “Creación de un Sistema de Parqueaderos Subterráneos en la Av. Naciones Unidas” (Naranjo, 2010), con una muestra de 2 632 personas, se determinó que 9% de la muestra deja su vehículo un día en la Av. Naciones Unidas, es decir en el corazón del hipercentro de la ciudad, y que el 35% de la muestra lo deja los 5 días. Es decir, el 9% de la muestra es la población fluctuante, y sería la más probable para utilizar el sistema integral de transporte; con unas tarifas de parqueo competitivas, sería el 35% de la muestra, los potenciales usuarios que mayor aporte darían los parqueos planteados.

1.5.8 Estación de Transferencia

Como el título lo indica, se refiere a transferir, es decir intercambiar o pasar, es un cambio de movimiento con el mismo efecto. Dentro del contexto de transporte se establecen como nodos de origen y fin, desde donde llegan usuarios y toman una interconexión a su siguiente destino (Gómez, 2016).

También conocidos como “Centros de Transferencia Modal”, donde confluyen dos o más tipos de transporte público, en su mayoría junto al metro. Los mismos sirven a cientos de pasajeros que intercambian hacia otro tipo de transporte, ya sea bus, metro, trolebús, taxis o su ingreso es caminando o bicicleta (Camacho, 2014).

Para Molinero (1997), una estación de transferencia es una “infraestructura” es decir un lugar físico diseñado específicamente para el intercambio de pasajeros, puede ser entre el mismo tipo de transporte (bus-bus), o varios medios de transporte puede ser bus- trolebús, bus-metro, etc.

Para los tres autores, coordinan que es un lugar físico, donde confluyen varios tipos de transporte para el intercambio de pasajeros, ya que no es posible en una misma ruta, cubrir todo el trayecto necesario para el usuario. Es de suma importancia este tipo de estaciones, ya que permiten la conexión con varias rutas y distintos sectores.

En Quito existen estaciones de transferencia desde el sur, empezando desde la Terminal Quitumbe, donde llegan buses interprovinciales y se conectan a la red de transporte trolebús o ecovía; las paradas de El Recreo y El Labrador funcionan como facilitadores en la interconexión de pasajeros, desde los buses urbanos y el sistema trolebús. El Sistema Metro de Quito contempla estaciones multimodales que son El Recreo, La Magdalena, El Labrador y Quitumbe.

1.5.9 Metro de Quito

El Metro de Quito es un sistema de tren eléctrico subterráneo, que recorre aproximadamente 23 kilómetros, atraviesa la ciudad desde el sur en Quitumbe, hasta el norte en la parada del El Labrador, tiene 15 paradas subterráneas y 4 estaciones de transferencia que conectan con los diferentes sistemas de transporte, convirtiendo a este sistema en la columna vertebral de movilidad de la ciudad (Secretaría General de Planificación , 2014). El tiempo de recorrido será de 34 minutos y atraviesa el Centro Histórico de Quito

Sus 18 trenes de 6 vagones cada uno, pretenden llevar 400 mil pasajeros por día (1500 pasajeros por viaje), que es un 65% mayor a la capacidad de pasajeros que transporta el sistema Trolebús (Secretaría General de Planificación , 2014).

Los intervalos de salida de los trenes en horas pico va a ser de 4 minutos, en horas valle en día laborable de 6 minutos y en días no laborable de 10 minutos (GSD+, 2017).

1.5.10 Sistema

Existen varias definiciones de sistema, pero la mayoría coincide en que son partes o elementos que interactúan coordinadamente, para llegar a uno o varios objetivos, sus

resultados pueden ser datos, energía o materia, depende los variables que intervengan. (Reyes, 2014)

Los sistemas están conformados por una corriente de entrada, un proceso de conversión, corriente de salida y elementos de control. La *entrada* es atraída del entorno y se convierte en la fuerza de arranque del sistema, donde se añade energía para su operación. La *salida* son resultados de los procesos intermedios.

En el proceso intermedio está la *transformación*, que es donde se produce los cambios, estos a su vez se *retroalimentan* con los criterios de salida, finalmente el *entorno* es el medio donde se desenvuelve el sistema.

1.5.10.1 Teoría General de Sistemas

Esta teoría nace con Bertalanffy en 1925 con sus estudios del sistema abierto, y hasta el año de 1945 esta teoría toma su fuerza, en la actualidad es el principio base que permite la explicación de fenómenos que suceden en la realidad y la predicción de eventos futuros (Reyes, 2014). Esta teoría se fundamenta a su vez en tres premisas básica (Arrascaeta , 2007):

- Los sistemas existen dentro de otros sistemas, y cada uno está dentro de uno más grande, estos a su vez reciben o descargan algo en los demás.
- Los sistemas abiertos tienen procesos de cambio infinito, que son otros sistemas. Cuando el intercambio finaliza, el sistema se rompe, pierde su fuerza y muere.
- Las propiedades de los sistemas no pueden definirse por elementos separados; su comprensión se da cuando se estudia como un todo.

1.5.10.2 Sistema Integrado

El sistema integrado comprende una serie de elementos conectados para llegar a un objetivo, de acuerdo con la organización a la que pertenece, estos a su vez pueden contener subsistemas internos. Este sistema arroja resultados que son procesados, y cuyos resultados son expuestos a la organización para la toma de decisiones (Casanova, Taboada, & Untiveras, 2011).

El sistema integrado de transporte relaciona parqueaderos, buses alimentadores y paradas del metro, donde se genera información que es procesada, y mediante un software gestiona un servicio de movilización eficiente a los usuarios.

1.5.10.3 Sistemas Integrados en el Mundo

El metro es un sistema subterráneo o superficial urbano de pasajeros, que tiene total independencia del tráfico y de los peatones, es decir no comparte sus vías con otro tipo de vehículos, además tiene frecuencias no mayores a 10 minutos; se diferencia de los trenes ligeros y otros similares, prácticamente por la separación de sus vías de otros tipos de transporte, además la capacidad de pasajeros es superior a los trenes ligeros o tranvías, sus paradas son a una distancia considerable (alrededor de dos kilómetros), en cambio los sistemas ferroviarios suburbanos, se utilizan para conectar áreas urbanas de menor densidad en horarios específicos, por lo que tienen una menor frecuencia.

En Europa, los metros aparecieron en el año de 1863 con el Metro de Londres, luego en año de 1875 se inaugura en Turquía, posterior se lo construye en Madrid, en el año de 1919; en América el Metro subterráneo de Nueva York se lo inaugura en 1904, y en América del sur el primer metro aparece en Argentina, en la ciudad capital de Buenos Aires, en el año de 1913, le sigue México, Brasil, Santiago; hasta la actualidad se los ha construido en Colombia, Perú, Venezuela, Panamá, Puerto Rico, República Dominicana y hasta llegar a la construcción del Metro de Quito en Ecuador.

En Asia, el metro de Tokio en Japón, se inaugura en el año de 1927 y es la sexta red más grande en el mundo

Caso Santiago de Chile: Existe un sistema interconectado que funciona desde el 2007, lo conforma buses y el metro con una sola tarifa (tarjeta Bip), teniendo 6.1 millones de potenciales usuarios (Transporte, 2013). También existe un sistema que funciona a través de Estaciones Intermodales, que son estructuras donde confluyen los diversos tipos de transporte urbano, rurales, privados y bicicletas que se conectan con el metro. La ubicación de esta infraestructura es primordial, conlleva estudios de transporte y urbanismo, ya que su mala ubicación puede causar grandes congestiones alrededor de la misma. El sistema del metro se convierte en la columna vertebral.

Los estacionamientos son un punto primordial para las personas que utilizan vehículos propios, según el Plan de Movilidad de Santiago 2025, existe una “relación entre la disponibilidad de estacionamientos y el uso de automóvil”, ya que la disponibilidad de parqueaderos, puede disminuir la cantidad de vehículos en una determinada área. Existen estaciones de transferencia modal en áreas periféricas, que facilita la transferencia de transporte público al transporte privado, sin que se genere grandes congestionamientos.

Caso São Paulo (Brasil): El metro de esta ciudad se considera como una de las más modernas de Latinoamérica y transporta en sus 6 líneas cerca de 4.7 millones de pasajeros por día, operan en la área urbana manejada por una empresa pública y se complementa con 7 líneas de transporte ferroviario pesado suburbano en el área rural, operada por una empresa privada (Companhia Paulista de Trens Metropolitanos CPTM), conformando una red de transporte, que juntos transportan cerca de 8 millones de pasajeros por día, algunas de sus transferencias son gratuitas, es decir con un solo pasaje se puede recorrer 367 kilómetros a una misma tarifa.

Existe una integración entre autobuses, redes del tren, metro y el aeropuerto, a una tarifa reducida a través del "Billete Único". Todo el sistema de autobuses, trenes y metros, forman la Red Metropolitana de Transporte de São Paulo. A pesar de ser una línea muy completa, no muestra integración de toda la red con vehículos particulares (Compañía Metropolitana de São Paulo, 2019).

Caso Nueva York: El metro subterráneo se inauguró en 1904, pero 35 años antes se construyó la primera línea elevada. Este sistema de transporte tiene alrededor de 468 estaciones y 1062 kilómetros de vías, es considerado uno de los más grandes del mundo, funciona las 24 horas del día, todos los días del año y mueven una media de 5.1 millones de pasajeros diarios en días laborables, según reporta la Metropolitan Transportation Authority (MTA).

Caso Londres: El metro de Londres es el más antiguo del mundo, fundado en 1863 y es la segunda red de metro más grande del mundo en kilómetros. Este sistema contempla trenes subsuperficiales a una profundidad máxima de 5m, y subterráneos a una profundidad promedio de 20m, al 2006 transporta cerca de 1 014 millones de pasajeros. La línea subsuperficial tiene varias conexiones, las líneas underground (subterráneas) no contemplan conexiones.

Una opción casi obligatoria para dejar el vehículo en Londres, es la "Tarifa de Congestión", que cobra un costo por transportarse en ciertas zonas de Londres de lunes a viernes en horarios de 7am a 6pm, existen ciertas excepciones para este cobro, por ejemplo para personas con discapacidad, residentes en las zonas, vehículos que cumplan la normativa Euro 5, motocicletas, bicicletas, entre otros. Una alternativa para movilizarse en Londres es la con la tarjeta Oyster Card, que es una tarjeta que simplifica los pagos, que se puede comprar o recargar en una estación de metro. Esta tarjeta puede ser utilizada en diferentes transportes públicos, como el metro, underground, overground, servicios ferroviarios,

autobuses, tranvías, en otros sistemas de transporte integrado diferentes transportes con una sola forma de pago, pero tomando en cuenta las tríficas diferenciadas de cada una de ellas.

Los conductores han acogido el sistema de aparcar en zonas periféricas, antes de ingresar a la zona del peaje o lo más cercanas a las paradas del metro u otro transporte del sistema de red vial de la ciudad.

El peaje planeaba ser una medida sostenible, tanto económica, social y ambiental, según estudios realizados demostró no ser exitosa económicamente (pero fue eficiente en la reducción de la congestión), debido a que sus costos operativos eran mayores a los generados por esta medida, es decir se convertían en pérdida.

En cuanto a la medida social ha sido beneficiosa, en cuanto ha mejorado la movilidad de las personas y disminución de la congestión, por lo que los londinenses lo ven positivamente.

En estudios realizados dentro del área del peaje y debido a las acciones climáticas de Londres, no fue posible determinar si la disminución de la contaminación fue efecto del peaje (Granada, 2009), pese a que la disminución de vehículos circulando por la ciudad fue considerable (alrededor del 15%), es difícil cuantificar que tan beneficioso es la medida del peaje, debido a los microclimas en la ciudad, por lo que la sostenibilidad ambiental es una incógnita.

1.5.10.4 Sistema Integrado de Quito

El sistema integrado de transporte de Quito, comprende la red central de Trolebús, ecovía, metrovía, y la troncal occidental, además de buses alimentadores. La red principal atraviesa la ciudad de sur a norte y viceversa, en una longitud promedio de 23.8km, a esto no se suman los buses alimentadores (EPMTP, 2017).

Para Llerena (2003), el sistema integrado de transporte, es un conjunto de varios transportes y con diversas modalidades de transporte, por ejemplo el sistema integrado Trolebús y Ecovía operan o se alimentan de pasajeros de líneas alimentadoras, operadas por buses convencionales que llegan a terminales de transferencia de pasajeros.

La mayoría de las redes contemplan un solo pasaje, a excepción de algunos buses alimentadores que cobran una tarifa adicional.

Estas redes de transporte son corredores, en el cual los pasajeros toman un bus alimentador, llega hasta las paradas de la red principal, ya sea trolebús, ecovía, metrovía, y hacen transbordo hacia este transporte, el ingreso de pasajeros a la red principal se da por sus paradas intermedias y finales.

El corredor central corresponde al trolebús, contempla desde la parada en Quitumbe, en el cual se ubica la terminal terrestre, y es la parada inicio del Metro; su recorrido llega hasta el sector del Terminal de Carcelén, pasando por la estación multimodal El Labrador, que es donde se conecta con el Metro y con los otros sistemas de transporte público.

El sistema de transporte Ecovía y Metrovía se conectan con los buses interparroquiales que llegan desde el Valle de los Chillos, a través de una estación de transferencia en la estación Playón de la Marín, por la Av. General Rumiñahui o Av. Velasco Ibarra; los usuarios deben cancelar una nueva tarifa para ingresar al Ecovía o Metrovía, éstos a su vez lo llevan hasta el hipercentro de la ciudad (EPMTP, 2017).

Los buses que llegan desde el valle de Tumbaco se conectan al sistema mediante la Terminal Rio Coca (Ecovía), donde los usuarios hacen transbordo con una nueva tarifa, además existen otros cuatro ingresos o salidas de Cumbayá y Tumbaco, por las rutas de la Floresta, Guápulo, Túnel Guayasamín y el Inca, a estos se accede con vehículos particulares (Freire & Nájera , 2017).

1.5.11 Diseño de Red

Una red es un conjunto de puntos y líneas enlazadas entre sí mediante nodos y arcos, al primero se lo definen como un conjunto de puntos extremos o vértices, al segundo es un par ordenado entre nodos, y que podría representar una dirección de movimiento (Winston, 2008).

Si una red contiene un arco (j, k) , se puede mencionar un movimiento del nodo j al nodo k (Winston, 2008); para este estudio, la red menciona a los nodos que representan a los parqueaderos y estaciones de transferencia, los arcos representan a las vías o carreteras en un solo sentido que enlazan estos dos nodos, el flujo representa los vehículos. La secuencia de arcos que tiene un vértice en común con el arco previo se define como *cadena* (Hillier & Lieberman , 2010).

Cuando el arco tiene un solo sentido, por ejemplo una vía de un sentido, se lo llama *arco dirigido*; cuando el flujo se permite en ambas direcciones se lo denomina *arco no dirigido* (Hillier & Lieberman , 2010).

Los nodos y arcos de una cadena pueden tener una **trayectoria**, que es una sucesión de arcos que conectan los nodos, a su vez esta pueden tener una *trayectoria dirigida*, que es cuando el flujo tiene una dirección y conectan los nodos a través de estos arcos dirigidos; cuando los nodos se conectan a pesar que los arcos tiene una dirección opuesta al flujo se lo denomina *trayectoria no dirigida*. Se puede mencionar que los nodos están conectados, si la red al menos tiene una trayectoria no dirigida. A su vez una **red conexa** es aquella en la cual cada par de nodos están conectados.

Los flujos que pueden tener las redes se determinan a través de la **capacidad del arco**, que no es más que la cantidad máxima que puede circular a través de un arco dirigido (puede ser infinito). Podemos hablar de un **nodo fuente** u origen cuya propiedad se refleja, cuando el flujo que sale supera al que entra a él; caso inverso tenemos con el **nodo demanda**, es decir el flujo que entra es superior al que sale, por último tenemos a un **nodo transbordo** que conserva al flujo es decir que el flujo de entrada es igual al de salida.

1.5.11.1 Modelos de Optimización de Red

Existen varios modelos de optimización de red, que consideran variables como costo, capacidad de arco, trayectoria, orígenes y destino, que son aplicables a varias prácticas de la industria, entre estos tenemos los modelos de la ruta más corta, árbol de expansión mínima, flujo máximo y flujo de costo mínimo (Hillier & Lieberman , 2010).

1.5.11.2 Problema de la Ruta más Corta

Para Winston (2008), menciona que cada arco de la red tiene una longitud, donde el problema es encontrar la trayectoria de longitud mínima, desde el nodo inicio hacia cualquier otro nodo de la red, por lo que el autor lo señala como “problema de la trayectoria más corta”.

Para Hillier y Lieberman (2010), consideran una red conexa con un origen y destino, que se asocian mediante una distancia no negativa, donde el objetivo es encontrar la mínima distancia total entre el origen y destino. En función de encontrar la *distancia mínima*, este tipo de red conlleva a *minimizar costos y tiempos* de las actividades.

Para el caso del transporte, el problema radica en encontrar la distancia más corta entre dos puntos geográficos, y que al asignar un costo a la trayectoria (arco), obtengamos un costo y tiempo mínimo. Debido a que el flujo es a través de carreteras ya establecidas, no siempre el tiempo mínimo representa la distancia y costo mínimo, debido a factores como el tráfico, calidad de vías entre otras.

Por tanto, la red para el sistema integrado de transporte, se comprende de parqueaderos, buses alimentadores y el Metro de Quito. En el día el nodo de inicio comprende los parqueaderos y los nodos de llegada comprenden las estaciones del Metro. Por la tarde se invierte los sentidos dentro del mismo arco.

1.5.11.3 Red de Transporte

Para Larrodé, Gallego y Fraile (2011), una red de transporte representa una “infraestructura necesaria para la circulación de vehículos que transportan personas o mercancías”, dispuestas para la conexión de poblaciones o actividades industriales; según los autores, la capacidad global de esta red “representa la potencia económica de un país”. Existen tres modos de transporte: el aéreo, marítimo y terrestre; este último es aquel cuyas redes se extienden sobre la superficie de la tierra y son visibles, entre las que destacan carreteras, vías de ferrocarril, caminos, carriles de bicicletas entre otras; las dos primeras representan las redes urbanas e interurbanas, que son los aspectos más complejos para la administración pública de las ciudades. Así mismo mencionan que para las ciudades donde existe la red del metro, representa un coste alto de construcción, pero a la vez es compensada con la “eficiencia en tiempos de desplazamiento, menor contaminación y reducción de tráfico”, y que intermodalidad entre autobuses y el ferrocarril es muy importante para el desarrollo de las actividades comerciales.

Según Ballou (2011), los problemas de diseñar una ruta dentro de una red, pueden ser resueltos con métodos específicamente elaborados para ello, pero quizá la técnica más sencilla sea el método de la *ruta más corta*. Los nodos son los puntos de conexión de los vehículos (en el caso de estudio los parqueaderos), y el costo se le asume a los vehículos (distancia, tiempo o su combinación) y los cuales se movilizan entre estos nodos. Se puede decir que un nodo resuelto tiene una ruta o trayectoria.

1.5.12 Planificación del Transporte Público

La planificación implica tres grandes pasos, la primera se refiere a la *selección de la tecnología*, en los que se encuentran los buses, buses articulados y el metro. El segundo paso corresponde a la *estimación de la demanda*, que implica conocer las necesidades de transporte; la tercera implica *la mejor selección del sistema* y corresponde a la planificación funcional del sistema (Mauttone, 2005).

Mauttone (2005) menciona que la planificación del transporte público urbano (TPUC), tiene que estar basada en herramientas de apoyo de decisión, que se complementan con el

conocimiento y experiencia profesional. Esta *Planificación Funcional* implica cinco etapas: determinar un plan de recorridos (rutas), frecuencias, horarios, asignación de flotas y asignación de personal y recursos.

En la figura 3, las etapas uno y dos son reguladas por la municipalidad o el estado, y las tres últimas son ejecutadas por las compañías u operadores de transporte. Para establecer sus costos operacionales se basan en las etapas 3, 4 y 5, pero regidos y en congruencia a las entidades que regulan las etapas 1 y 2.

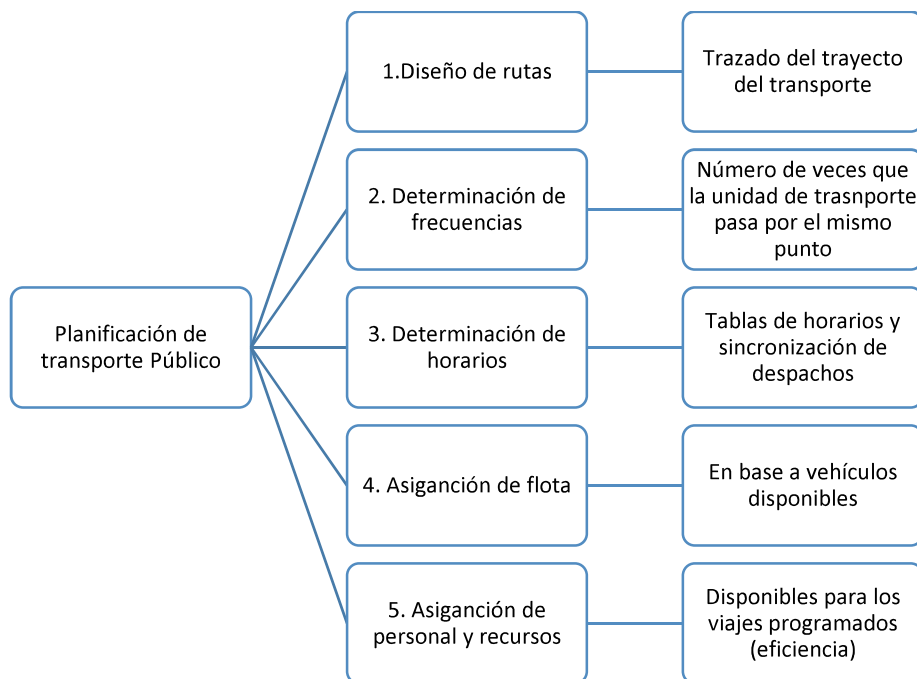


Figura 3. Planificación de un Sistema de Transporte Público Colectivo Urbano

Fuente: (Mauttone, 2005)

A la vez la planificación de transporte se clasifican según su alcance en:

- Planificación estratégica: Implica las decisiones a largo plazo en la etapa 1
- Planificación táctica: Implica toma de decisiones a mediano plazo en las etapas 2 y 3
- Planificación Operacional: Implica decisiones una vez por mes o diarias en las etapas 4 y 5

Usualmente, para la solución de las etapas 1 y 2 se utiliza el sentido común (Mauttone, 2005), la experiencia del planificador, el apoyo de guías y recomendaciones. Mas sin

embargo, la metodología de *Optimización de recorridos y frecuencias*, hace que la toma de decisiones se lo realicen mediante análisis heurísticos y metodológicos.

Para Salazar (2015), la planificación del transporte viene atado y en orden jerárquico a otros planes macro que se fijan políticamente; en el Ecuador nacen desde el Plan Nacional del buen vivir, Plan de movilidad estratégica, planes en las diferentes ciudades y por último la planificación de Transporte Público Urbano, pero según su autora, no existen lineamientos técnicos en los planes antes mencionados.

Por tal motivo dicha planificación del transporte Urbano, busca que las predicciones estén en base de los planes reguladores de ocupación de suelo, políticas de transporte y que además debe estar integrada a los planes futuros, en función de la demanda, capacidad vial y densidad.

En un estudio realizado en Reino Unido, Francia, Italia y España, los planes de transporte van encaminados a proteger el medio ambiente, es decir con un enfoque sustentable y aprovechando los factores ecológicos, sociales y económicos. Todos estos planes son controlados mediante indicadores modales, energéticos, ambientales y socioeconómicos mediante evaluaciones (Salazar Moreno, 2015).

En el boletín técnico suscrito por Allen (2011), define a la planificación del transporte como un proyecto que estudia demandas actuales y futuras de movilidad de personas y materiales. Además, es donde se desarrolla y organiza el transporte, en este punto se conocen los problemas de la red y sus posibles soluciones, con el fin de optimizar los recursos.

1.5.12.1 Modelos de Red y de Demanda

Para Mauttone (2005), una red de transporte se modela con un grafo $G=(N,A)$, donde N representa un conjunto de nodos, y A un conjunto de arcos. Los nodos del conjunto N pueden ser intersecciones de calles, paradas o centroides de zonas; los arcos del conjunto A puede representar una red vial (calles), o una conexión posible entre centroides. Estas redes pueden ser detalladas y no detalladas.

Según el autor, para la selección de la demanda se requiere una división en zonas, esta división se caracteriza por tener una matriz de origen-destino $D = d_{ij}$, donde cada d_{ij} representa la demanda desde una zona i hasta una zona j , que es representada en viajes por unidad de tiempo.

El modelo está asociado a un costo c_{ij} , que puede ser representado en el tiempo de viaje y el coste de operación de este.

1.5.12.2 Función Objetivo y Restricciones

Para Mauttone (2005), un modelo de optimización representa los intereses de los usuarios, operadores y autoridades. Para los usuarios, ya que su objetivo es viajar desde el nodo i al nodo j de forma rápida, confortable, segura y menos costosa. Para los operadores, la rentabilidad es su principal objetivo. Para las autoridades, su objetivo es regular el sistema de transporte público.

Las restricciones implican a los mismos involucrados anteriormente, y los más comunes son la *satisfacción de la demanda*, ya que si el viaje no puede ser realizado de forma directa puede ser realizado con transbordo, e implica una restricción modelada para los usuarios. Otra restricción son los *niveles de servicio*, como asegurar una mínima frecuencia. La *disponibilidad de recursos* es una restricción, ya que implica a los operadores y revisa los valores máximos de frecuencia y tamaño de la flota.

1.5.13 Logística

La logística para este tipo de estudio es clave y esencial, dentro de un sistema integrado que genera eficiencia en todo el proceso de movilización de las personas.

Para Michael Porter, la logística es parte de un proceso que añade valor agregado al producto final o servicio que ofrece las empresas a sus clientes.

Ballou (2011), incluye a la logística dentro de la cadena de valor, donde su función es dirigir, planificar y controlar el flujo de materiales, suministros, insumos y el producto final, para satisfacer a sus clientes. Por lo que existe una logística interior y una exterior para el expendio del producto.

En su tesis Molina (2015), define a la logística como una actividad que agrega valor a servicios o bienes en la salida de la cadena de valor, y que tiene como objetivo la satisfacción del cliente.

Según Bowersox, Closs y Cooper (2012), los modelos logísticos son métodos heurísticos con procesos de agrupamiento, y que tienen el objetivo de brindar un ahorro en el transporte de los materiales o bienes.

De tal forma, es esencial conocer dentro de su logística, la planificación y programación del transporte público urbano, para el diseño del sistema integrado.

1.5.14 Programación del Transporte

Todos los sistemas de transporte público organizados tienen sus propias características, dependiendo la prestación del servicio, por ejemplo infraestructura, cierto número de unidades, personal entre otras. Esta programación relaciona dichas características del sistema de transporte y prepara una oferta de transporte para satisfacer a la demanda con un costo mínimo (Llerena, 2003). De su mano va la *Optimización Operacional*, en la que está inmersa la preparación de encuestas para determinar la demanda, y la preparación de horarios para los conductores.

De tal forma que la programación en su mayor porcentaje está en función de la demanda (en diferentes horarios), los costos operacionales y podría adicionarse la ruta más óptima, con el fin de obtener un costo mínimo para el usuario y una utilidad para el prestador del servicio.

Dentro de la cadena de suministro, la programación es parte de la logística, a su vez ella contempla los temas de planeación y programación. La programación y gestión de rutas depende de las variables de entrada, con la cual se pone en marcha el sistema. Entre las variables se encuentran los planes de operación, objetivos, situación actual, información de los clientes como la cantidad y su ubicación, además se necesita conocer la distancia y tiempos recorridos por el transporte (González & González , 2013).

1.5.15 Estructura de Costos de Transporte Público

Se debe establecer la tarifa técnica referencial, que corresponde al valor medio por viaje, con los que se cubre los costos de inversión, operación y de retorno sobre el capital invertido de los operadores de transporte. Para establecer esta tarifa, se recoge resultados de la Estructura de Costos del Transporte (GSD+, 2017).

La estructura de costos de transporte público intracantonal (buses), conlleva componentes operacionales y componentes financieros, la primera implica el personal directo, personal indirecto, combustible, mantenimiento, seguros e impuestos y gastos administrativos; la segunda contempla costos del vehículo y la financiación (GSD+, 2017).

Para calcular la tarifa técnica del Subsistema Metro de Quito, según el estudio tarifario que realizó GSD+ (2017), se definió su estructura de costos, que se componen de cuatro ítems que son:

- Costos operacionales: mantenimiento, limpieza, energía, costos del sistema de recaudo, personal, seguro, impuesto y gastos administrativos.
- Costos de supervisión y control y reposición.
- Inversiones: adquisición de material rodante adicional, reposición de infraestructura e instalaciones.
- Costos financieros: margen y costos de financiación.

Finalmente, la tarifa por usuario del Metro será de USD 0.45, y de USD 0.70 para quienes deseen conectarse al servicio público metropolitano, que es una tarifa integrada.

1.5.16 Estructura de Costos en Vehículo Particular

Para Ballou (2011), los costos de transportación se componen de costos fijos, costos del operador y costos de operación de los vehículos. Los *costos fijos* representan aquellos que no varían, pese a la distancia recorrida por el vehículo, entre estos tenemos a los seguros, licencias, amortización de equipos etcétera; los *costos del operador* se refieren al salario del conductor, planes de salud, seguros social; los *costos de operación* son los que se incurre por tener al vehículo circulando, y estos son los combustibles, mantenimiento y similares.

Para Egas y Otáñez (2014), en su estudio “Estimación de costos de operación de taxis convencionales en el DMQ”, menciona que la estructura de costos de operación se compone de costos fijos y costos variables. La primera corresponde a costos de mano de obra, seguros, legalización gastos administrativos y operativos, la segunda corresponde a gastos de combustible, gastos de rodamiento, mantenimiento preventivo y correctivo. Para este estudio los gastos fijos son una componente constante, por lo que no se tomará en cuenta.

En este caso el costo de viajar en vehículo propio, se encuentra en base a tres criterios, el primero es el costo de operación, el segundo el costo por la congestión generada en Quito, para el caso, los dos son costos variables y están en función del tiempo de retardo (Muñoz, 2014); la tercera corresponde a un costo fijo mensual o diario que representa el rubro de parqueo.

1.5.16.1 Costo de Operación

Los costos de operación son aquellos en los que se incurre por el traslado diario en vehículo particular, para Egas y Otáñez (2014) lo mencionan como el “costo variable” y lo componen los gastos en combustible, rodamiento, mantenimiento preventivo y correctivo.

Para Muñoz (2014), determina la “Metodología para calcular el exceso de costos de operación”, y son los costos de combustible, lubricante y mantenimiento; todos en función del tiempo en tráfico, longitud recorrida y número de vehículos por hora, estos dependiendo del rubro a calcularse. Este caso de estudio determina el costo de la congestión para una ciudad.

Para el presente caso de estudio, los costos de operación de un vehículo en el DMQ, viene dado por los costos que incurre trasladarse entre nodos en horas pico por día y mensual; comprende los gastos en combustible, rodamiento y mantenimiento. Todos están en función del tiempo en tráfico y distancia recorrida. Estos costos pueden tener una situación real y una situación ideal, la diferencia entre los dos representará el exceso de costos de operación debido a la congestión vehicular.

1.5.16.2 Costos de la Congestión en el DMQ

Para Guamaní (2016), en su estudio “Estimación de los Costos Económicos de la Congestión Vehicular en Quito en el año 2016”, menciona a un “*valor subjetivo del tiempo*” y determina que el ingreso medio de la población de Quito es de USD 810.8, de acuerdo a la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo del 2016. Este valor es integrado a otros elementos como la demora promedio, cantidad de vehículos, tasa de ocupación, dando como resultado el “costo económico por hora de congestión vehicular de Quito”.

En el estudio realizado por Benavides y Vinueza (2012) acerca de la “Estimación de costos de congestión del Distrito Metropolitano de Quito”, determina el “*valor social del tiempo en transporte privado*” en base a un grupo socio económico y al salario básico unificado, el mismo da como resultado que el promedio ponderado del valor social del tiempo en Ecuador es de 852.92 USD. De este valor se desprende el tiempo por hora, que multiplicado por el tiempo de retardo debido el tráfico, da como resultado el costo generado por la congestión.

Para el primer caso menciona el costo de la congestión para un grupo estadístico de Quito, en el segundo caso determina el costo de la congestión por cada individuo que tiene la

capacidad monetaria de tener un vehículo propio. En ambos casos determina el valor social del tiempo o valor subjetivo del tiempo y la demora promedio debido al tráfico.

Se puede mencionar que el *valor social del tiempo, para trasladarse en transporte privado*, es el ingreso ponderado de una persona de los grupos sociales A, B, C+ que están en capacidad de tener un vehículo (Benavides & Vinueza, 2012).

Por lo tanto, el costo de la congestión, es una estimación aproximada del costo que implica estar sumido en el tráfico diario que se genera en el Distrito Metropolitano de Quito. Se determina en función del valor social del tiempo por la diferencia del tiempo real menos el tiempo ideal.

1.5.17 Consideraciones de la Red de Transporte

Para solucionar un problema, cambiar la secuencia de una operación o mejorar un sistema, se debe eliminar su complejidad y entender su funcionamiento (Malacara Cruz, 2011), por tal razón se establecen los principales problemas con respecto a la red de transporte.

Ubicación de los parqueaderos: Aunque el estudio se enmarca en los puntos de conexión entre el hipercentro del DMQ y los valles; el ingreso a la ciudad por la autopista General Rumiñahui tiene un parqueadero de borde, en el margen Occidental de la autopista, que sería el punto más idóneo para establecer una estructura (edificio) de parqueaderos, pero resulta un punto desfavorable para el bus que hace el transbordo, debido a que éste sale en el sentido Quito – Valles, es decir al sentido opuesto a la circulación.

Buses Alimentadores: Los buses alimentadores son el nexo entre los parqueaderos y las paradas del Metro. La autopista General Rumiñahui tiene una gran afluencia de vehículos en horas pico, por lo que el tiempo de circulación será la primera dificultad. Las restricciones en cuanto a tamaño de los buses, debido a las dimensiones del Túnel Guayasamín, también serán un obstáculo a la hora de mayor afluencia de usuarios de esta Red.

Paradas del Metro: En el sistema Integrado, es el punto de llegada del usuario al Sistema de Transporte Metro, al ser sus paradas subterráneas, no todas tienen una adaptación en su diseño inicial para la conexión con los buses alimentadores. Para el sistema Valle de los Chillos – Quito se plantea utilizar la parada 24 de Mayo como punto de transferencia de los usuarios, hasta llegar a la parada de San Francisco. La estación de transferencia se estableció dentro del viaducto 24 de Mayo (túnel), lo que podría generar contaminación por la afluencia de vehículos.

2. METODOLOGÍA

2.1 Enfoque del proyecto

El enfoque cuantitativo realiza un análisis estadístico, en base a datos numéricos para llegar a probar su hipótesis (Sampieri, 2010, pág. 4); el estudio se enmarca dentro de este enfoque, ya que se realizará en base a mediciones numéricas y análisis estadísticos, cómo son el número de vehículos que se desplazan desde los valles hacia la ciudad de Quito en horas pico, la población de Quito, la cantidad de personas que pueden utilizar el sistema integrado, y la capacidad de los parqueaderos, basado en una proyección numérica, para establecer patrones de comportamiento en lo que se refiere a flujo de personas y los nexos con las paradas del metro, con el fin probar o no la hipótesis planteada.

2.2 Alcance del proyecto de investigación

El presente caso buscó analizar un nexo entre parqueos vehiculares y paradas del Metro de Quito, la capacidad de los estacionamientos municipales existentes sumados a los planteados en este estudio, y la tendencia del parque automotor en Quito; se analizará el tiempo de viaje del sistema integrado frente a viajar en vehículo particular en el hipercentro, este aspecto se enmarca dentro del alcance descriptivo, que busca las características de un fenómeno y su comportamiento en base a sus propiedades. (Sampieri, 2010, pág. 80).

2.3 Diseño de la investigación

Esta investigación es de tipo experimental debido a que “el investigador construye deliberadamente una situación a la que son expuestos varios individuos”. (Sampieri, 2010); el estudio comparará un modelo de flujos entre los parqueaderos planteados y las paradas del metro, contra el flujo actual de vehículos. Según Sampieri (2010), este tipo de estudios determina la causa – efecto del fenómeno al cual se lo manipula para tener un resultado, como es el caso de comparación de modelos.

2.4 Selección de la muestra

2.4.1 Límites Geográficos de la Población

Se delimitó el área de influencia de los vehículos que pasan a través de las vías en estudio, es decir los sectores de donde provienen los vehículos, y será el punto de partida por la mañana.

El punto de llegada se determinará en función de los desplazamientos, de la concentración de equipos, servicios y empresas. Es decir, de la mayor confluencia de personas que inician sus actividades por la mañana.

Por la tarde se invirtió la trayectoria, debido al fin del horario laboral, pero se estudiará en la misma área geográfica.

2.4.2 Población Vehicular

Se solicitó datos del número de vehículos matriculados por la Agencia Metropolitana de Tránsito desde el año 2013 hasta el año 2018, se calculará la tasa anual de crecimiento y su proyección al año 2019.

Se solicitó datos del número de vehículos que circulan por las avenidas en estudio en horas pico a las entidades gubernamentales pertinentes.

Se tomó los datos del flujo de vehículos en el mes de agosto del año 2018 por las características intrínsecas de la época vacaciones escolares. Con la tasa de crecimiento anual se determinará el flujo para el año 2019.

2.4.3 Selección Horaria de Movilidad Vehicular

Se determinó el horario donde se encuentra la mayor afluencia de vehículos en el distrito Metropolitano de Quito, para demarcar la zona horaria de estudio.

2.4.4 Muestra

El tamaño de la muestra es la cantidad representativa de la población, y se determina por cantidad media diaria de vehículos que circular por las vías en estudio en el horario establecido.

La población seleccionada es una población finita, ya que se conoce la cantidad de vehículos que circulan por las vías en estudio. La muestra se calculará mediante la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + (Z_{\alpha/2})^2 * p * q} \quad (1)$$

Donde:

n	Tamaño de la muestra
N	Es el universo de la población y se toma de la media aritmética diaria de un mes.
$1 - \alpha$	Es el nivel de confianza que requiere la investigación
α	Nivel de confiabilidad
$(Z_{\alpha/2})^2$	Es la estadística de la función de densidad
p	La probabilidad de éxito
q	La probabilidad de fracaso
e	Es el error de estimación respecto a la media

2.5 Elementos de análisis en vehículo particular

En esta fase de estudio se plantea simular los viajes al hipercentro de la ciudad, en una situación real de tráfico, en días laborables y en horas pico. Se realizará la definición de rutas, medición de tiempos, distancia y velocidad y los costos incurridos por el traslado.

2.5.1 Rutas

Las rutas en vehículo particular se trazaron en función de la ruta más corta, y el menor tiempo desde un nodo A (parqueadero) hacia un nodo B (punto de llegada). Se contó con la ayuda de un software especializado para el trazado de rutas.

De acuerdo con la selección horaria, por la tarde se invierten los sentidos y se determinó la ruta siguiendo los mismos parámetros.

2.5.2 Medición del Tiempo en Ruta, Distancia y Velocidad

Los tiempos fueron medidos a través del traslado por la ruta señalada, entre los nodos, y en el horario establecido en los sentidos de ida y vuelta. Se utilizó un vehículo particular y

se contó con la ayuda de una aplicación móvil, la cual nos dará el tiempo de viaje, la distancia recorrida y la velocidad promedio.

La medición de estos parámetros se realizó en los horarios establecidos y en días laborables, desde el 12 de agosto hasta el 30 de septiembre del año 2019.

2.5.2.1 Tiempo extra de pérdida por viaje

Se calculó mediante la diferencia entre el tiempo que toma en trasladarse en horas pico, y el tiempo de traslado fuera de las horas pico, en las mismas rutas.

2.5.2.2 Tiempo extra de pérdida diario

El estudio refleja la situación diaria por lo que se tomarán dos eventos, uno en el día y otro por la tarde, para un mismo tipo de vehículo.

2.5.3 Tasa de ocupación promedio en Vehículo Particular

Mediante el método de observación directa y del modo aleatorio, se determinó la cantidad de personas que viajan en vehículo particular. El número de observaciones se realizará en base a la muestra, en las vías antes señaladas y en horas pico.

De los datos recopilados, se calculará la media y se determinará la cantidad de personas que viajan en vehículo particular en horas pico a través de los valles hacia el hipercentro.

2.5.4 Estructura de Costos

La estructura viene dada por la suma del costo promedio de trasladarse entre los nodos en dos eventos por día, se compondrá del costo de operación, el costo de la congestión y el costo de parqueo mensual dentro de la zona de influencia en el nodo de llegada.

$$CT = \sum(CO + CC + CP) \quad (2)$$

- CT= Costo total de traslado
- CO= Costo de operación
- CC= Costo de congestión
- CP= Costo de parqueadero

2.5.4.1 Costo de Operación

Este rubro representa el costo promedio del traslado entre los nodos en horas pico, y se determinó respecto a costos que incurre el traslado entre los nodos en vehículo particular:

$$CO = \sum Cg + Cr + Cm \quad (3)$$

- Cg= Costo del combustible
- Cr= Costo de rodamiento
- Cm= Costo de mantenimiento

Combustible

Se calculó el costo de combustible para un tramo ij, durante un periodo según la ecuación (4):

$$Cg = Pg * Lij * Cv \quad (4)$$

- Cg= Costo del combustible
- Pg= Precio del combustible
- Lij= Distancia entre nodos
- Cv= consumo de combustible del vehículo

La metodología utilizada para este cálculo se realizó en base al consumo del vehículo de determinado cilindraje y siguiendo las rutas establecidas, es decir se medirá en una situación real de circulación. Se encuentra implícito el consumo de combustible debido al tiempo y velocidad en tráfico y a la geografía de la zona en estudio.

Rodamiento

Se realizó en base a datos del tiempo de cambio de los neumáticos, desgaste debido a los kilómetros recorridos y a los costos de los neumáticos. Se tomará datos de una situación real de rodamiento.

De acuerdo a la metodología utilizada para este cálculo se utilizará la siguiente ecuación:

$$Cr = \frac{Cn}{\frac{Km}{km/mes}} \quad (5)$$

- Cr= Costo de rodamiento mensual
- Cn= Costo del neumático
- Km: Kilometraje en el cual se cambia los neumáticos
- Km/mes: kilómetros recorridos por mes

Mantenimiento

La metodología utilizada consiste en determinar el costo de mantenimiento anual, tomando en cuenta que los chequeos se realizan cada cinco mil kilómetros. El consumo mensual se determinó mediante la siguiente ecuación.

$$Cm = \frac{Cma}{12} \quad (6)$$

- Cm: Costo de mantenimiento mensual
- Cma= Costo de mantenimiento anual

Se debe tomar en cuenta que todos los costos están en función del tiempo y kilómetros de recorrido, de lo que se deduce que a mayor tiempo en el tráfico o mayores kilómetros de recorrido, mayor será el costo mensual de operación.

2.5.4.2 Costo de Congestión

El costo de la congestión en vehículo particular se calculará mediante el producto del tiempo extra de pérdida diario por el valor social del tiempo.

$$CC = Vs * Te \quad (7)$$

- CC= Costo de la congestión
- Vs= Valor social del tiempo
- Te= Tiempo extra de pérdida diario.

Valor Social del Tiempo

El valor social del tiempo por transportarse en vehículo particular, se encuentra en función del estrato del nivel socioeconómico generados por el INEC y del salario básico unificado del 2019 (Benavides & Vinueza, 2012).

Los grupos del nivel socio económico están separados desde el nivel A, B, C+, C- y D. Se toma en cuenta el *salario promedio* de los grupos A, B, C+, que son las personas que pueden acceder a un vehículo particular y se calculará mediante la ecuación 8.

$$V_s = \frac{\sum G_i * p_i}{\sum p_i} \quad (8)$$

- Vs= Valor social del tiempo
- Gi= Salario promedio
- Pi = Porcentaje de acuerdo con el grupo socioeconómico

2.5.5 Costo Promedio de Parqueaderos Públicos y Privados

Se tomó un muestra tanto de parqueaderos públicos como privados dentro de la zona de influencia del nodo llegada. De la muestra se verificará el costo por hora y mensual del aparcamiento para vehículos particulares.

Se calculará la media aritmética de los costos de los parqueaderos antes mencionados y ese será el costo promedio de parqueaderos públicos y privados.

2.6 Elementos de análisis del sistema integrado

Como se explicó en capítulos anteriores el sistema integrado comprende los siguientes elementos:

- Parqueaderos
- Metro de Quito
- Buses Alimentadores

Con estos elementos se realizará el análisis de la red que comprende:

- Planificación de la red
- Medición de tiempos y costos

2.6.1 Parqueaderos

Se determinó la ubicación, capacidad y costo tarifario de los parqueaderos. La ubicación de los parqueaderos servirá también para la ubicación de los nodos inicio y fin del análisis en vehículo particular.

2.6.1.1 Ubicación de los Parqueaderos

En base a la literatura consultada, esta ubicación puede ser impuesta en función de la proximidad a las vías en estudio, áreas de influencia y áreas de terreno de propiedad gubernamental, si el caso lo amerita se propondrá un terreno de propiedad privada, eso dependerá de facilidad de entrada y salida de vehículos.

2.6.1.2 Capacidad de los Parqueaderos

Se tomó como base de análisis la demanda y capacidad de parqueaderos públicos dentro de la zona de influencia en el nodo llegada, y que se asemejen a la demanda de los parqueaderos del sistema integrado.

Dentro del primer criterio existen estudios realizados sobre instalación de parqueaderos en el sector del parque La Carolina, que se asemejan la capacidad requerida de cajones de estacionamientos. Ante cualquier cálculo de demanda y capacidad estará restringido al área de terreno elegido.

Se toma como base el estudio de Naranjo (2010), que plantea la creación de un parqueadero en la Av. Naciones Unidas. Las dimensiones de la estructura planteada se deberán corroborar con el área de los parqueaderos planteados o con el número de cajones de estacionamientos.

2.6.1.3 Costo Tarifario de los Parqueaderos

El costo tarifario es el resultado del análisis financiero una vez que se toma en cuenta todos sus elementos de construcción y operación. El Estudios de Naranjo (2010), presenta dicho estudio y el tarifario del Parqueadero en el Sector del Parque la Carolina.

Además se realizará un estudio de tarifas por hora, diaria y mensual, que cobran los parqueaderos públicos o privados y que tengan características semejantes a las presentadas en este estudio y que estén dentro de la zona de influencia del parque La Carolina o su proximidad a la Estación de Transferencia La Carolina.

2.6.2 Metro de Quito

Este punto comprende la selección de las paradas del Metro y las estaciones de transferencia, así como la definición de tarifas.

2.6.2.1 Selección de las Paradas del Metro

Esta selección se basa en la ubicación de una estación del Metro que se encuentre más próxima a los parqueaderos antes establecidos. Este criterio incluye las estaciones de transferencia que estarán junto a las paradas del Metro.

Se toma en cuenta que para el caso de estudio tanto en vehículo particular como en el sistema integrado deberán llegar al mismo punto, con el fin de establecer un criterio de comparación y resultados.

2.6.2.2 Estaciones de Transferencia

La estación de transferencia es el nexo entre el transporte de conexión y la estación del Metro. Se ubica de acuerdo con la proximidad de las estaciones del Metro y a la facilidad de entrada y salida de vehículos.

2.6.2.3 Tarifas del Metro de Quito

La tarifa se regirá únicamente a la establecida por el Municipio de Quito, una vez que se estructure sus costos.

2.6.3 Buses Alimentadores

Los buses alimentadores son el nexo entre los parqueaderos y las estaciones de transferencia; se determinará la ruta, capacidad y tarifa para dicho recorrido.

2.6.3.1 Ruta de Buses Alimentadores y Tiempos de Traslado.

Se establecerá la ruta considerando la menor distancia recorrida entre los parqueaderos y las estaciones de transferencia, se contará con un software para este trazado.

2.6.3.2 Frecuencias de Buses y Tamaño de Flota

Se impondrá la frecuencia con la cual los buses deberán salir de los parqueaderos establecidos, se determinará el tamaño de la flota en función del tiempo total del traslado en ruta y de la frecuencia establecida (Mauttone, 2005), mediante la fórmula:

$$N = f * T \quad (9)$$

- N: Numero de buses operando en ruta
- f: Frecuencia de buses en ruta
- T: Tiempo total de viaje en ruta
- W: Tamaño de la flota.

Para Mauttone (2005), el tamaño de flota (W), debe ser mayor al número de buses operando en ruta, es decir que N es el tamaño minimo indispensable de operación.

2.6.3.3 Tarifa de Recorrido

Aunque existe una estructura de costos para vehículos públicos (buses), ésta se rege a las tarifas emitidas por la entidad gubernamental que regula dichos costos.

2.6.4 Planificación de la Red

En base a literatura señalada en al capítulo 1, sobre la planificación del transporte público, se determinará las rutas, frecuencias, horarios de despacho, asignación de flota y asignación de recursos para la formula general:

$$G = (N, A) \quad (10)$$

Donde:

- G= grafo dirigido
- N= Conjunto de Nodos
- A= Conjunto de arcos no dirigidos

2.6.4.1 Diseño de Rutas

La ruta se selecciona con el criterio de la ruta más corta entre los nodos, es decir desde los parqueaderos hasta las zonas de transferencia, desde el cual toma la ruta del sistema Metro hasta el nodo llegada. Esta ruta comprende vías exclusivas de circulación.

2.6.4.2 Frecuencia

Se impone la cantidad de buses / hora requerida para la red, dependiendo de la capacidad del transporte de conexión del sistema integrado.

2.6.4.3 Horarios de Despacho

Los horarios de despacho son coordinados con los trenes del metro, y en función de la frecuencia del transporte del sistema integrado.

2.6.4.4 Asignación de Flota

La asignación está en función de la demanda, que en este caso serán los usuarios de los parqueaderos; y se calculará mediante la frecuencia de buses por hora (debe coordinarse con la frecuencia de los trenes del Metro); y las horas de operación por día.

$$Fl = f * h \quad (11)$$

Donde

- Fl = Flota necesaria para la operación de transporte
- f = frecuencia de buses por hora
- h = horas al día de operación

2.6.4.5 Asignación de recursos:

Se dispondrá de recursos humanos para la operación del bus de conexión entre los nodos.

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 Ubicación de la Zona de Estudio

El estudio se llevó a cabo en Ecuador, Provincia de Pichincha, Distrito Metropolitano de Quito, con énfasis en los desplazamientos desde los Valles de los Chillos y Cumbayá.

El Valle de los Chillos comprende al Cantón Rumiñahui y una parte del Cantón Quito, las parroquias dentro de este último cantón son: Alangasí, Amaguaña, Conocoto, Guangopolo, La Merced y Pintag (Quito Distrito Metropolitano , 2012).

Los valles de Cumbayá y Tumbaco son parroquias del Cantón Quito y son aportantes directos en el flujo vehicular que pasa por el Túnel Guayasamín.

El estudio delimita al hipercentro de la ciudad de Quito como punto de llegada por la mañana, y salida por la tarde, del sector del Parque la Carolina.

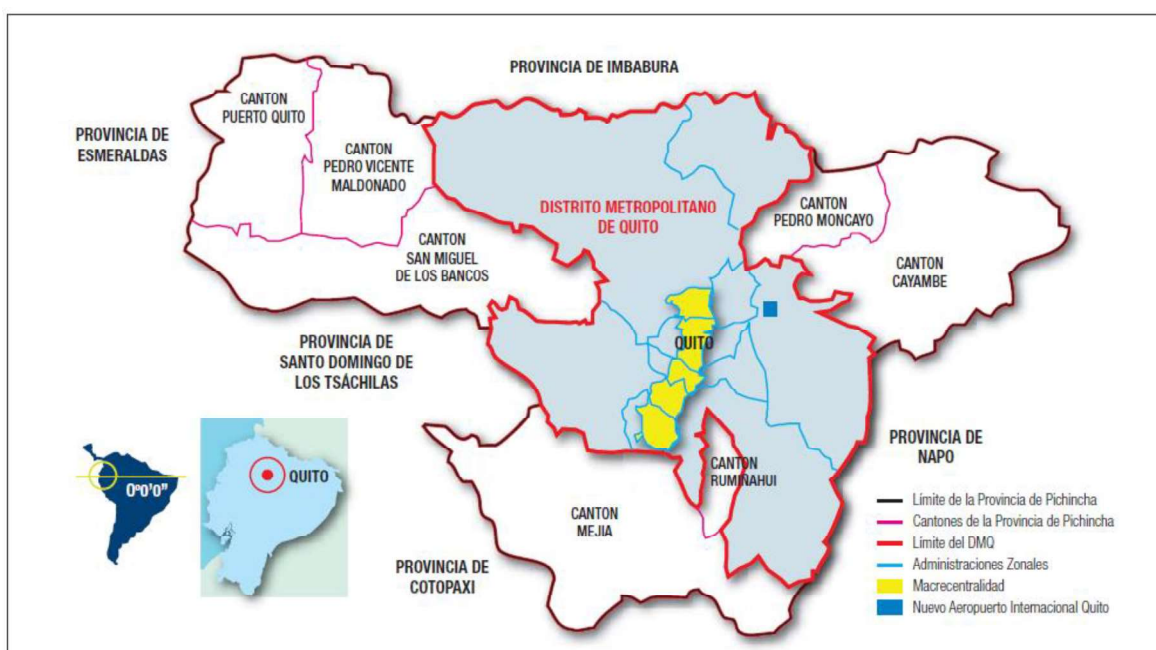


Figura 4. Localización del DMQ en la provincia y el País

Fuente: (EPMMOP, 2009)

El estudio se centra en la movilidad vehicular en el hipercentro de la ciudad y desde los valles.

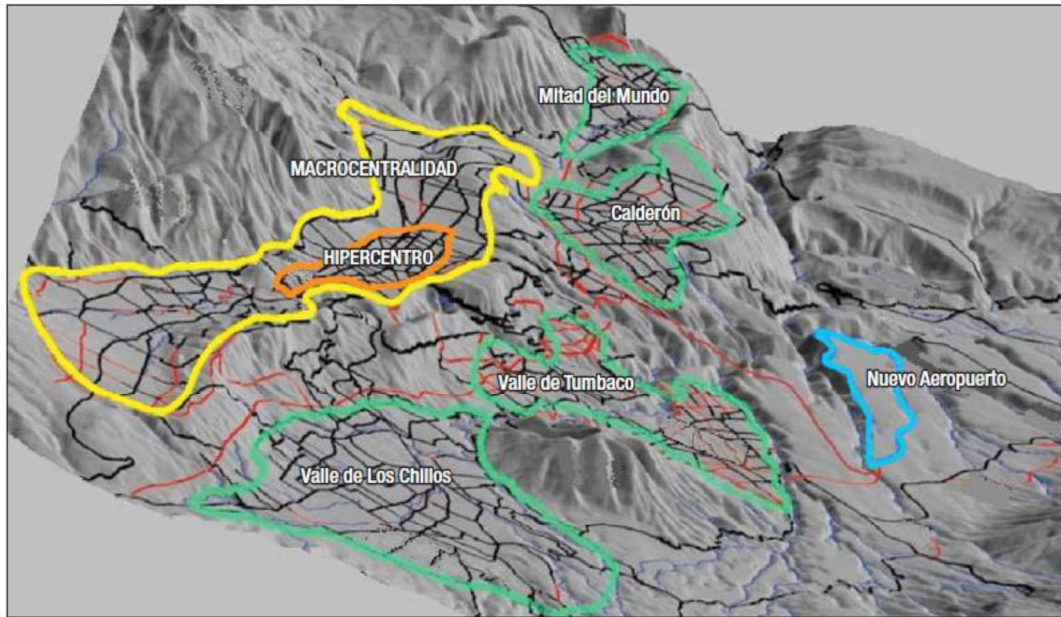


Figura 5. Macrocentralidad del DMQ y el Hipercentro de Quito

Fuente: (EPMMOP, 2009)

3.2 Población en el Distrito Metropolitano de Quito

Según el último censo poblacional del 2010, la población de Quito fue de 2 239 181 habitantes (INEC, Población y Demografía, 2010), de los cuales el 51.37% son mujeres y el 48.63% son hombres, según la misma fuente las proyecciones al 2020 la población alcanza 2 781 641 habitantes, convirtiéndose en la ciudad más poblada del Ecuador, sin tomar en cuenta la población migrante de otros países.

La población de Quito, sin contar con las parroquias rurales es de 1 911 966 personas, de los cuales se desprende la población económicamente activa, a esto se suma las actividades estudiantiles, comercio y actividades a desarrollarse en las entidades públicas en el hipercentro de la ciudad, que generan varios desplazamientos con diferentes objetivos, lo que conlleva a una gran congestión en horas pico y aumento del tiempo de desplazamiento.

Según la EPMMOP (2009), la concentración de equipos, servicios y empresas en la macrocentralidad de Quito, bordea el 77% de la población económicamente activa del DMQ, a pesar que la zona industrial no se encuentra ubicada en esta zona, por tal motivo se generan movimientos en masa a la misma hora (ingreso y salida de horario laboral) hacia el mismo punto, durante los días laborables.

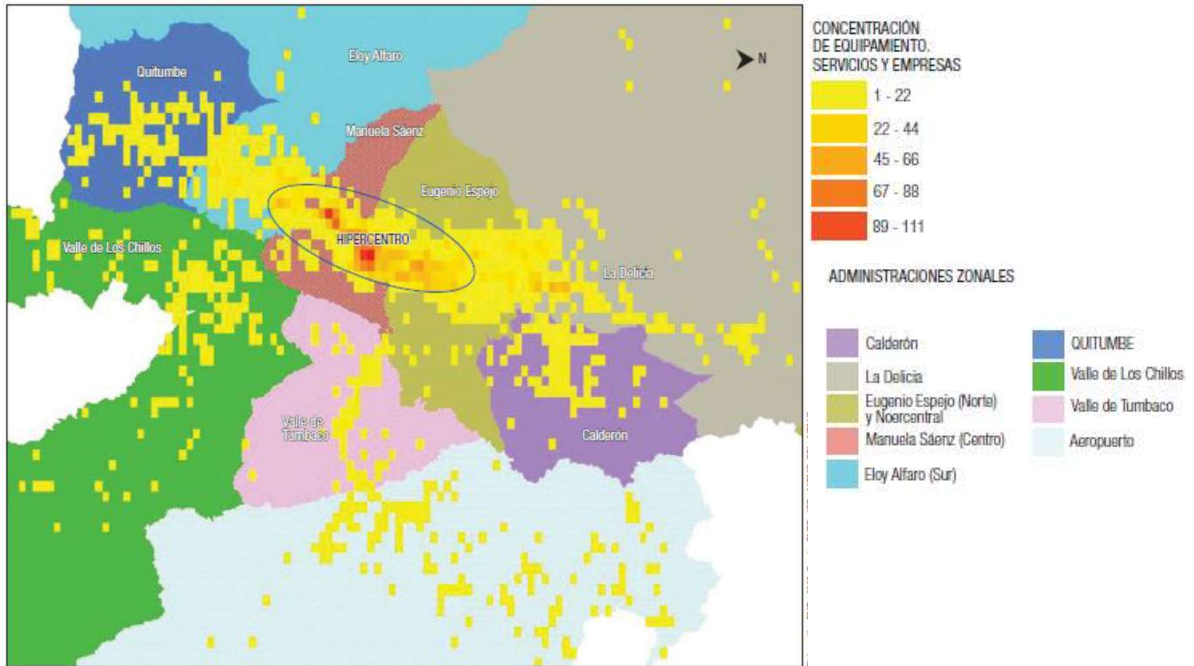


Figura 6. Concentración de equipos, servicios y empresas en el DMQ

Fuente: (EPMMOP, 2009)

3.2.1 Población del Valle de los Chillos

La población de Rumiñahui fue de 88 635 personas según el INEC (2010), su gobierno municipal menciona que la población económicamente activa (PEA) fue de 42 335, es decir el 47.76% de total de sus habitantes. En una tabla de proyección presentada por el INEC al año 2018, la población de Rumiñahui fue de **109 807** habitantes (INEC, 2013).

Tomando como referencia la proyección del INEC al año 2018, la población de Quito alcanzó los 2 690 150 habitantes, es decir hubo un incremento del 1.87% anual. Con este porcentaje, se determina la población de las parroquias que conforman el Valle de los Chillos según el INEC (2010).

Tabla 1. Población de las Parroquias del Valle de los Chillos

Sector	2010	2018
Alangasí	24,251	28,124
Amaguaña	31,106	36,074
Conocoto	82,072	95,180
Guangopolo	3,059	3,548
La Merced	8,394	9,735
Pintag	17,930	20,794
Total	166,812	193,454

Fuente: Elaborado por el Autor, basado en (INEC, 2013)

De las proyecciones tanto del Cantón Rumiñahui y de las Parroquias de Quito que conforman el *Valle de los Chillos* al año 2018, el número de habitantes es de **303 261** aproximadamente, y con una población económicamente activa de **141 553** (Tabla 2), este dato es calculado mediante el porcentaje de la población económicamente activa al 2018, obtenida de los planes de ordenamiento territorial de cada sector mencionado en la tabla 2; de este último dato un gran porcentaje se traslada al hipercentro por trabajo, estudios, comercio entre otros.

Tabla 2. PEA del Valle de los Chillos al 2018

2018			
Sector	Población Total	% PEA	PEA
Rumiñahui	109,807	47.76%	52,447
Alangasí	28,124	48.27%	13,577
Amaguaña	36,074	45.52%	16,419
Conocoto	95,180	48.69%	46,339
Guangopolo	3,548	43.97%	1,560
La Merced	9,735	46.32%	4,509
Pintag	20,794	32.23%	6,702
Total	303,261		141,553

Fuente: Elaborado por el Autor, basado en (INEC, 2013)

3.2.2 Población del Valle de Cumbayá y Tumbaco

Según los planes de Ordenamiento territorial 2015 de Cumbayá y Tumbaco, señala que la población económicamente activa es de 52% y 47% respectivamente, esto respecto a su población total (CAPSERVS, 2015).

De acuerdo con los datos del último censo realizado en Ecuador en el año 2010, se refleja la población de estos dos sectores, y sus proyecciones al año 2018

Tabla 3. Población del Valle de Cumbayá y Tumbaco

Sector	2010	2018
Cumbaya	31,463	36488
Tumbaco	49,944	57921
Total	81,407	94,409

Fuente: Elaborado por el Autor, basado en (INEC, 2013)

De acuerdo con las proyecciones al año 2018, la población de estos dos sectores fue de **94 409** habitantes, y de acuerdo a su PEA, esta llegó a **46 219** personas (tabla 4), datos tomados de los planes de ordenamiento territorial tanto de Cumbayá y Tumbaco. De estos un gran porcentaje fluctúan entre el hipercentro y los valles de Cumbayá y Tumbaco.

Tabla 4. PEA en los Valles de Cumbayá y Tumbaco

2018			
Sector	Población Total	% PEA	PEA
Cumbaya	36,488	52.00%	18,974
Tumbaco	57,921	47.04%	27,245
Total	94,409		46,219

Fuente: Elaborado por el Autor, basado en (INEC, 2013)

3.3 Población Vehicular y Desplazamientos

En información proporcionada por la Agencia Metropolitana de Tránsito de la ciudad de Quito, se presenta la cantidad de vehículos matriculados anualmente desde el año 2013 hasta el año 2018, de vehículos nuevos y total (Anexo 1)

Tabla 5. Vehículos Matriculados en la Ciudad de Quito 2013-2018

Número de Vehículos Matriculados		
Año	Nuevos	Total
2013	43155	341033
2014	41706	376253
2015	29804	401675
2016	33524	433000
2017	43615	435629
2018	46129	448816

Fuente: Agencia Metropolitana de Tránsito

Se puede verificar que hasta diciembre del año 2018, en Quito existían 448 816 vehículos, y que cada año se matriculan cerca de 40 000 vehículos nuevos, cifra que no es

demostrada en la totalidad al final del año, debido a que no todos los vehículos son matriculados en la ciudad de Quito, y pueden hacerlo en los cantones aledaños como Rumiñahui y Mejía. En la figura 7 se muestra los vehículos matriculados en la ciudad de Quito desde el año 2013 hasta el año 2018.

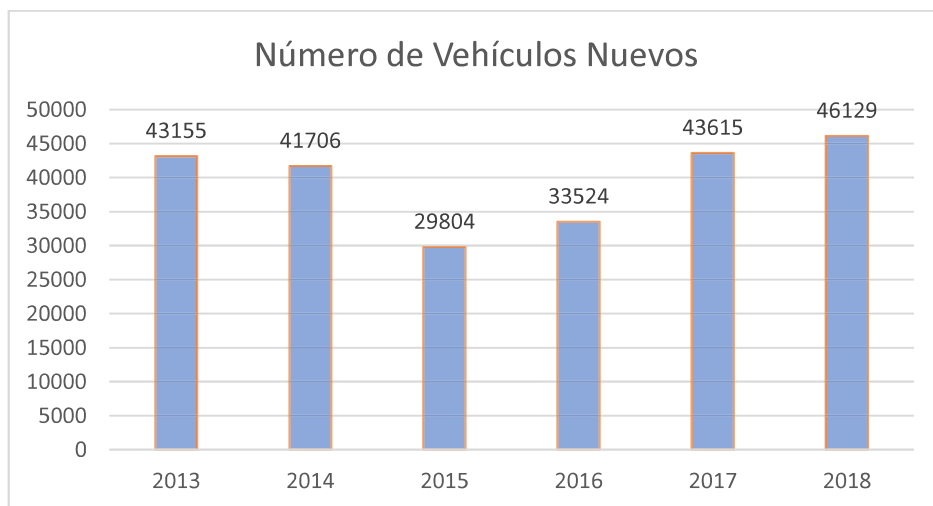


Figura 7. Vehículos Nuevos Matriculados en la Ciudad de Quito

Fuente: Agencia Metropolitana de Tránsito

De la figura 7, se calcula que en los años seleccionados, la tasa de crecimiento anual empieza con 10.33% y llega al 2018 con 3.03%, esto debido que desde los años 2014, 2015 y 2016 disminuye la cantidad de vehículos nuevos. En los años 2017 y 2018 se da un repunte del mercado automotriz.

3.3.1 Desplazamientos al Hipercentro de Quito

“El Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025” muestra el número de desplazamientos desde varias zonas del DMQ al hipercentro de la ciudad al año 2008, y su proyección al año 2025; en la tabla 6 se toma los desplazamientos desde los valles:

Tabla 6. Desplazamientos al Hipercentro desde los Valles

DESPLAZAMIENTOS AL HIPERCENTRO DEL DMQ				
Lugar	Transporte Público (TP)		Transporte Privado (TPr)	
	2008	2025	2008	2025
Los Chillos	15000	24000	10000	45000
Cumbayá / Tumbaco	47000	76000	30000	139000

Fuente: (EPMMOP, 2009)

El mismo estudio muestra que al año 2008, hubo en total 700 000 desplazamientos hacia el Hipercentro en transporte privado (TPr), y se proyecta al 2025 en 3 240 000, siendo que el número de viajes en transporte privado aumenta al 10.8% anual.

La figura 8, muestra que el número de desplazamientos desde el Valle de los Chillos al 2025, será de 45 000 y desde Cumbayá – Tumbaco será de 139.000.

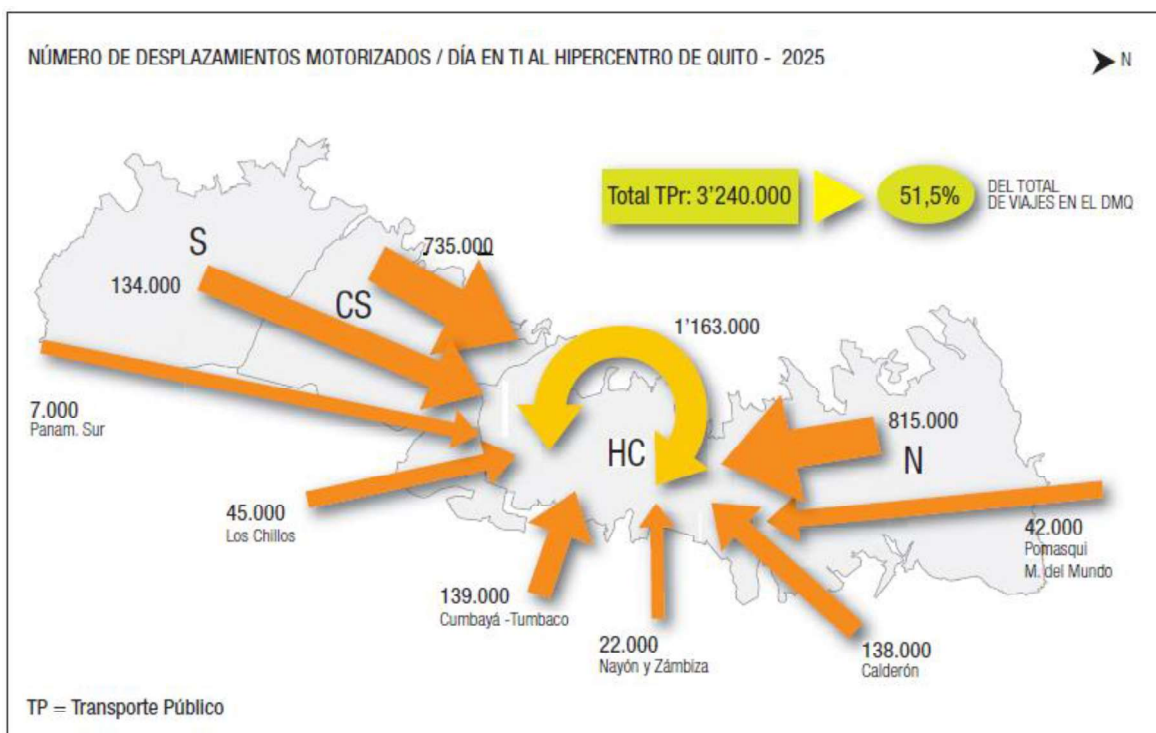


Figura 8. Tendencia de Desplazamientos en Transporte Privado al Hipercentro de Quito al 2025

Fuente: Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025

3.3.2 Desplazamientos Valle de los Chillos – Quito

Los vehículos que transitan por la Av. General Rumiñahui y que se incorporan diariamente al hipercentro, se determina a través de datos del número de vehículos que pasan a través del peaje que se encuentran en la misma avenida, no se toma en cuenta los vehículos que toman el desvío hacia la Av. Simón Bolívar debido a que en el trayecto hacia el sector del Trébol se incorporan usuarios de los barrios aledaños.

Según información proporcionada por la coordinación de la autopista General Rumiñahui e Intervalles, administrada por el Gobierno Provincial de Pichincha, el número promedio diario de vehículos particulares que pasan a través del peaje de la Autopista General

Rumiñahui, en horas pico por la mañana, en el sentido Valle de los Chillos – Quito, del año 2018, es de **11 448** vehículos particulares (tabla 7), que corresponde al 93.46% del total de vehículos que circula por esa vía (Coordinación Autopista General Rumiñahui , 2018).

Tabla 7. Vehículos los Chillos - Quito

NÚMERO DE VEHÍCULOS LOS CHILLOS - QUITO			
	Min	Max	Media
Enero	9,370	11,711	11,209
Febrero	10,685	11,575	11,248
Marzo	10,863	11,507	11,245
Abril	11,161	11,762	11,491
Mayo	11,378	11,790	11,581
Junio	11,024	11,797	11,485
Julio	10896	11760	11361
Agosto	8,241	8,987	8,621
Septiembre	11,102	12,093	11,721
Octubre	11,773	13,167	12,523
Noviembre	11,732	14,561	12,653
Diciembre	9,422	14,075	12,237
Media			11,448

Fuente: Elaborado por el Autor, basado en datos del peaje de Autopista General Rumiñahui

Se hace una diferencia en los meses de enero a julio, donde la tendencia de desplazamientos va en aumento pero son aproximadas, en el mes de agosto se encuentran en época de vacaciones escolares donde existe una ligera disminución de vehículos, pero que influye en el tiempo de desplazamientos al hipercentro; por último se observa que de los meses de septiembre a diciembre donde se encuentran en época escolar y festividades, existe un aumento considerable respecto a la media de vehículos.

De lunes a viernes existe una tendencia marcada sobre las horas donde existe más afluencia de vehículos, que es en el horario de 7h00 a 8h00 de la mañana; se muestra como ejemplo en la Tabla 8 una semana del mes de julio.

Tabla 8. Número de Vehículos por hora – julio 2018

NÚMERO DE VEHÍCULOS POR HORA - JULIO					
HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
6:00-6:59	2605	2589	2550	2444	2707
7:00-7:59	3814	3794	3660	3737	3780
8:00-8:59	2700	2740	2671	2706	2699
9:00-10:00	2335	2359	2380	2428	2372
Total	11454	11482	11261	11315	11558

Fuente: Elaborado por el Autor

3.3.3 Desplazamientos Valle de Cumbayá y Tumbaco – Quito

Los vehículos que se incorporan diariamente al Hipercentro de Quito desde los valles de Cumbayá y Tumbaco, se determina mediante datos del Peaje Guayasamín.

Los datos son proporcionados por la Gerencia de Terminales y Estacionamientos del DMQ, es decir es una entidad adjunta al Municipio de Quito.

Mediante cálculos estadísticos de los datos proporcionados por la entidad municipal, el número de vehículos promedio que pasa por el túnel Guayasamín, en horas pico, en el año 2018, fue de **19 154** unidades (tabla 9). Sin embargo, en el mes de diciembre puede llegar a 21 180 vehículos.

Tabla 9. Vehículos Cumbayá - Quito

NÚMERO DE VEHICULOS CUMBAYÁ - QUITO			
	Min	Max	Media
Enero	14,600	19,445	18,280
Febrero	18,156	19,600	18,859
Marzo	17,144	20,083	19,123
Abril	18,639	20,132	19,463
Mayo	18,315	20,016	19,405
Junio	18,996	20,062	19,499
Julio	18,042	20,019	18787
Agosto	16,831	18,838	18,053
Septiembre	18,501	19,448	19,448
Octubre	17,092	20,260	19,570
Noviembre	19,075	20,747	19,944
Diciembre	15,065	21,180	19,425
	Media		19,154

Fuente: Elaborado por el Autor basado en datos del Peaje de la Av. Guayasamín

Para este análisis no se toma en cuenta los días feriados, ya que la cantidad de vehículos se aleja de la media de vehículos que pasan en días laborables. La entidad no emite la información detallando la cantidad de vehículos por hora dentro del lapso de las horas pico.

3.4 Selección Horaria de Circulación Vehicular

En la figura 9, se muestra la distribución de movilidad vehicular del Distrito Metropolitano de Quito en el transcurso del día, la selección de la muestra se basa en las horas donde se encuentra mayor cantidad de vehículos en las vías, es decir en las horas pico.

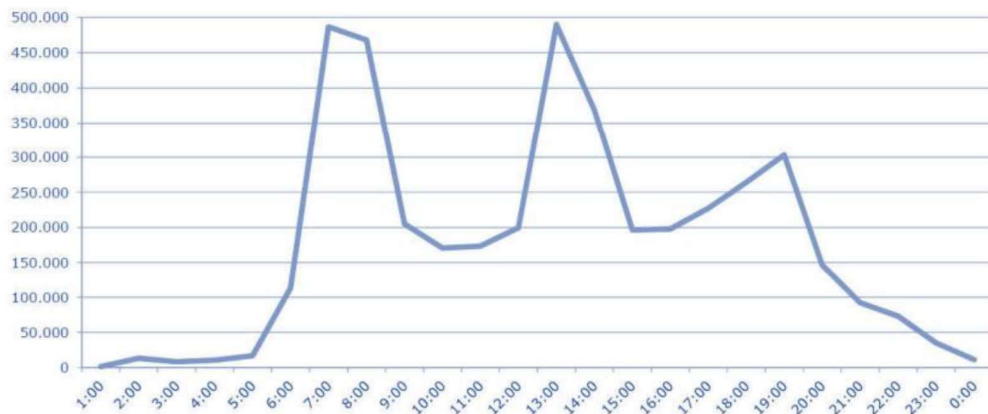


Figura 9. Distribución horaria de movilidad día DMQ, en día laborable

Fuente: (Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas y Metro Madrid, 2010)

Se observa que el horario de mayor circulación vehicular inicia por la mañana, desde las 07h00 hasta las 09h00 y por la tarde desde las 16h30 hasta 19h00, que es reflejado con el inicio y salida de las personas de sus trabajos.

3.4.1 Muestra

El tamaño de la población se refiere a la cantidad de vehículos en horas pico que pasan a través de los peajes Rumiñahui y Guayasamín, es decir la *media* diaria del número de vehículos de la tabla 7 y 9. La muestra estará en función de la población media vehicular diaria, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5% y de acuerdo a la ecuación 9:

$$n = \frac{N * (Z_{\alpha/2})^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad (9)$$

3.4.1.1 Tamaño de la Muestra para la Av. General Rumiñahui

De la ecuación 1 se desprende que:

Datos:

- N: 11 448 (tabla 7)
- $(Z_{\alpha/2})^2$: 1.96
- p: 0.5
- q: 0.5

- e: 0.05

$$n = \frac{11\,448 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (11\,448 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 371 \text{ vehiculos}$$

3.4.1.2 Tamaño de la Muestra para el Túnel Guayasamín

De la ecuación 1 se desprende que:

Datos:

- N: 19 154 (tabla 9)
- $(Z_{\alpha/2})^2$: 1.96
- p: 0.5
- q: 0.5
- e: 0.05

$$n = \frac{19\,154 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (19\,154 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 376 \text{ vehiculos}$$

3.5 Elementos de Análisis del Desplazamiento en Vehículo Particular

Este análisis contempla el desplazamiento en tiempo real, a través del tráfico en horas pico, desde de los Valles en el día y en sentido opuesto por la tarde, de esta manera se conocerá el tiempo de viaje y el costo de transportarse en vehículo particular hasta el hipercentro.

Para el caso, es necesario establecer los nodos de inicio y fin en el día, por la tarde se invierte los sentidos de desplazamiento, con el fin de tener un parámetro de comparación entre los dos modos de transporte.

3.5.1 Ubicación de Parqueaderos

Es primordial conocer cuáles son los puntos de partida y llegada para determinar los tiempos, distancias y rutas para realizar la comparación entre viajar en vehículo particular y el nuevo sistema integrado, posteriormente expuesto en este estudio.

Todos estos puntos se establecen en función de las zonas más próximas a las estaciones del Metro.

3.5.1.1 Parquedero Valle de los Chillos

Se impone como punto de partida al parquedero de borde “Cuscungo”, utilizado por la restricción vehicular en horas del pico y placa. Este se encuentra ubicado en el sector de Alma Lojana, Junto al Parque Cuscungo en la Av. General Rumiñahui.

Este espacio es considerado con una zona de parqueo vehicular municipal, y es donde empieza la zona de congestionamiento en la Av. General Rumiñahui, y puede tener un beneficio adicional por el contraflujo en la mañana. Se le da el nombre de “Parquedero Los Chillos” o PLC.

La conexión más próxima es la Estación San Francisco, a la misma se puede llegar por la Av. 24 de Mayo.

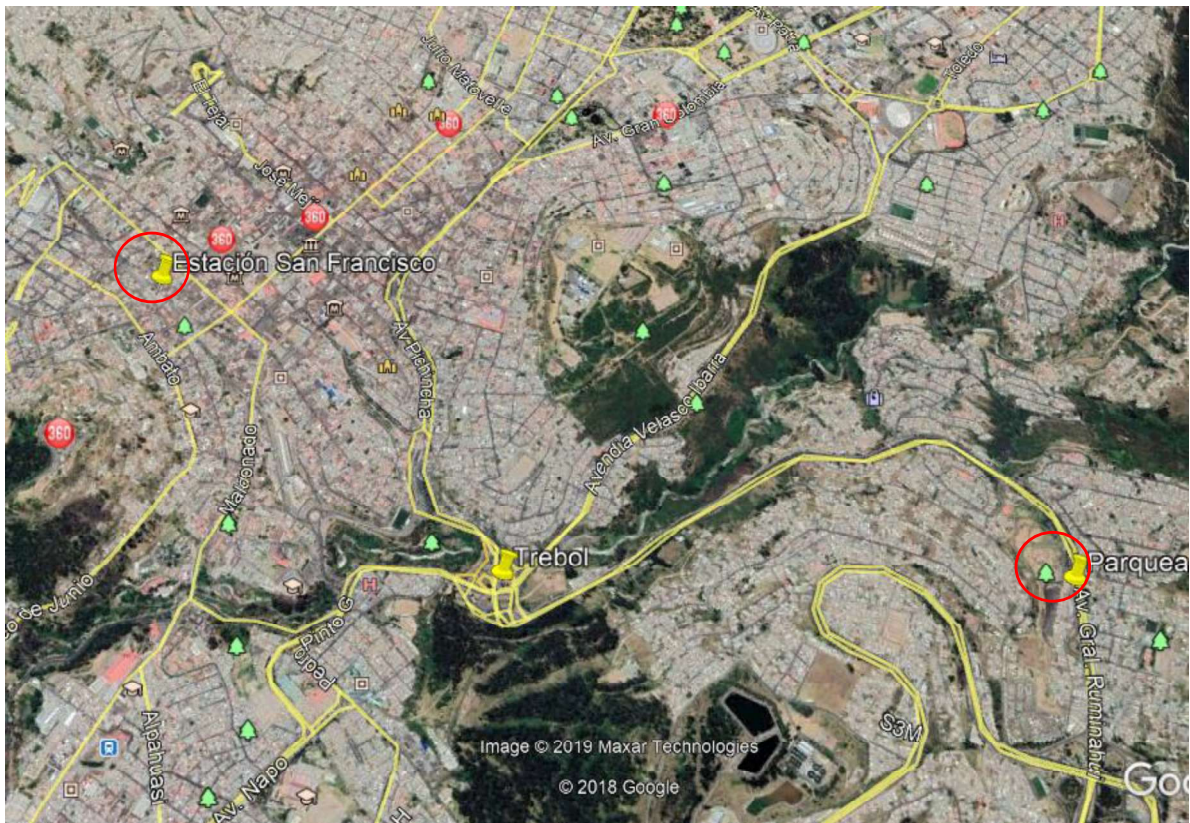


Figura 10. Ubicación del Parquedero Los Chillos

Fuente: El Autor - Programa Google Earth

3.5.1.2 Parquedero Valle de Cumbayá

La mayor congestión se presenta desde el intercambiador con la Av. Simón Bolívar, por tal motivo se implementa un parquedero al margen derecho de la Av. Guayasamín en el sentido Quito – Cumbayá; 500 metros después del peaje en el mismo sentido. Tendrá el

nombre de “Parqueadero Cumbayá” o PC. El terreno es de propiedad privada, pero se encuentra junto en un lugar estratégico para la entrada y salida de vehículos.



Figura 11. Ubicación del Parqueadero Cumbayá

Fuente: El Autor - Google Earth

3.5.1.3 Estación de Transferencia La Carolina

Para la medición y comparación de los modos de transporte, se establece un punto de llegada o nodo fin, que debe estar ubicado dentro del hipercentro de la ciudad, en este caso donde se encuentra la mayor concentración de desplazamientos.

Se considera un punto estratégico de llegada, el actual *parqueadero municipal* que se encuentra dentro del Parque la Carolina, ubicado por la Av. Eloy Alfaro, la misma funcionará como una estación de transferencia para el Sistema Integrado Cumbayá –Quito, que conectará directamente a los pasajeros con la Estación “La Carolina” del Metro. Se lo denominará “Estación de Transferencia La Carolina” o ETC

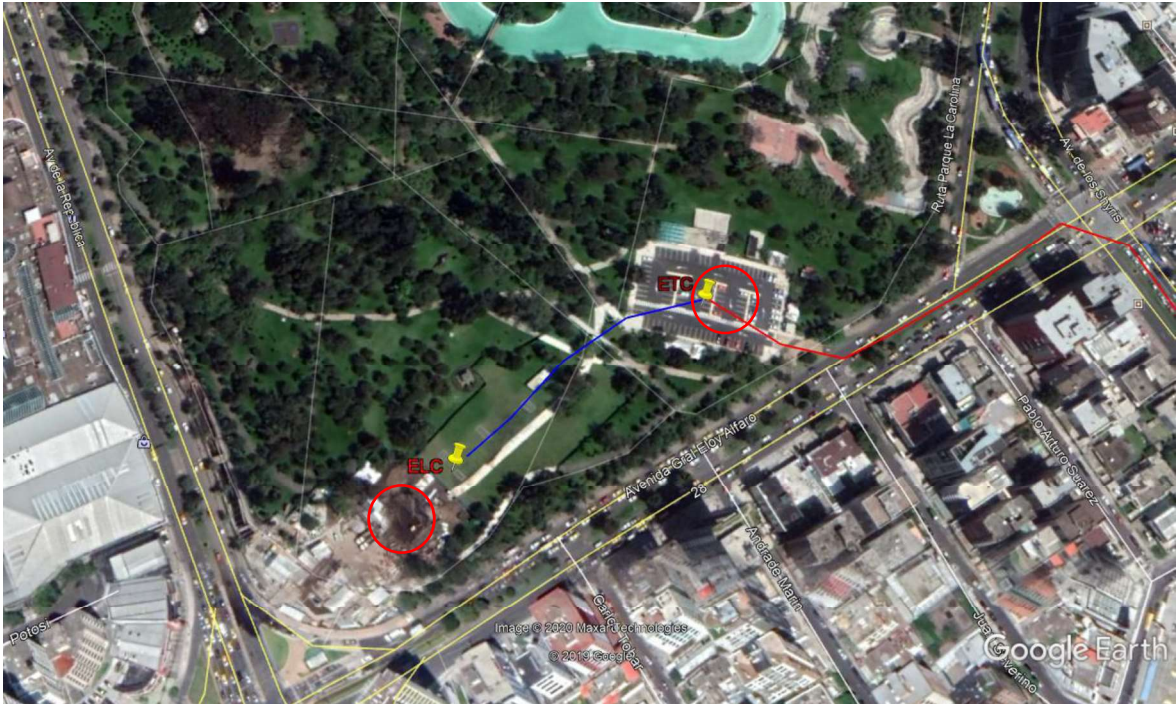


Figura 12. Ubicación Estación de transferencia La Carolina

Fuente: El Autor – Programa Google Earth

La medición de tiempos, distancias y rutas en vehículo particular, se estableció desde los parqueaderos impuestos en los valles hasta el parqueadero municipal por la mañana, por la tarde en horas pico se invirtió los sentidos y se realizará la misma medición.

3.5.2 Medición de Tiempos, Distancias y Rutas en Vehículo Particular

Para determinar los tiempos, distancias y rutas desde los valles al Sector de la Carolina, se utiliza el programa Google Maps, estas características son corroboradas por la movilización en vehículo particular, semejando la ruta de una persona que se dirige al hipercentro. La medición se realizó desde el 22 de Julio hasta 30 de septiembre del 2019 de lunes a viernes, en un intervalo de tiempo de 06:30 a 09:00 am, por la tarde en sentido contrario desde las 17:00 hasta las 19:00 pm, que son las horas con más afluencia vehicular.

De la experimentación de hacer el mismo recorrido en vehículo particular y compararlo con la ruta establecida con el programa Google Maps, se determinó que el tiempo puede variar en ± 2 minutos y la distancia en ± 100 metros.

Se toma tres puntos de referencia para la medición desde los valles hasta el hipercentro del DMQ.

3.5.2.1 Ruta Valle de Los Chillos – Parque la Carolina

La ruta comprende desde el parqueadero los Chillos o PLC (Cuscungo) hasta la estación de transferencia La Carolina, esta tiene una longitud de 9.3km, y toma la Av. General Rumiñahui, Av. Velasco Ibarra, Calle Toledo, Av. La Coruña, Calle Wimper, Av. 6 de Diciembre y Av. Eloy Alfaro.

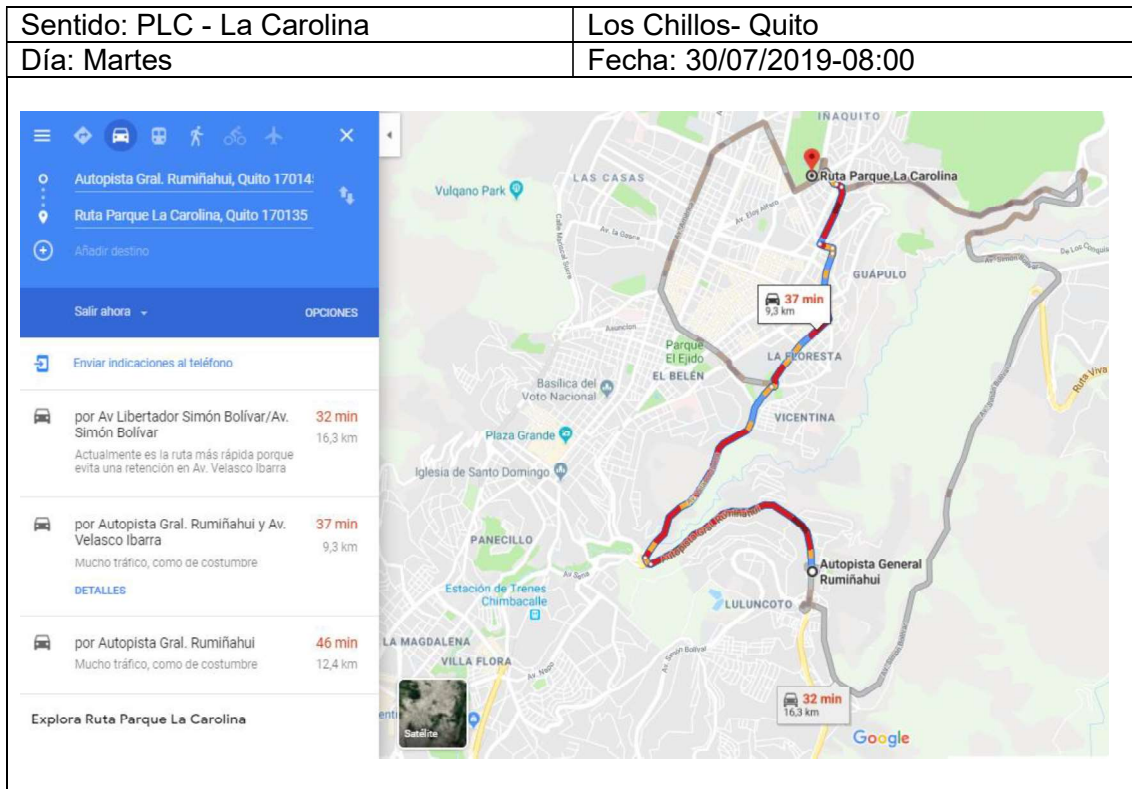


Figura 13. Recorrido, Tiempo y Distancia PLC - La Carolina

Fuente: El Autor – Programa Google Maps

El programa toma rutas alternas, pero se toma la ruta más corta, ya que está en función del costo por kilómetro recorrido.

De las mediciones realizadas en vehículo particular, simulando a una persona que se transporta al hipercentro y en particular al parque La Carolina durante las horas pico se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 10. Desplazamientos Los Chillos – Estación de Trasferencia La Carolina

DESPLAZAMIENTO EN VEHÍCULO PARTICULAR									
VALLE DE LOS CHILLOS - LA CAROLINA									
Día	Fecha	Lugar Inicio	Lugar Fin	Horario		Tiempo de Viaje (min)	Distancia(km)	Velocidad Promedio (km/s)	Velocidad Tramo conge (km/s)
				Inicio	Fin				
Lunes	12/8/2019	PLC	ETC	6:48	7:03	15	9.3	43.2	-
Miercoles	24/7/2019	PLC	ETC	7:04	7:31	27	9.9	22.7	18
Martes	13/8/2019	PLC	ETC	7:32	8:00	28	9.2	23.8	19
Martes	20/8/2019	PLC	ETC	8:00	8:39	39	9.2	18	12
Lunes	12/8/2019	PLC	ETC	8:31	9:04	33	9.1	22.7	15
Lunes	26/8/2019	PLC	ETC	9:00	9:23	23	9.3	32.4	-

Fuente: El Autor

Las mediciones se realizan desde las 06h30 hasta las 09h00, cada treinta minutos en diferentes días. El tiempo mínimo cuando el tráfico es liviano a las 06h30, es de 15 minutos. La mayor congestión se presenta a la 08h00, donde el tiempo invertido en el desplazamiento es de 39 minutos teniendo una velocidad promedio de 18km/h. La distancia promedio recorrida es de 9.3km.

La zona con mayor congestión es la Av. General Rumiñahui, El Trébol y la Av. Velasco Ibarra donde la velocidad promedio puede llegar a 12km/h. Datos medidos en sitio.

Por la tarde se invierte el sentido del recorrido desde el parque La Carolina hasta el parqueadero elegido en el Valle de los Chillos y los resultados fueron:

Tabla 11. Desplazamientos Estación de Transferencia La Carolina – PLC

DESPLAZAMIENTO EN VEHÍCULO PARTICULAR									
PARQUE LA CAROLINA - VALLE DE LOS CHILLOS									
Día	Fecha	Lugar Inicio	Lugar Fin	Horario		Tiempo de Viaje (min)	Distancia(km)	Velocidad Promedio (km/s)	Velocidad Tramo conge (km/s)
				Inicio	Fin				
Martes	13/8/2019	ETC	PLC	16:39	17:01	22	9.7	36	-
Viernes	16/8/2019	ETC	PLC	17:06	17:42	36	9.4	20.2	17
Viernes	30/8/2019	ETC	PLC	17:44	18:13	29	9.8	28.1	18
Lunes	12/8/2019	ETC	PLC	18:02	18:29	27	9.7	26.6	18
Lunes	3/8/2019	ETC	PLC	18:26	19:04	38	9.8	15.6	12
Martes	27/8/2019	ETC	PLC	18:58	19:32	34	9.8	21.6	16

Fuente: El Autor

De igual forma que se hizo por la mañana, se toma cada 30 minutos los tiempos en diferentes días en horario desde las 16h30 hasta las 19h00, el tiempo mínimo de recorrido se da las 16h30 donde no existe gran afluencia vehicular y el tiempo de desplazamiento es de 22 minutos; el tiempo máximo es de 38 minutos y se da a las 18h30. La distancia recorrida es de 9.7km, difiere a la distancia en el día debido a que a la ruta propuesta por el programa Google Maps presenta la ruta con menos tráfico.

La velocidad promedio en el horario con más tráfico es de 15.6km/h y en el tramo más congestionado llega hasta 12km/h.

3.5.2.2 Ruta Cumbayá – Parque la Carolina

La Ruta comprende desde le Parquedero Cumbayá hasta la Estación de transferencia La Carolina, por la Av. Guayasamín, cruza el Túnel del mismo nombre, toma la Av. Los Shyris y finalmente la Av. Eloy Alfaro.

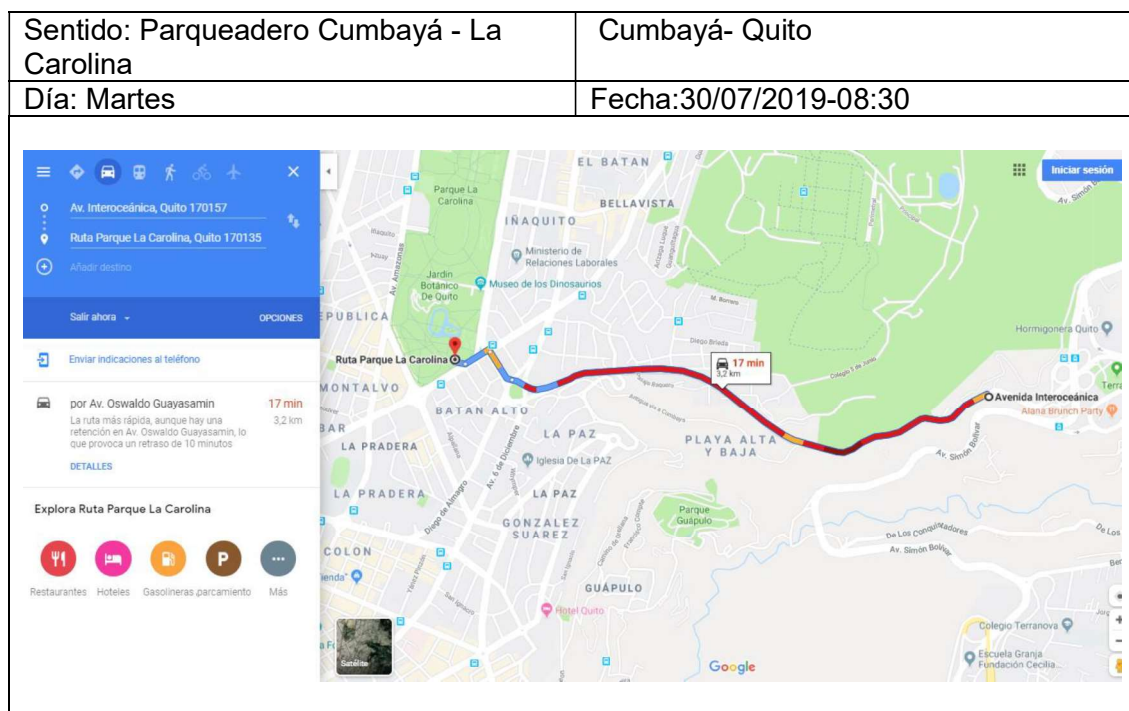


Figura 14. Recorrido, Tiempo y Distancia Parquedero 2- La Carolina

Fuente: El Autor – Programa Google Maps

De las mediciones realizadas en vehículo particular, simulando a una persona que se transporta desde Cumbayá al hipercentro en horas pico se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 12. Desplazamientos Cumbayá – La Carolina (ETC)

DESPLAZAMIENTO EN VEHÍCULO PARTICULAR										
CUMBAYA - LA CAROLINA										
Día	Fecha	Lugar Inicio	Lugar Fin	Horario		Tiempo de Viaje (min)	Distancia(km)	Velocidad Promedio (km/s)	Velocidad Tramo conge (km/s)	
				Inicio	Fin					
Viernes	16/8/2019	PC	ETC	6:40	6:46	6	3.4	41	-	-
Viernes	16/8/2019	PC	ETC	7:01	7:07	6	3.6	35.6	-	-
Lunes	12/8/2019	PC	ETC	7:27	7:36	10	3.6	43	20	20
Miercoles	28/8/2019	PC	ETC	8:09	8:26	17	3.6	18	10	10
Martes	13/8/2019	PC	ETC	8:30	8:38	8	3.4	33.8	-	-
Martes	20/8/2019	PC	ETC	9:14	9:21	7	3.9	37.1	-	-

Fuente: El Autor

Los tiempos que se muestran por el programa google maps y los realizados en vehículo particular en sitio son muy semejantes; el tiempo mínimo de recorrido es de 6 minutos y se

da a las 06h30 cuando el tráfico es bajo, a las 08h00 se presenta el mayor flujo de vehículos y el tiempo de traslado es de 17 minutos. La distancia promedio de recorrido es de 3.6 kilómetros, la velocidad promedio cuando el flujo es constante es 41km/h y cuando el tráfico es pesado la velocidad disminuye a 18km/h. El contraflujo vehicular por la mañana es en el horario de 07h00 hasta las 09h00.

Por la tarde, en el sentido contrario desde la Estación de La Carolina hasta el parqueadero Cumbayá, se obtienen resultados mostrados en la tabla 13. La velocidad en el tramo congestionado no muestra grandes diferencias con la velocidad promedio en todo el tramo.

Tabla 13. Tiempo de recorrido La Carolina – Parqueadero Cumbayá

DESPLAZAMIENTO EN VEHÍCULO PARTICULAR									
PARQUE LA CAROLINA - CUMBAYA									
Día	Fecha	Lugar Inicio	Lugar Fin	Horario		Tiempo de Viaje (min)	Distancia(km)	Velocidad Promedio (km/s)	Velocidad Tramo conge (km/s)
				Inicio	Fin				
Martes	12/8/2019	ETC	PC	16:34	16:43	9	3.9	32.8	-
Martes	12/8/2019	ETC	PC	17:07	17:14	7	3.7	37.1	-
Viernes	23/8/2019	ETC	PC	17:32	17:39	7	3.6	32.8	-
Lunes	26/8/2019	ETC	PC	18:02	18:11	9	3.6	30.3	-
Lunes	27/8/2019	ETC	PC	18:33	18:43	10	3.6	28.5	-
Viernes	23/8/2019	ETC	PC	18:58	19:07	9	3.6	30.1	-

Fuente: El Autor

El tiempo mini de traslado entre estos dos nodos es de 7 minutos y se da en los horarios de las 17h00 y 17h30. El mayor tiempo de traslado es de 10 minutos y se da a las 18h30. La distancia promedio de recorrido es de 3.6 km. La velocidad mínima de 28.5 km/h. Hay que tomar en cuenta que el contraflujo vehicular empieza a las 16h00 hasta las 20h00.

En la ruta establecida a más de tener contraflujo de vehículos solo se permite el tránsito de vehículos livianos.

3.5.2.3 Cálculo del tiempo extra de pérdida por viaje y diario

Desde la tabla 10 hasta la 13, se presenta los tiempo mínimos y máximos de desplazamientos desde los valles al hipercentro, y en sentido contrario. El tiempo mínimo es tomado en horarios donde la afluencia de vehículos es mínima, que sería “*la situación ideal*” pero no nula, como sucedería en el flujo de vehículos en la madrugada.

A continuación, se presenta los tiempos extra por desplazamiento debido al tráfico tanto en el día como en la noche, es decir el tiempo que pierde una persona diariamente debido al tráfico en estas rutas, desde las zonas donde inicia la congestión.

Tabla 14. Tiempo extra de traslado en horas pico - Los Chillos

VALLE DE LOS CHILLOS - PARQUE LA CAROLINA		
Tiempos de Traslado	Día	Tarde
Tiempo Mínimo (min)	15	22
Tiempo Máximo (min)	39	38
Tiempo Extra Viaje (min)	24	16
Incremento en Porcentaje (%)	160%	73%
Tiempo Total Diario (min)	40	

Fuente: El Autor

El tiempo extra de viaje a consecuencia del tráfico es 24 minutos en el día, es decir tiene un incremento del tiempo del 160%, y de 16 minutos por la tarde, un 73% de incremento; la suma de estos dos tiempos representa el tiempo que una persona pierde diariamente sumidos en la congestión vehicular en la ruta Valle de los Chillos – parque La Carolina y viceversa, y es de **40 minutos**. Si se toma las 52 semanas del año, se descuenta los días no laborables y feriados, una persona pierde 171 horas al año sumido en el tráfico.

Para la trayectoria desde el valle de Cumbayá se determina los siguientes datos:

Tabla 15. Tiempo extra de traslado en horas pico - Cumbayá

CUMBAYÁ - PARQUE LA CAROLINA		
Tiempos de Traslado	Día	Tarde
Tiempo Mínimo (min)	6	7
Tiempo Máximo (min)	17	10
Tiempo Extra Viaje (min)	11	3
Incremento en Porcentaje (%)	183%	43%
Tiempo Total Diario (min)	14	

Fuente: El Autor

Se puede verificar que en el día el tiempo de traslado casi se triplica llegando a 17 minutos; por la tarde el traslado puede llegar a 10 minutos habiendo un incremento de 3 minutos sobre el tiempo mínimo. En total el tiempo extra de traslado diario, es de **14 minutos**. Para el caso de Cumbayá, una persona pierde 60 horas al año sumido en el tráfico.

3.5.3 Tasa de Ocupación Promedio en Vehículo Particular

De acuerdo a los datos de la muestra, se contabiliza por cinco días, el número de personas que se transportan en vehículo particular en horas pico desde los valles hasta el hipercentro (Anexo 2), dando los siguientes resultados:

Tabla 16. Tasa de Ocupación Valle de los Chillos

Fecha	Indice de Ocupación
7/8/2019	1.69
9/9/2019	1.58
10/9/2019	1.61
11/9/2019	1.62
13/9/2019	1.65
	1.63

Fuente: Autor

La tasa de ocupación promedio en vehículo particular, desde el valle de los Chillos hacia el hipercentro, es de 1.63; datos tomados por cinco días en el sector del Trébol. Para una visión más clara se presenta en porcentaje de ocupación, tomado el 11 de septiembre del 2019:

Tabla 17. Porcentaje de Ocupantes por Vehículo desde el Valle de los Chillos

Cantidad de Personas por Vehículo		
Ocupantes por Vehículo	Total	Porcentaje
1	193	52.0%
2	141	38.0%
3	27	7.3%
4	5	1.3%
5	5	1.3%
	371	100.0%

Fuente: Autor

De una muestra 371 vehículos para el Valle de los Chillos, el 52% es ocupado por una sola persona (su conductor), y el 38% van dos personas.

Para el caso de Cumbayá, se tomó los valores en la salida del túnel Guayasamín, a la altura de la Plaza Argentina (Anexo 3), sus resultados son:

Tabla 18. Tasa de Ocupación Cumbayá

Fecha	Indice de Ocupación
25/9/2019	1.47
26/9/2019	1.44
27/9/2019	1.39
30/9/2019	1.39
1/10/2019	1.43
	1.42

Fuente: Autor

El índice de ocupación en vehículo particular es de 1.42, datos tomados desde el 25 de septiembre hasta el 1 de octubre del 2019, mediante el método de observación directa y modo aleatorio. De igual manera se presenta el cuadro en porcentaje respecto a la ocupación por vehículo:

Tabla 19. Porcentaje de ocupantes por vehículo desde Cumbayá

Cantidad de Personas por Vehículo		
Ocupantes por vehículo	Total	Porcentaje
1	240	63.8%
2	115	30.6%
3	17	4.5%
4	4	1.1%
5	0	0.0%
	376	100.0%

Fuente: El Autor

De una muestra de 376 vehículos, se desprende que el 63.8% de vehículos es ocupado por una sola persona, y el 30.6% es ocupado por dos personas.

3.5.4 Estructura de Costos Calculada

El costo de trasladarse en horas pico desde los valles hasta el hipercentro y viceversa se calculará de acuerdo a la ecuación:

$$CT = \sum(CO + CC + CP) \quad (2)$$

- CT= Costo total de traslado
- CO= Costo de operación
- CC= Costo de congestión
- CP= Costo de parqueo

3.5.4.1 Costo de Operación:

Se toma como base para esta investigación, un vehículo tipo Jeep de 2000cc de cilindraje con capacidad para 5 personas.

De acuerdo a la ecuación donde:

$$CO = \sum Cg + Cr + Cm \quad (3)$$

- Cg= Costo del combustible
- Cr= Costo de rodamiento
- Cm= Costo de mantenimiento

Costo del combustible

Se evaluará este costo con el valor del precio de la gasolina extra hasta septiembre del 2019. El consumo de gasolina es medido de forma experimental, haciendo los recorridos entre los puntos mencionados en la ciudad de Quito y de acuerdo a su geografía, semejando un consumo real diario:

Tabla 20. Consumo de gasolina por galón y kilómetros

CONSUMO DE GASOLINA						
FECHA	INICIO KM	FIN KM	DISTANCIA	CONSUMO	DISTA./CONS	CONSU/DIST.
	Kilometraje	Kilometraje	km	gal	(km/gal)	(gal/km)
16/8/2019	71664	71897	233	5.4	43.15	0.0232
20/8/2019	71897	72127	230	5.4	42.59	0.0235
25/8/2019	72127	72366	239	5.4	44.26	0.0226
					43.33	0.0231

Fuente: Autor

El consumo de gasolina en las calles de Quito es de 0.0231 galones/ kilómetro.

De acuerdo a los datos antes calculados se obtiene el costo del combustible (Cg) en el tramo de estudio mediante la ecuación 4. Se define al costo de combustible diario (Cg Diario) al desplazamiento tanto de ida y vuelta que se realiza diariamente.

$$Cg = Pg * L_{ij} * Cv \quad (4)$$

Figura 15. Costo de combustible

ELEMENTO	LOS CHILLOS	CUMBAYÁ
Pg (\$)	1.85	1.85
Lij (km)	9.7	3.6
Cv (gal/km)	0.023	0.0231
Cg (\$)	0.41	0.15
Cg Diario (\$)	0.83	0.31

Fuente: Autor

El costo de la gasolina diario por el desplazamiento entre Los Chillos y el Parque la Carolina es de \$ 0.83 dólares; y entre las paradas de Cumbayá y la estación de Transferencia la Carolina es de \$ 0.31 dólares.

Costo de rodamiento

El costo del rodamiento (Cr), es calculado de acuerdo al costo de los neumáticos, al kilometraje al cual se hace cambio de neumáticos y el promedio de kilómetros recorridos por mes, por lo que se tienen la siguiente ecuación:

$$Cr = \frac{Cn}{\frac{Km}{km / mes}} \quad (5)$$

Tabla 21. Costo de Rodamiento

COSTO DE RODAMIENTO		
Variable	Valor	Unidad
Cn	604.8	\$
km	50000	km
km/mes	1400	km/mes
Cr mensual	16.93	\$
Cr diario	0.56	\$

Fuente: Autor

El valor por el desgaste de llantas o rodamiento es de \$16.93 dólares al mes o de \$0.56 dólares en el día.

El valor Cn es sobre cuatro llantas, todos los datos son tomados en base a información proporcionada sobre un JEEP de 2000cc de cilindraje.

Costo de mantenimiento

Los mantenimientos se realizan cada 5000 km, y este valor representa un costo anual, el tiempo entre chequeo y chequeo variará dependiendo del recorrido diario, pero en la gran mayoría se realizan de tres o cuatro al año. Para este caso de estudio para el vehículo antes señalado se realizan cuatro mantenimientos:

Tabla 22. Numero de Mantenimientos al año

REGISTRO DE MANTENIMIENTO ANUAL		
Fecha	Mantenimiento	Valor
21/12/2017	40000	\$ 225.05
29/3/2018	45000	\$ 127.11
27/6/2018	50000	\$ 268.65
18/10/2018	55000	\$ 294.02
		\$ 914.83

Fuente: el autor

De acuerdo a la formula planteado en la ecuación se tiene que:

$$Cm = \frac{Cma}{12} \quad (6)$$

Tabla 23. Costo de Mantenimiento

COSTO DE MANTENIMIENTO	
Variable	Valor
Cma	\$ 914.83
Cm mensual	\$ 76.24
Cm diario	\$ 2.54

Fuente: Autor

El costo mensual de mantenimiento es de \$ 76.24 dólares mensuales, y diario es de \$ 2.54 dólares.

De acuerdo a la ecuación 3 y con los datos determinados de combustible, rodamiento y mantenimiento, se conoce el *Costo de Operación* de trasladarse entre los parqueaderos establecidos en los valles hasta el parque La Carolina y viceversa.

Tabla 24. Costo de Operación Valle – Parque la Carolina

COSTO DE OPERACIÓN		
Factor	Valle de los Chillos	Cumbayá
Diario	\$ 3.93	\$ 3.41
Mensual	\$ 111.40	\$ 99.93

Fuente: El Autor

El costo de operación de trasladarse desde el parqueadero Cuscungo, al que lo denominamos Parqueadero Los Chillos, hasta la Estación de Transferencia La Carolina es de \$ 3.93 dólares diarios o de \$ 111.40 dólares mensuales.

El costo de operación desde el Parqueadero Cumbayá hasta el Hipercentro, es de \$ 3.41 dólares diarios o de \$ 99.93 dólares mensuales.

3.5.4.2 Costo de Congestión

El costo de la congestión en vehículo particular se calculará mediante el producto del tiempo de extra de pérdida diario por el valor social del tiempo.

$$CC = V_s * T_e \quad (7)$$

- CC= Costo de la congestión
- Vs= Valor social del tiempo
- Te= Tiempo extra de pérdida diario.

Valor Social del Tiempo

Este valor se determina en base a la metodología del capítulo 2 siguiendo la ecuación 8:

$$V_s = \frac{\sum G_i * p_i}{\sum p_i} \quad (8)$$

- Vs= Valor social del tiempo
- Gi= Salario Promedio
- Pi = Porcentaje de acuerdo al grupo socioeconómico

Tabla 25. Porcentaje de grupo Socioeconómico

Grupos Socioeconomico	Puntajes	Porcentaje
A	De 845 a 1000 puntos	1.90%
B	De 696 a 845 puntos	11.20%
C+	De 535 a 696 puntos	22.80%
C-	De 316 a 535 puntos	49.30%
D	De 0 a 316 puntos	14.90%

Fuente: El Autor, basado en la "Encuesta de estratificación del nivel Socioeconómico NSE 2011"

Una vez determinado el estrato de nivel socioeconómico (NSE), se determina la progresión salarial promedio basado en el Salario Básico Unificado del 2019 que es de 394 USD, para los grupos A,B,C+, C- y D.

Tabla 26. Progresión Salarial en base al SBU

Grupos Socioeconomico	Salario Promedio	Equivalencia
A	\$ 3,152.00	8 SBU
B	\$ 1,576.00	4 SBU
C+	\$ 788.00	2 SBU
C-	\$ 394.00	1 SBU
D	\$ 394.00	1 SBU

Fuente: El autor, en base al “valor social del tiempo” de (Benavides & Vinueza, 2012)

Se toma el promedio ponderado de los grupos A, B y C+ que son los grupos económicos en posibilidades de obtener un vehículo propio, y se reemplazan los valores en la ecuación 8.

$$Valor\ social\ del\ tiempo = \frac{3152.00 * 1.9 + 1576.00 * 11.20 + 788.00 * 22.8}{1.9 + 11.20 + 22.80}$$

$$Valor\ social\ del\ tiempo = 1158.95\ USD$$

Tomando en cuenta que al año tiene 52 semanas y se labora 40 horas por semana se obtiene que el salario promedio de un ecuatoriano dentro de los grupos A,B y C+ al año 2019 es de 6.96 USD/hora

Tiempo extra de pérdida diario

Esta variable no es más que el tiempo que una persona está sumida en el tráfico, y se determina mediante la diferencia entre el tiempo de desplazamiento entre dos nodos cuando el tráfico es mínimo, menos el tiempo que demora su traslado a través del tráfico.

Del punto 3.5.2 donde establece las distancias, tiempos y velocidad promedio se obtiene que el tiempo de extra de viaje diario por el tráfico es de **40 minutos** en la ruta Valle de los Chillos - parque La Carolina. En la ruta Cumbayá – parque La Carolina el tiempo extra de viaje por día es de **17 minutos**.

Con el valor social del tiempo (Vs) y el tiempo extra de pérdida diario (Te) se determina el costo de la congestión.

Tabla 27. Costo de Congestión

COSTO DE CONGESTIÓN		
Variable	Valle de los Chillos	Cumbayá
Vs(\$/hora)	6.96	6.96
Te (horas)	0.67	0.28
CC	\$ 4.64	\$ 1.97
CC (mensual)	\$ 102.08	\$ 43.38

Fuente: Autor

El costo de estar sumido en el tráfico diario entre el parqueadero los Chillos hasta el Parque La Carolina y viceversa es de **\$ 4.64 dólares**. El costo de la congestión desde el Parqueadero Cumbayá hasta el Parque la Carolina es de **\$ 1.97 dólares**.

3.5.4.3 Costo Promedio de Parqueaderos Públicos y Privados

Se presenta el tarifario por hora, diario y mensual de los parqueaderos públicos y privados dentro de la zona de influencia del nodo de llegada, que es el Parqueadero número 8 del Parque la Carolina.

Tabla 28. Costo Tarifario Parqueaderos

Parqueadero – Dirección	Hora o Fracción	Diario	Mensual
Juan Pablo Sanz y Juan Gonzáles	\$ 0.75	\$ 4.00	\$ 78.40
Metro Parques – Av. República y Av. Eloy Alfaro	\$ 1.00	\$ 4.00	\$67.20
Mall el Jardín – Av. Amazonas	\$ 1.00	-	-
Cámara de la Industria – Av Amazonas	\$ 0.50	-	-
Carolina 8 – Av. Eloy Alfaro y Republica	\$ 0.50	-	-
Zona Azul	\$ 0.40	-	-

Fuente: El Autor

Se determina la media de la tarifa por hora, diaria y mensual para una persona que estaciona dentro de la zona de influencia del parque La Carolina.

Tabla 29. Costo de Parqueo

COSTO DE PARQUEO		
HORA	DIARIA	MENSUAL
\$ 0.70	\$ 4.00	\$ 72.80

Fuente: Autor

3.5.5 Costo Total de Traslado

Con los tres criterios establecidos de la ecuación 2, se determina el costo de trasladarse desde los valles hasta el hipercentro, dados los nodos de inicio y fin.

Tabla 30. Costo de traslado en vehículo particular diario

COSTO DE TRASLADO DIARIO		
Costos	Valle de los Chillos	Cumbayá
Operación	\$ 3.93	\$ 3.41
Congestión	\$ 4.64	\$ 1.97
Parqueo	\$ 1.40	\$ 1.40
Total	\$ 9.97	\$ 6.79

Fuente: Autor

Se establece que el costo de trasladarse en vehículo particular desde el Valle de los Chillos hasta el hipercentro tanto de ida como de vuelta y con dos horas de estacionamiento, es de **USD 9,97**. El valor desde Cumbayá hasta el Hipercentro y viceversa es de **USD 6,79**.

Tabla 31. Costo de Traslado en Vehículo particular mensual

COSTO DE TRASLADO MENSUAL		
Costos	Valle de los Chillos	Cumbayá
Operación	\$ 111.40	\$ 99.93
Congestión	\$ 102.08	\$ 43.38
Parqueo	\$ 72.80	\$ 72.80
Total	\$ 286.28	\$ 216.12

Fuente: El Autor

Para el caso de personas que trabajen en el hipercentro, y se ven obligados al traslado diario al mismo durante todo el mes, el costo desde el Valle de los Chillos hasta el Hipercentro es de **USD 286,28**. Para el Valle de Cumbayá el valor mensual es de **USD 216,12**

3.6 Análisis y Resultados del Sistema Integrado

El sistema integrado de transporte se compone de tres elementos:

- Parqueaderos Públicos
- Sistema Metro de Quito
- Buses Alimentadores

Posterior a la descripción de estos elementos se plantea la:

- Planificación de la Red
- Medición de tiempos y costos

3.6.1 Parqueaderos

Se establece que los parqueaderos son públicos y ajustados a una tarifa horaria, diaria o mensual. Además, se establece los puntos de ubicación y capacidad.

3.6.1.1 Ubicación de Parqueaderos del Sistema Integrado

La ubicación de parqueaderos del Sistema integrado comprende la misma ubicación que está dentro del análisis en vehículo particular, ya que corresponden los mismos nodos de inicio y fin. Por lo que se toma las ubicaciones dada en el punto 3.5.1

3.6.1.2 Capacidad de los Parqueaderos

La ubicación de los parqueaderos se los estableció en el punto 3.5.1, y su capacidad se da en base al área del terreno elegido.

Según Naranjo (2010), en su estudio “Proyecto de factibilidad para la creación de un sistema de parqueaderos subterráneos, en la avenida Naciones Unidas en convenio con el ilustre Municipio de Quito” establece una capacidad de 934 plazas de parqueo (dos plantas de 467 cajones de parqueo) con una proyección hasta el 2020, datos calculados mediante demandadas de parqueaderos existentes y dentro de la zona de influencia que es el Parque la Carolina. El área requerida es de 8250m² (110mx75m) por cada planta incluyendo las áreas administrativas, baños, seguridad, etc. El edificio de parqueaderos está dividido en dos plantas y cada planta albergara **467 estacionamientos**. Para el estudio mencionado, se tomó como población, las personas que tienen vehículo propio y que viven en el norte de la ciudad al año 2010, así como la demanda de parqueos y su proyección de vehículos que confluyen a la Av. Naciones Unidas de todo Quito. Se determinó su demanda futura, en base a los parqueaderos del Centro Histórico y la demanda insatisfecha, con relación a los parqueaderos existentes del Centro Comercial Quicentro Norte e Ññaquito.

Dado el caso que la demanda requerida es de 934 plazas, se divide esta para los dos casos, que son el valle de Cumbayá y el Valle de los Chillos.

- **Parqueadero Valle de los Chillos o PLC**

Como se mencionó en el capítulo 1 de este estudio, el parqueadero funciona actualmente como un parqueadero de borde para la restricción vehicular “pico y placa”, y tiene una capacidad de 250 vehículos. Tiene un área de 4 725m² en una dimensión de 45 metros de ancho por 105 metros de largo.

Con las dimensiones y el área construible para este terreno, se establece que, para la demanda de **467 cajones** de estacionamientos, se debe construir un edificio de dos plantas.

De los 11 441 vehículos que se desplazan desde el Valle de los Chillos hacia el hipercentro, este parqueadero podría albergar al 4% de esa cantidad. Dependiendo del índice de rotación de cada cajón ese porcentaje podría aumentar.

- **Parqueadero Cumbayá o PC**

De acuerdo a la ubicación de este parqueadero, el terreno elegido tiene un área de 1 215 m² en una longitud de 45 metros de largo por 27 metros de ancho.

Para obtener una capacidad de **467 cajones** de estacionamiento, se tendría de construir un edificio de 7 plantas. Cada planta albergaría un promedio de 69 cajones de estacionamiento.

Para los 19 154 vehículos que pasan a través del Túnel Guayasamín, la capacidad instalada de este parqueadero representa el 2.43%. De igual manera, éste porcentaje puede aumentar dependiendo el índice de rotación para del parqueadero.

3.6.1.3 Pago Tarifario

Según el estudio de Naranjo (2010), una vez realizado la estructura de costos y su operación, determina que el pago tarifario es de \$0.75 por hora o fracción.

El parqueadero ubicado en la Calle Juan Pablo Sanz y Juan Gonzales, tiene características semejantes a los propuestos en este estudio, además concatenan con la tarifa diaria establecida por Naranjo (2010). Por los estudios mencionados, se establece que el costo tarifario tanto para el Parqueadero Cumbayá como el Valle de Los Chillos de \$ 0.75 por hora o fracción, \$ 4 dólares diarios y de \$ 78.40 dólares mensuales.

Tabla 32. Costo de Parqueo del Sistema Integrado

Parqueadero – Dirección	Hora o fracción	Diario	Mensual
Juan Pablo Sanz y Juan Gonzáles	\$ 0.75	\$ 4.00	\$ 78.40

Fuente: El Autor

3.6.2 Sistema Metro de Quito

El sistema de metro para este estudio comprende desde las estaciones de transferencia y las paradas del metro más cercanas a los parqueaderos y su posterior traslado hacia el hipercentro.

3.6.2.1 Selección de las paradas del Metro y tiempos de traslado

Esta selección se divide para los dos casos de estudio:

- **Caso Valle de los Chillos**

Comprende desde el Valle de los Chillos, y de acuerdo con el criterio de la ruta más corta, se toma el punto más cercano desde el parqueadero hasta la estación del Metro más próxima. Para este caso, la *Estación San Francisco* llegará hasta la Estación La Carolina. El tiempo teórico de traslado entre estas dos estaciones es de **14 minutos y 30 segundos** (Jacome, 2019).

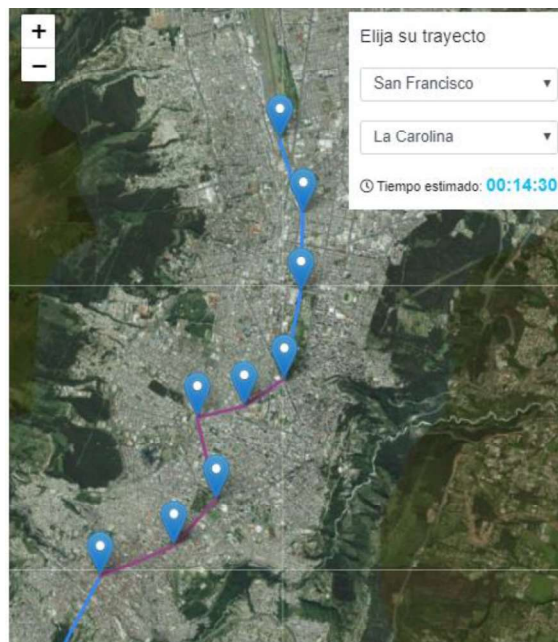


Figura 16. Tiempo de Traslado Estación San Francisco – Estación La Carolina

Fuente: Metro de Quito

- **Caso Cumbayá**

Se define a la estación más cercana a este parqueadero, y es la Estación La Carolina. Para este caso no existe tiempo de traslado entre estaciones del metro, ya que el nodo fin es la estación La Carolina. El usuario del sistema podrá desplazarse a dentro del sistema Metro, pero no está dentro del alcance de éste estudio.

3.6.2.2 Estaciones de Transferencia

- **Estación de Transferencia 24 de Mayo**

La Estación de Transferencia 24 de Mayo, funciona como un nexo entre las personas que llegan en buses alimentadores, atraviesan un túnel bajo la calle Cuenca y llegan a la Estación San Francisco, donde pueden tomar el Metro, como se puede divisar en la figura 17.

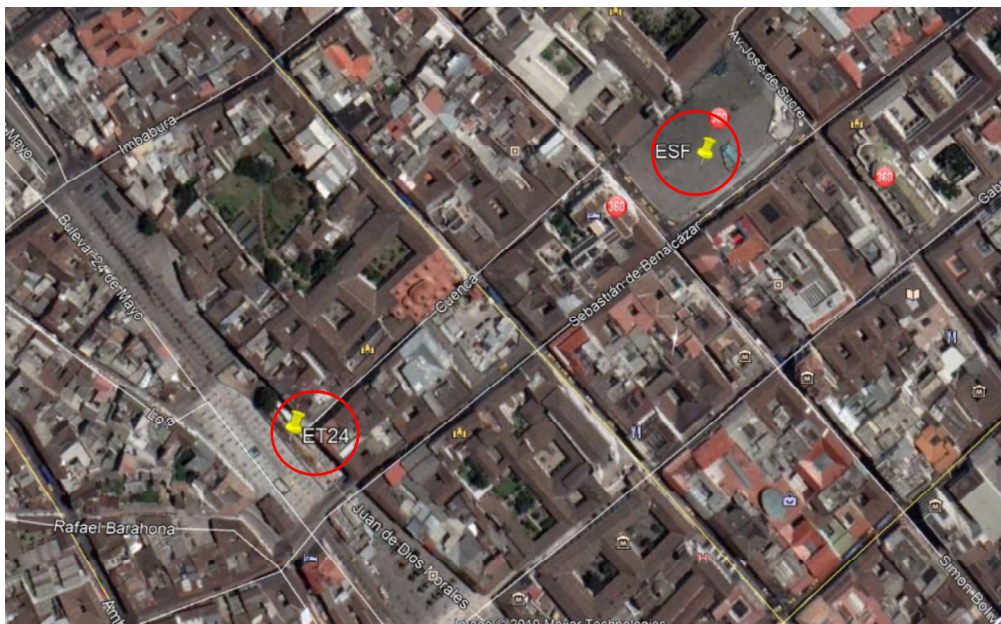


Figura 17. Trayectoria Estación de Transferencia 24 de Mayo – Estación San Francisco

Fuente: Autor – Programa Google Earth

- **Estación de Transferencia La Carolina**

Este punto se establece sobre el actual parqueadero municipal, que se encuentra ubicado dentro del parque La Carolina y tiene su entrada por la Av. Eloy Alfaro. Se encuentra junto a la Estación La Carolina (ELC). En la figura 18 se puede divisar los dos puntos.

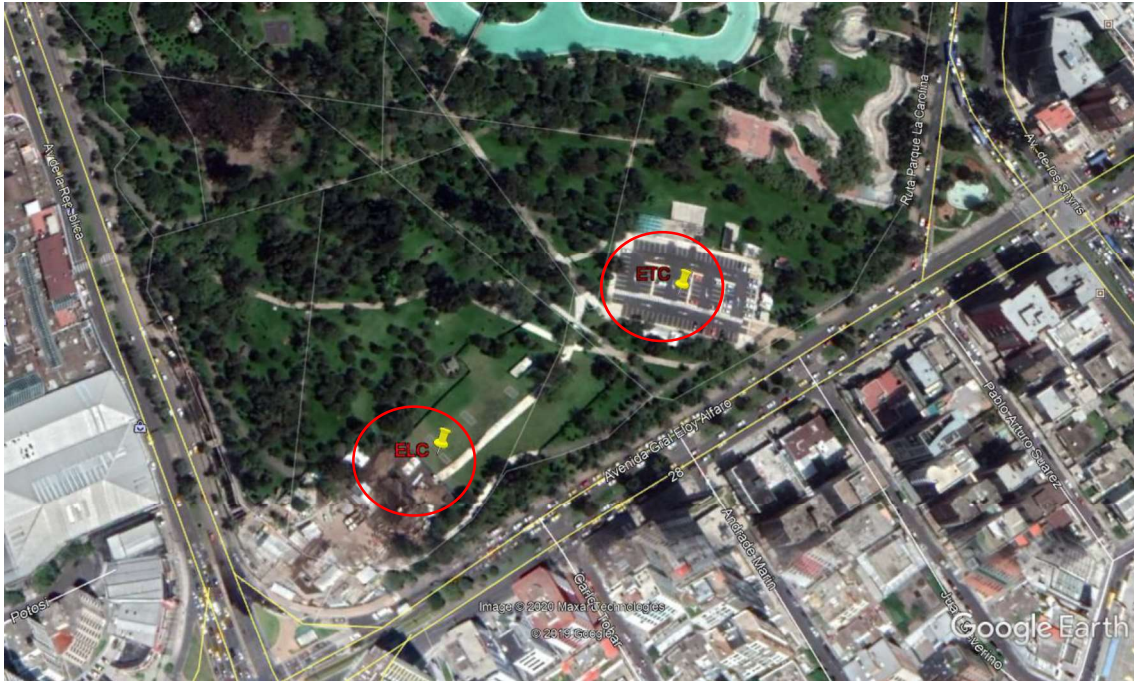


Figura 18. Estación de transferencia La Carolina

Fuente: El Autor

3.6.2.3 Tarifas del Metro de Quito

Según estudios preliminares realizados por el Municipio de Quito, establece una tarifa única por viajar en el Metro de Quito; este precio será de **USD 0,45** (Jacome, 2019).

3.6.3 Buses Alimentadores

Los buses alimentadores para el presente estudio tendrán una vía exclusiva de circulación, con el fin de minimizar los tiempos de traslado. Actualmente existen contraflujos en el día y por la tarde con los que puede implementarse esta vía exclusiva.

3.6.3.1 Ruta y Tiempos de Traslado de Buses Alimentadores

De acuerdo a la red vial existente y tomado la distancia más corta, se plantea el recorrido saliendo desde los Parquederos hasta la estaciones de transferencia, a continuación se presenta los dos casos.

Bus de Interconexión Los Chillos

Esta ruta plantea como inicio o salida al Parquadero Los Chillos hasta la estación de transferencia 24 de Mayo, a través de la Av. General Rumiñahui, en el sector del trébol

toma la Av. Velasco Ibarra y posteriormente la Av. 24 de Mayo, hasta llegar bajo el túnel a la altura de la calle Cuenca, donde se encuentra la interconexión con la estación San Francisco.

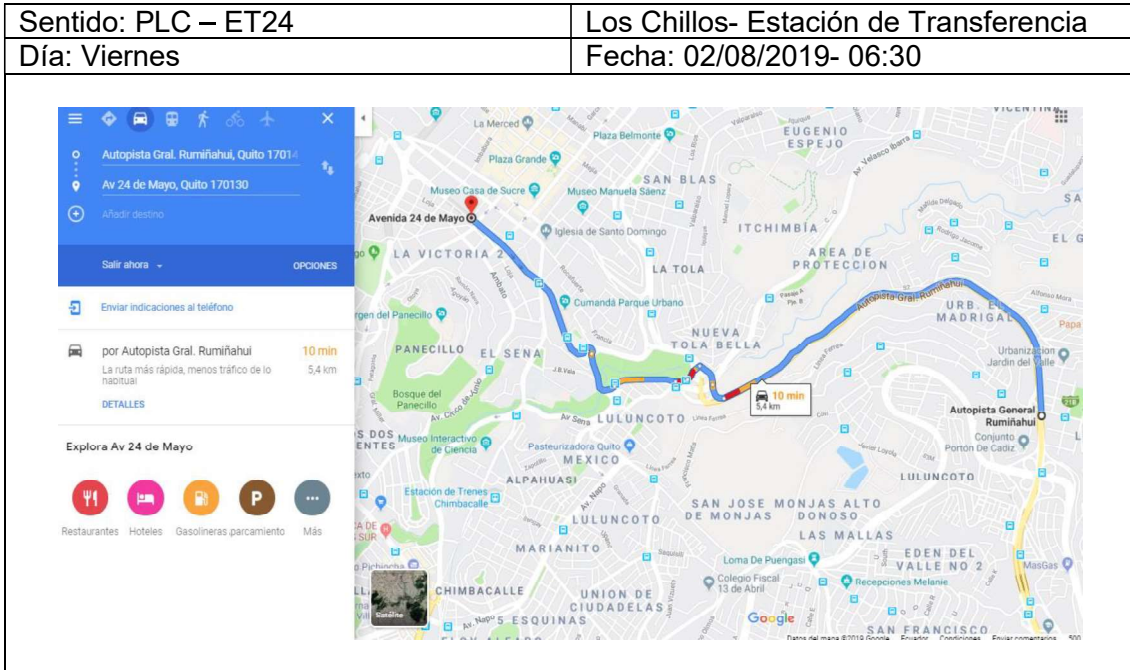


Figura 19. Ruta Parqueadero Los Chillos – Estación de Transferencia 24 de Mayo

Fuente: El Autor – Basado en Software Google Maps

Este recorrido tiene una longitud de 5.4 kilómetros y dura **10 minutos** en su traslado, el tiempo total de traslado entre nodos de ida y vuelta es de 21 minutos.

Se debe tomar en cuenta, el tiempo que toma caminar desde la estación de transferencia hasta la Estación San Francisco.

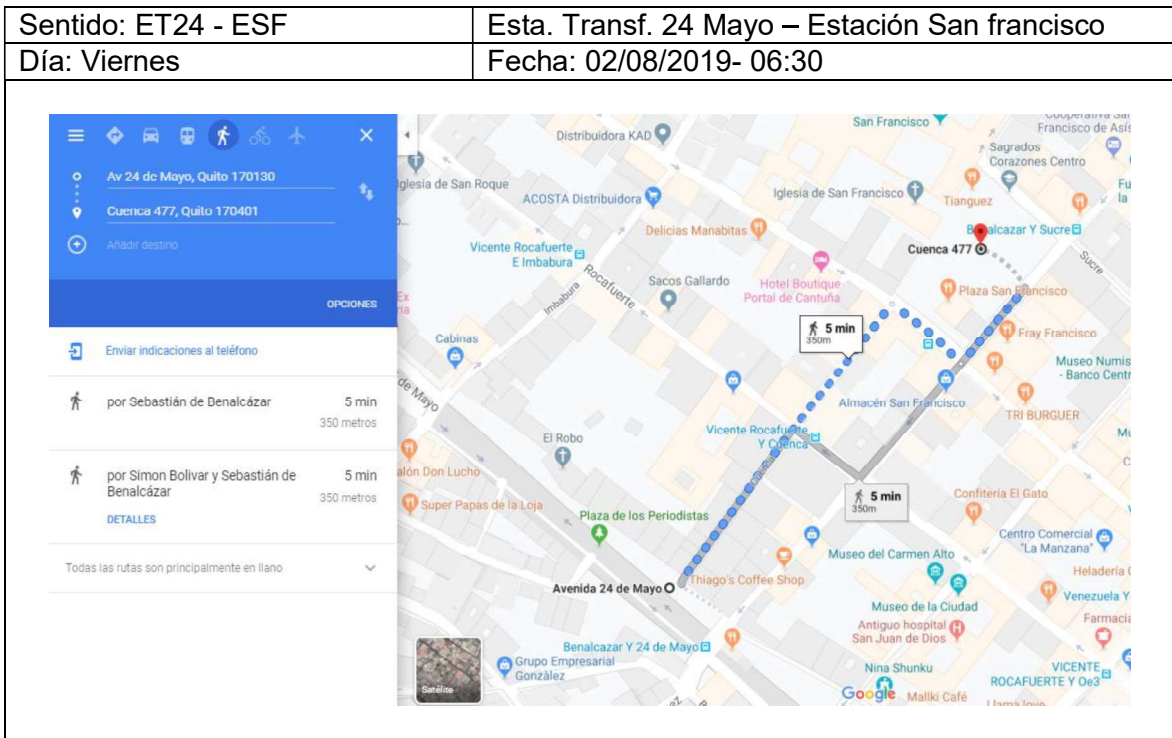


Figura 20. Tiempo de Traslado Estación de Transferencia 24 de Mayo – Estación San Francisco

Fuente: Autor – Basado en Software Google Maps

El tiempo de traslado caminando entre estos dos puntos es de aproximadamente **5 minutos**.

Bus de Interconexión Cumbayá

Partiendo desde el parqueadero Cumbayá hasta la Estación de Transferencia La Carolina, se plantea la ruta: Avenida Oswaldo Guayasamín, se cruza el redondel de la Plaza Argentina, toma la Avenida de los Shyris, y posterior a la Av. Eloy Alfaro. Esta ruta, es la misma que se hace en la simulación con el vehículo particular.

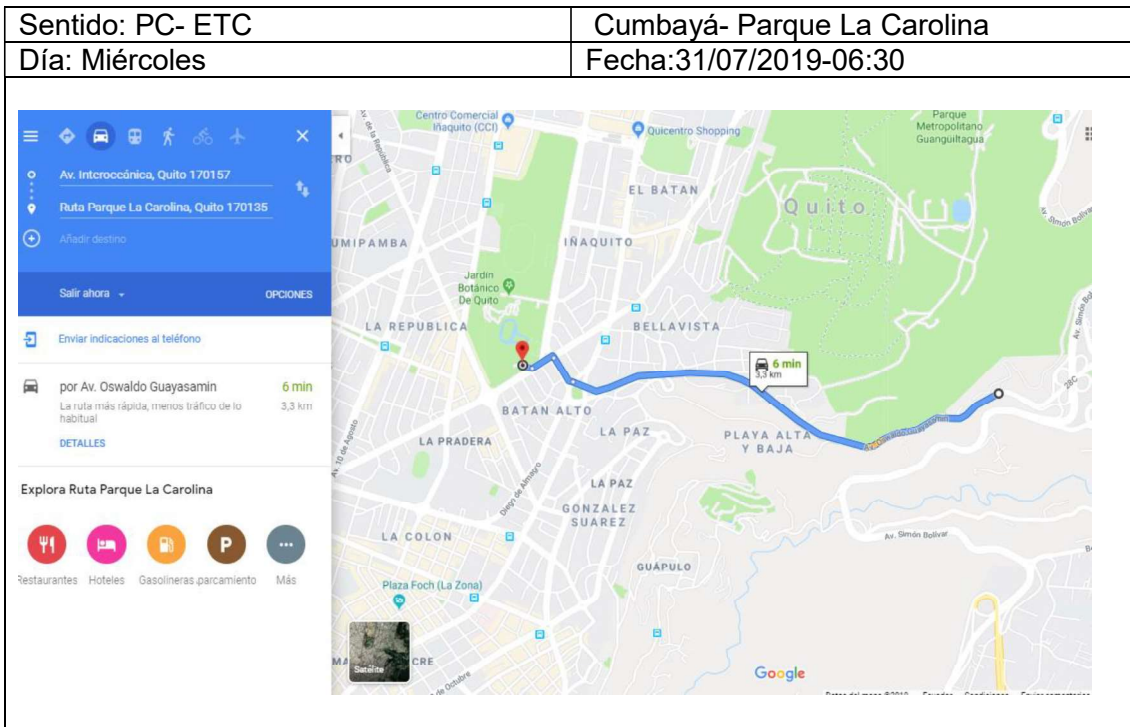


Figura 21. Ruta Parqueadero Cumbayá – Estación de Transferencia La Carolina

Fuente: El Autor – Basado en el software Google Maps

El tiempo de traslado es de **6 minutos** y una distancia de 3.6 kilómetros. Se debe tomar en cuenta el tiempo de retorno del bus al punto de origen, debido a que tanto en la mañana y en la tarde esta ruta tiene un solo sentido debido al contraflujo. El tiempo de retorno del bus sería por la Av. Eloy Alfaro y luego tomando la Av. Simón Bolívar, este tiempo es de 20 minutos, es decir el tiempo total de viaje en ruta es de 26 minutos.

Tomando en cuenta el tiempo de camino entre la estación de transferencia, con la estación del metro La Carolina, da como resultado un aproximado de 3 minutos. Es decir una persona tarda en llegar desde el parqueadero Cumbayá hasta la estación del metro La Carolina un tiempo total de **9 minutos**.

Sentido: ETC - ELC	Parq. Cumbayá - Estación La Carolina
Día: Miércoles	Fecha:31/07/2019-06:30

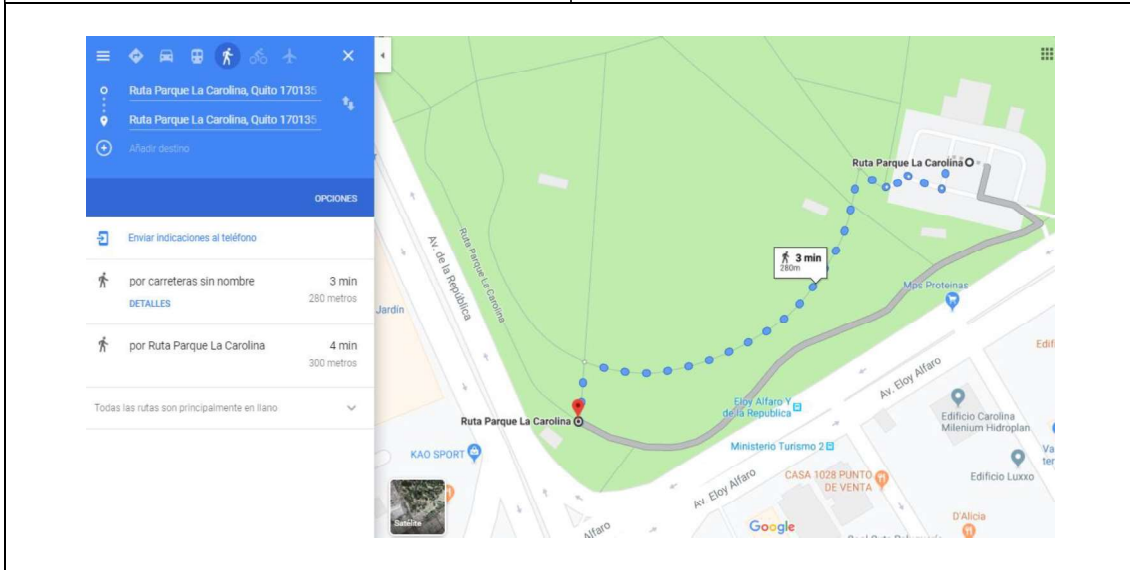


Figura 22. Tiempo de Traslado desde la Estación de transferencia hasta la Estación del Metro

Fuente: El Autor, basado en el software Google Maps

3.6.3.2 Frecuencias de buses y tamaño de la flota

Se toma las frecuencias del metro para establecer los mismos horarios de los buses de interconexión. La frecuencia es de 1 bus cada **3 minutos**, para los dos casos de estudio.

Valle de los Chillos

De acuerdo a la frecuencia planteada y el tiempo total en ruta, se determina la cantidad de buses operando.

Donde:

- f : 1bus /3 minutos
- T : 21 minutos

$$N = f * T$$

$$N = \frac{1bus}{3min} * 21min \quad (9)$$

$$N = 7 buses$$

Se determina que el tamaño mínimo de la flota es de **7 buses**, que tomaran pasajeros cada 3 minutos desde el parqueadero Los Chillos a la estación de Transferencia 24 de Mayo.

Cumbayá

Con los datos antes planteados se determina:

- f : 1bus /3 minutos
- T : 26 minutos

$$N = f * T$$
$$N = \frac{1bus}{3min} * 26min \quad (9)$$
$$N = 8.66 buses$$

La flota mínima de buses es de **9 unidades**, que trasladarán a los usuarios desde el Parqueadero Cumbayá hasta la Estación de Transferencia La Carolina.

3.6.3.3 Tarifa de Recorrido

La tarifa se define en función de la estructura de costos de este tipo de transporte, pero al final se rige al costo establecido por la entidad municipal para zonas urbanas y que es de **USD 0,25**

3.6.4 Planificación de la Red Valle de los Chillos

3.6.4.1 Diseño de rutas

Esta red se compone del Parqueadero Los Chillos (Cuscungo), donde se conecta con el intercambiador 24 de Mayo, a través del bus de interconexión desde una vía exclusiva para estos buses, que podría ser la vía que es utilizada como contraflujo en horas pico. Las demás horas del día se utilizará el carril normal de la Av. General Rumiñahui. Desde el intercambiador el usuario se traslada caminando hasta la estación San Francisco donde toma el tren hasta la Estación la Carolina.



Figura 23. Ruta del sistema integrado Valle de los Chillos - Hipercentro

Fuente: El Autor – Google Earth

3.6.4.2 Frecuencia

Como se realizaron en cálculos, la frecuencia desde el parqueadero Los Chillos hasta la estación de transferencia 24 de Mayo, de los buses de interconexión es de cada 3 minutos. La frecuencia de los trenes del metro es cada tres y cuatro minutos

3.6.4.3 Horarios de Despacho

Los despachos empezarán desde las 07h00, que es donde inicia la congestión vehicular, hasta las 21h00, desde el parqueadero los Chillos.

3.6.4.4 Asignación de Flota

La asignación de la flota de buses de interconexión se establece con un mínimo de 7 buses

3.6.4.5 Asignación de recursos

Se dispondrá de un conductor por bus, el cobro de tarifas se realizará mediante tarjeta magnética o aplicación móvil, que servirá para todo el sistema integrado, es decir desde el pago del parqueadero hasta el uso del metro.

3.6.5 Planificación de la red Cumbayá

3.6.5.1 Diseño de rutas

Esta red se compone desde el Parqueadero Cumbayá, viaja a través del túnel Guayasamín a través de un carril exclusivo con el fin de evitar el congestionamiento vehicular en horas pico. Posterior toma el redondel de la Plaza Argentina, la Av. Los Shyris y Eloy Alfaro hasta entrar al Intercambiador La Carolina, en ese punto se conecta caminando con la estación del metro, donde es el fin del sistema integrado. El bus de interconexión regresa a través de la Av. Eloy Alfaro, posterior La Av. Los Granados y Av. Simón Bolívar, por el flujo vehicular normal de la ciudad.



Figura 24. Ruta del sistema integrado Cumbayá - Hipercentro

Fuente: El Autor – Google Earth

3.6.5.2 Frecuencia

De los cálculos realizados, la frecuencia desde el Parqueadero Cumbayá hasta la estación de transferencia La Carolina de los buses de interconexión, es de cada 3 minutos. No se toma en cuenta la frecuencia de los trenes ya que el sistema integrado de esta ruta termina en la estación La Carolina.

3.6.5.3 Horarios de Despacho

Los despachos empezarán desde las 07h00 hasta las 21h00 desde el parqueadero Los Chillos.

3.6.5.4 Asignación de Flota

La asignación de la flota de buses de interconexión se establece con un mínimo de 9 buses, debido al tiempo de retorno al parqueadero Cumbayá por la mañana y en sentido contrario por la tarde, esto debido al contraflujo existente.

3.6.5.5 Asignación de recursos:

Se dispondrá de un conductor por bus, el cobro de tarifas se realizará mediante tarjeta magnética o aplicación móvil que servirá para todo el sistema integrado, es decir desde el pago del parqueadero hasta el uso del metro.

3.7 Análisis de las Redes

Se establece una red de nodos y arcos para cada caso, en base a información recolectada de rutas, frecuencias, horarios, asignación de flota y recursos, tanto para vehículo particular como para el sistema integrado y determinar mediante la teoría de la ruta más corta sus resultados

3.7.1 Valle de los Chillos:

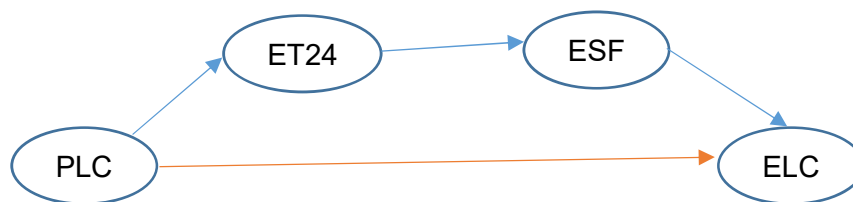


Figura 25. Diseño de Red del Sistema Integrado

Fuente: El autor

- PLC: Parqueadero Los Chillos
- ET24: Estación de Transferencia 24 de Mayo
- ESF: Estación San Francisco
- ELC: Estación La Carolina

- Trayectoria del Sistema Integrado
- Trayectoria en Vehículo Particular

3.7.1.1 Análisis de tiempos en la Red

Se considera todos los tiempos de traslado del sistema integrado y el tiempo de traslado en vehículo particular.

Tabla 33. Tiempos de la Red Los Chillos

SISTEMA INTEGRADO		
NODOS	TIEMPO (min)	TIEMPO (max)
PLC - ET24	10	13
ET24-ESF	5	5
ESF-ELC	14	17
Total	29	35

Fuente: Autor

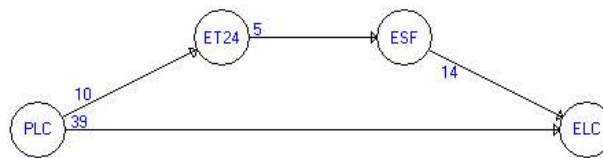


Figura 26. Tiempos del sistema integrado y vehículo Particular

Fuente: El Autor – WinQSB

La tabla 34 toma en cuenta los tiempos de frecuencia de los buses y el metro, por lo que existe un tiempo mínimo y máximo del usuario. De esta manera se obtiene que el tiempo mínimo de traslado del sistema integrado es igual a 29 minutos y el máximo es de 35 minutos; frente a 39 minutos que demora el traslado en vehículo particular.

Tabla 34. Tiempos de traslado diario del sistema integrado y en vehículo particular Los Chillos

TIEMPO DIARIO		
Tiempo	Sistema Integrado	Vehículo Particular
Día	29.00	39.00
Tarde	29.00	38.00
Total	58.00	77.00

Fuente: El Autor

El tiempo de traslado del sistema integrado es de 58 minutos frente a 77 minutos que tarda una persona trasladarse desde los Chillos hasta el hipercentro en vehículo particular.

3.7.1.2 Análisis de costos en la red

De los datos de tarifas, se desprende los costos entre nodos (valor del arco), frente al costo de viajar en vehículo particular. No existe un costo entre los nodos de la estación de transferencia 24 de mayo y estación San Francisco debido a que ese tramo el usuario lo realiza caminando.

Tabla 35. Tarifas del Sistema Integrado los Chillos

SISTEMA INTEGRADO		
TRASLADO	T. DIARIA	T. MENSUAL
PLC - ET24	\$ 0.50	\$ 11.00
ET24-ESF	\$ -	\$ -
ESF-ELC	\$ 0.90	\$ 19.80
COSTO TRASLADO	\$ 1.40	\$ 30.80
COSTO PARQUEO	\$ 1.50	\$ 78.40
COSTO TOTAL	\$ 2.90	\$ 109.20

Fuente: El Autor

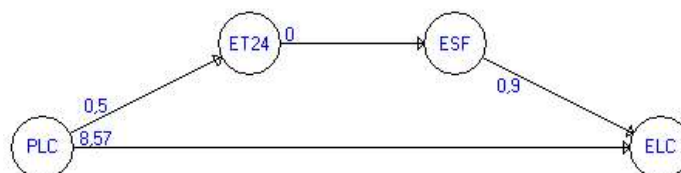


Figura 27. Costo del traslado en el Sistema Integrado frente al vehículo particular

Fuente: El Autor – WinQSB

El costo solo de traslado del sistema integrado es de USD 1.40 frente a USD 8.57 del costo de trasladarse en vehículo particular, sin tomar en cuenta el valor del parqueadero.

3.7.1.3 Análisis comparativo de costos desde el Valle de los Chillos

El costo total de traslado del parqueadero los Chillos hasta la estación La Carolina en el sistema integrado es de **USD 2.90** tomando un tiempo mínimo de parqueo de dos horas. El costo de traslado en vehículo particular toma en cuenta el “costo de operación” más el “costo de la congestión” y el “costo de parqueo” que es de **USD 9.97** diariamente. Es decir, trasladarse en vehículo particular cuesta **3.44** veces más que en el sistema integrado.

Tabla 36. Costo diario de traslado del Sistema Integrado y vehículo particular

COSTO DIARIO		
Variable	Sistema Integrado	Vehículo Particular
Costos	\$ 2.90	\$ 9.97

Fuente: El Autor

Para el análisis mensual, se debe tomar en cuenta que el vehículo circula los fines de semana lo que afecta en el costo final de mantenimiento y rodaje, por lo que su diferencia entre los dos sistemas es menor. El costo para un usuario constante, que trabaja en el hipercentro y utiliza el sistema integrado es de USD 109.20. El costo para un usuario que se traslada en vehículo propio es de USD 286.28, es decir tiene un incremento de 2.6 veces más, frente al sistema integrado.

Tabla 37. Costo mensual de traslado desde el Valle de los Chillos al Hipercentro

COSTO MENSUAL		
Variable	Sistema Integrado	Vehículo Particular
Costos	\$ 109.20	\$ 286.28

Fuente: Autor

3.7.2 Cumbayá

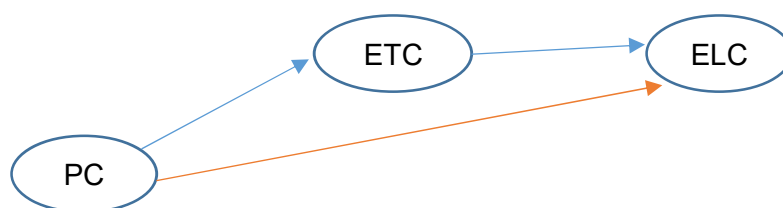


Figura 28. Diseño de Red del Sistema Integrado y Vehículo particular

Fuente: El autor

- PC: Parqueadero Cumbayá
- ETC: Estación de Transferencia Carolina
- ELC: Estación La Carolina
- — Trayectoria del Sistema Integrado
- — Trayectoria en Vehículo Particular

3.7.2.1 Análisis de Tiempos en la Red

Se establecen los tiempos de traslado desde el Parquedero Cumbayá a la estación de transferencia, y posterior a la estación La Carolina.

Tabla 38. Tiempos de la Red Cumbayá

SISTEMA INTEGRADO		
NODOS	TIEMPO (min)	TIEMPO (max)
PC - ETC	6	9
ETC-ELC	3	3
Total	9	12

Fuente: El Autor

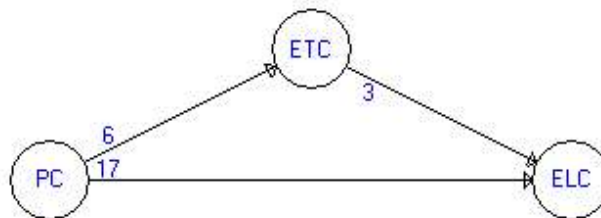


Figura 29. Tiempos del sistema integrado y vehículo particular Cumbayá

Fuente: El Autor – WinQSB

En horas pico por la mañana, el sistema integrado contempla un tiempo de traslado de 9 minutos y un máximo de 12 minutos, debido a la frecuencia de buses. El tiempo en vehículo particular puede llegar a 17 minutos.

Tabla 39. Tiempos de traslado diario del sistema integrado – Vehículo particular Cumbayá

TIEMPO DIARIO		
Tiempo	Sistema Integrado	Vehículo Particular
Día	9.00	17.00
Tarde	9.00	10.00
Total	18.00	27.00

Fuente: El Autor

El tiempo mínimo de traslado del sistema integrado es de 9 minutos, tanto de ida y vuelta, entonces el total es 18 minutos, frente a 27 minutos que tarda trasladarse en vehículo particular en horas pico diariamente.

3.7.2.2 Análisis de Costos de la Red

De los costos de la red se desprende los valores por concepto de tarifas (pasajes) y costo de parqueo de forma diaria y mensual.

Tabla 40. Tarifas del sistema integrado Cumbayá

SISTEMA INTEGRADO		
TRASLADO	T. DIARIA	T. MENSUAL
PC - ETC	\$ 0.50	\$ 11.00
ETC-ELC	\$ -	\$ -
COSTO TRASLADO	\$ 0.50	\$ 11.00
COSTO PARQUEO	\$ 1.50	\$ 78.40
COSTO TOTAL	\$ 2.00	\$ 89.40

Fuente: El Autor

Se asume que el costo de parqueo es por dos horas diarias, por lo que el costo mínimo de traslado desde el Parqueadero Cumbayá hasta el hipercentro es de **USD 2.00**. Para un usuario que trabaja en el hipercentro y su movilización es diaria, el costo mensual sería de **USD 89.40**

3.7.2.3 Análisis comparativo de costos desde Cumbayá

La tarifa diaria del sistema integrado es de USD 2.00, frente a USD 6.79 que es el costo de trasladarse en vehículo particular.

Tabla 41. Costo de traslado diario del sistema integrado y vehículo particular

COSTO DIARIO		
Variable	Sistema Integrado	Vehículo Particular
Costos	\$ 2.00	\$ 6.79

Fuente: El Autor

La tarifa mensual del sistema integrado es de USD 89.40 frente a USD 216.12 de viajar en vehículo particular.

Tabla 42. Costo de traslado mensual del sistema integrado y vehículo particular

COSTO MENSUAL		
Variable	Sistema Integrado	Vehículo Particular
Costos	\$ 89.40	\$ 216.12

Fuente: El Autor

3.8 Discusión

Dentro del análisis de vialidad, se menciona que el 25% de las vías de Quito tienen una relación volumen / capacidad mayor a 1, es decir están saturadas (EPMMOP, 2009). Las políticas de movilidad como el pico y placa, que en su inicio represento el 17% del parque automotor (Robalino & Suarez, 2011), resultado obsoleto después de los tres años de vigencia, debido al incremento del parque automotor que fue del 9.2% anual, datos tomados hasta el 2010 (Remache , Celi, & Peña, 2017). Mas, sin embargo, en datos proporcionados por la Agencia Metropolitana de Tránsito para este estudio, determinó que la tasa de crecimiento anual entre los años 2013 y 2014 fue del 10.33%, se podría decir que la medida del pico y placa motivó a la adquisición de más de un vehículo por hogar. Se debe tomar en cuenta que en los siguientes años 2015, 2016 y 2017, existe una disminución de adquisición de vehículos nuevos y se calcula que la tasa de crecimiento anual al año 2018 fue del 3.03%, pero se debe tomar en cuenta que las vías no se han ampliado pero si ha existido un ligero incremento del parque automotor, ahondando el problema de volumen y capacidad de las vías en horas pico.

El problema de saturación de las vías conlleva a un mayor tiempo de traslado, según el “Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025”, determina que en el año 2008, una persona destina en promedio 50% más de tiempo en cubrir la misma distancia que en horas donde no hay tráfico. Otro estudios muestra que trasladarse desde el Parque de Conocoto hasta el parque de la Carolina en horas pico por la mañana, llega a 63 minutos frente a 38 minutos que es el tiempo normal, una diferencia de 25 minutos; el traslado desde Tumbaco al parque La Carolina puede llegar a 55 minutos frente a 30 minutos que es el tiempo sin tráfico (Benavides & Vinueza, 2012); es decir existe un incremento de tiempo de 67.78% y 83.33% respectivamente. El presente estudio, revela que el tiempo de traslado desde el Valle de los Chillos ha aumentado 160%, es decir se tarda más del doble del tiempo normal; para el caso de Cumbayá, el tiempo de traslado ha aumentado en 183%, es decir casi dos veces más que el tiempo normal.

En Quito una persona pierde en el tráfico 173 horas anualmente (Inrix, 2018), y es corroborado por este estudio, para el caso desde el Valle de los Chillos una persona pierde 171 horas al año sumido en el tráfico; para el caso de Cumbayá pierde 60 horas al año debido al tráfico.

Uno de los factores primordiales del tráfico, es la gran cantidad de vehículos que se incorporan a las vías en horas pico y la cantidad de personas por vehículo que se desplazan

al hipercentro, en el estudio de Guamaní (2016) señala que la tasa de ocupación promedio por vehículo es de 1.7 para la ciudad de Quito. El presente estudio determina que la situación desde los valles es menor, la tasa de ocupación promedio desde el Valle de los Chillos es de 1.63 y desde Cumbayá es de 1.42. Tomando en cuenta que la capacidad por vehículo privado es de 5 personas.

Según estudios, para la implantación de infraestructura destinada a parqueaderos establece una capacidad de diseño de 934 plazas a un costo promedio de USD 0.75 por hora o fracción (Naranjo, 2010). La investigación de este estudio revela que el costo por hora o fracción en entidades públicas o privadas varían desde lo USD 0.45 hasta USD 1.00. El costo mensual varía desde los USD 67.20 hasta USD 78.40.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se determina que se desplazan 11 448 vehículos desde el Valle de los Chillos hacia el hipercentro en horas pico, siendo los meses con más afluencia de vehículos noviembre y diciembre, los meses con menor cantidad de vehículos son julio y agosto. Los vehículos que se incorporan desde Cumbayá a través del túnel Guayasamín contabilizan un promedio diario de 19 154 vehículos, siendo los meses con más afluencia noviembre y diciembre, pudiendo llegar a 21 180 vehículos; los meses con menor afluencia de vehículos son julio y agosto.
- El tiempo de traslado de una persona desde el Valle de Chillos hacia el hipercentro de la ciudad en horas pico por la mañana, varía desde los 15 minutos cuando el tráfico es mínimo y hasta 39 minutos cuando el tráfico es alto, es decir un incremento del 160 %. Por la tarde varía desde los 22 minutos hasta los 38 minutos con incremento del 73%. Es decir, una persona puede llegar a estar sumida en el tráfico 40 minutos diarios, equivalente a 171 horas al año. La velocidad promedio de recorrido puede llegar a 12km/h en el tramo más congestionado.
- El tiempo de traslado en el día desde Cumbayá al Hipercentro es 6 minutos cuando el tráfico es ligero, y llega a 17 minutos cuando el tráfico es pesado, es decir un incremento de 183%. Por la tarde el sentido se invierte y el traslado va desde los 7 minutos a los 10 minutos con incremento de 43%. Una persona que se desplaza en esta ruta puede llegar a estar sumido en el tráfico 14 minutos diariamente, y perder 60 horas al año. La velocidad promedio cuando el tráfico es pesado, llega a 18km/h.
- La tasa de ocupación de personas que se desplazan en vehículo particular desde el Valle de los Chillos hacia el hipercentro es de 1.63 (vehículos con capacidad para 5 pasajeros incluido el conductor). Si tomamos las cifras en porcentajes, el 52% de vehículos se desplazan con una persona y el 38% de vehículos se desplazan con dos personas. Es decir que el 90% de vehículos son sub ocupados.
- La tasa de ocupación en vehículo particular de personas que se desplazan desde Cumbayá es de 1.42. Si esto es reflejado en términos de porcentaje se tiene que el 63.8% de vehículos van con un solo ocupante (su conductor) y el 30.6% van dos personas. Esto quiere decir que el 94.4% de vehículos es sub ocupado.
- El sistema integrado de transporte comprende desde la construcción de infraestructura para parqueaderos, buses de interconexión a través de rutas exclusivas, estaciones de transferencia y estaciones de tren del Metro de Quito.

- La capacidad operativa de los parqueaderos del sistema integrado es de 467 plazas de estacionamiento, esto corresponde al 4% del total de vehículos que se desplazan desde el Valle de los Chillos hacia el Hipercentro. La misma cantidad de estacionamientos se establecen para Cumbayá, y corresponde a 2.43% del total de vehículos que se desplazan diariamente hacia el hipercentro a través de esa ruta. Si bien la implementación del sistema integrado puede generar un ahorro de tiempo y dinero, mas no logra una disminución sustancial de vehículos circulando, es decir no es de gran aporte en la congestión vehicular.
- Las tarifas por hora de parqueaderos públicos van de USD 0.40 y USD 0.50 y las tarifas de parqueaderos privados van desde los USD 0.50 hasta USD 1.00. Es decir se tiene un costo promedio por hora o fracción de USD 0.70. El costo diario es de USD 4.00 y de USD 72.80 mensualmente.
- El tiempo de traslado en vehículo particular por la mañana desde el Valle de los Chillos hasta el Hipercentro, es 39 minutos, frente a 29 minutos del sistema integrado; por la tarde el tiempo de traslado en vehículo particular es de 38 minutos frente a 29 minutos. El sistema integrado de transporte genera un ahorro sustancial de tiempo de casi 10 minutos, tanto en el día como en la tarde en horas pico, desde las 7h00 hasta las 9h00 y de 17h00 a 19h00.
- El costo diario de traslado desde el Valle de los Chillos hasta el hipercentro en vehículo particular es de USD 9.97 frente a USD 2.90 del sistema integrado de transporte, es decir el sistema integrado cuesta 3.43 veces menos. De la misma forma el costo mensual de transporte en vehículo particular es USD 256.28 frente a USD 109.20 del sistema integrado.
- Para el caso de Cumbayá los resultados del tiempo no son tan favorables, debido a que el sistema integrado cubre la misma ruta que en vehículo particular y no genera un ahorro de tiempo considerable. El tiempo de traslado por la mañana es de 17 minutos en vehículo particular, frente a 12 minutos del sistema integrado, por la tarde en vehículo particular tarda 10 minutos y el sistema integrado tarda 12. Hay que tomar en cuenta que los otros resultados de tiempo en horas pico en vehículo particular, van desde los 7.8 y 10 minutos y su máximo de 17 minutos, esto quiere decir que el método de contraflujo empleado por el Municipio es muy efectivo, más la implementación de un carril exclusivo para el sistema integrado disminuye la fluidez del tránsito a través del túnel Guayasamín.
- En cuanto a costos existe una considerable diferencia a favor del sistema integrado. El costo de trasladarse desde el parqueadero Cumbayá hasta el parque La Carolina a través del sistema integrado es de USD 2.00 frente a USD 6.79 del traslado en

vehículo particular diariamente. El costo mensual del sistema integrado es de USD 89.40 frente a USD 216.12 en vehículo particular. Siendo en cuanto a costo un punto favorable para la implementación del sistema integrado.

4.2 Recomendaciones

- Si bien el sistema integrado de transporte puede generar un ahorro de tiempo y dinero, también puede ahondar más el problema de fluidez de tránsito de los demás vehículos, debido a que se retira un carril para ser sumado a un carril exclusivo del sistema integrado. Se debe contemplar ideas y políticas respecto al uso eficaz del vehículo particular en cuanto su tasa de ocupación con el fin de mermar la cantidad de vehículos circulando y de esta manera que el sistema integrado sea más viable.
- El incremento del parque automotor anual agudiza la condición volumen y capacidad de las vías, por tanto es necesario desarrollar planes y programas que faciliten el tránsito desde los valles, se ha comprobado que el sistema integrado de transporte puede aportar en gran medida en cuanto a tiempo y costo, pero es necesario complementarlo con planes que agrupen a usuarios de transporte público y conectarlos con el Metro.
- Se prevé que el sistema integrado de transporte sea una primera etapa para minimizar la cantidad de vehículos que se desplacen hacia el hipercentro, también debe considerarse a posteriori, que todo usuario, ya sea en vehículo particular o transporte público pueda utilizar el sistema integrado, con el fin de evitar que los vehículos lleguen al hipercentro a través de los cuellos de botella que generan congestión.
- El sistema integrado debe considerar el uso eficaz de la tecnología y asociando con el cuidado del ambiente, a través del cobro de tarjetas magnéticas o aplicaciones móviles, además del uso de buses de interconexión eléctricos, para la disminución de emisiones de gases contaminantes.
- Si bien el sistema integrado de transporte desde Cumbayá no es factible en cuanto a tiempo, puede ser considerado como un parqueadero de borde para los usuarios que lleguen desde Cumbayá, en los días de pico y placa.

Referencias Bibliográficas

- Allen, J. (2011). Planificación del Transporte. *PITRA*, 7. Recuperado el 2019 de 05 de 30, de http://www.lanamme.ucr.ac.cr/sitio-nuevo/images/boletines/boletin_prita_19_planificacion_transporte.pdf
- Arrascaeta , R. (2007). El Enfoque de Sistemas en las Organizaciones. Reflexiones en torno a las organizaciones . *Macro Economía* , 118.
- Ballou, R. (2011). *Logística. Administración de la Cadena de Suministro*. México: Pearson Educación.
- Benavides, D., & Vinueza, J. (2012). Estimación de costos de congestión del Distrito Metropolitano de Quito. *PUCE*, 86.
- Bowersox , D., Closs, D., & Cooper , B. (2012). *Administración de la Cadena de Suministro* . México: Mc Graw Hill.
- Camacho, S. (4 de 2014). *Megacentralidades*. (ITDP México) Recuperado el 17 de 10 de 2019, de http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Megacentralidades_final.pdf
- CAPSERVS. (2015). *Actualización del Plan de Ordenamiento Territorial de la Parroqui Cumbaya*. Quito: GAD PICHINCHA. Recuperado el 26 de 7 de 2019, de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1768120010001_1768120010001_24-06-2015_21-15-07.pdf
- Carvajal , A. (19 de 02 de 2019). Investigación mundial sobre la movilidad ubica a Quito en el puesto 26 entre 200 ciudades con más problemas de tráfico. *Actualidad*. Recuperado el 26 de 06 de 2019, de <https://www.elcomercio.com/actualidad/congestion-vehicular-ranking-movilidad-amt.html>
- Casanova, F., Taboada, J., & Untiveras, M. (04 de Agosto de 2011). *Sistemas Integrados de Gestión*. Recuperado el 07 de febrero de 2019, de <https://es.slideshare.net/miriam1785/sistemas-integrados-8768534>
- Compañía Metropolitana de Sao Paulo. (2019). *Metro*. Recuperado el 07 de 03 de 2019, de www.metro.sp.gov.br.
- Coordinación Autopista General Rumiñahui . (2018). *Vehiculos que pasan por la estación del peaje Autopista General Rumiñahui*. Quito: GAD PICHINCHA.
- Corral, F. (2016). Propuesta de un manual de dimencionamiento y ubicación de parqueaderos y estacionamientos para ciudades del Ecuador menores a 100.000 habitantes. *Pontificie Universidad Católica del Ecuador* , 70.
- Cruz, C. (2013). *Proyecto de Factibilidad para la creación de un Parqueadero Público en el Sector Centro de la Ciudad de Quito*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.
- Durán Flores, H. (2010). Diseño Estratégico de la Cadena de Suministro de una Recicladora de PET en México. México: IPN. Recuperado el 23 de 05 de 2019, de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1302/transporte.html>

- Egas, R., & Otáñez, H. (2014). *Estimación de costos de operación de Taxis convencionales en el Distrito Metropolitano de Quito*. Quito: PUCE. Recuperado el 10 de 08 de 2019, de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6414/9.20.001686.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas y Metro Madrid, S. (2010). Informe de resultados de la encuesta de movilidad .
- EPMMOP. (2009). *Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito 2009-2025*. Quito.
- EPMTM. (15 de 03 de 2017). *Empresa Pública Metropolitana de Transporte de Pasajeros*. Recuperado el 02 de 04 de 2019, de <http://www.trolebus.gob.ec/index.php/gestion/nuestras-paradas#troleb%C3%BAs>
- Freire, J. E., & Nájera , J. F. (2017). Estudio de Movilidad en la Ciudad de Quito en Horas pico, utilizando datos móviles de la empresa telefónica - Ecuador. *Universidad San Francisco de Quito* , 31.
- Gallegos , S. S. (2016). Modelo Sostenible de Plataforma Logística para racionalizar la circulación del Transporte Pesado en el Distrito Metropolitano de Quito. *Universidad Central del Ecuador* , 163.
- Gómez, E. (2016). *Criterio de Diseño para estaciones de Transferencia intermodal para facilitar una movilidad urbana sustentable*. Jalisco : Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente .
- González , L., & González , M. (2013). *Planeación, Programación de Rutas y Gestión de Inventarios para la Comercializadora JG ARTIPAN EU*. Recuperado el 06 de 06 de 2019, de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/7774/GonzalezAlzateLilianaJohana2013.pdf?sequence=1>
- Granada, I. (2009). El Peaje a la congestión en Londres: su aporte a la movilidad sostenible. *Revista de Ingeniería - Universidad de los Andes* , 11. Recuperado el 20 de 03 de 2019, de <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n29/n29a17.pdf>
- GSD+. (2017). *Estructuración del Modelo Tarifario del Sistema Metropolitano de Transporte Público de Pasajeros de Quito*. Quito. Recuperado el 27 de 06 de 2019, de http://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Sesiones%20del%20Concejo/2017/Sesi%C3%B3n%20Extraordinaria%202017-06-27/Continuaci%C3%B3n%20Primer%20debate/Producto%202.2%20Tarifa%20T%C3%A9cnica.pdf
- Guamaní, K. (09 de 2016). Estimación de los Costos Económicos de la Congestión Vehicular en Quito en el año 2016. Quito, Ecuador: EPN.
- Heizer, J., & Render, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Hillier , F., & Lieberman , G. (2010). *Introducción a la Investigación de Operaciones* . México : McGraw Hill.

- INEC. (2010). *Población y Demografía*. Recuperado el 18 de 07 de 2019, de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- INEC. (10 de 01 de 2013). *INEC Proyecciones de Poblaciones Cantonales*. Recuperado el 25 de 07 de 2019, de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/inec-presenta-sus-proyecciones-poblacionales-cantonales/>
- Inrix. (2018). *Global Traffic Scorecard*. Recuperado el 14 de 03 de 2019, de <http://inrix.com/scorecard/>
- Isalas, V., & Zaragoza, M. (2007). Análisis de los Sistemas de Transporte. *Secretaría de Comunicaciones y Transporte*, 75. Recuperado el 23 de 05 de 2019, de <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt307.pdf>
- Jácome, E. (23 de 03 de 2019). *Paradas del Metro, entre 8 y 23 metros de la superficie*. (El Comercio) Recuperado el 25 de 04 de 2019, de <https://www.elcomercio.com/actualidad/paradas-metro-quito-transito-transporte.html>
- Jácome, E. (19 de 03 de 2019). USD 0,45 será el precio que se pagará por viajar en el Metro de Quito. *Actualidad*, pág. 1. Recuperado el 27 de 06 de 2019, de <https://www.elcomercio.com/actualidad/pasaje-metro-quito-transporte-vagones.html>
- Larrodé, E., Gallego, J., & Fraile, A. (2011). Optimización de Redes de Transporte . *Lychnos*, 1.
- Llerena, N. D. (2003). Programación Operacional en el Transporte Público Organizado. *IX Encuentro de de Matemáticas y sus Aplicaciones - EPN*, Quito. Recuperado el 2019 de 06 de 06, de http://www.math.epn.edu.ec/IX_memorias/docs/LlerenaD/articulo.pdf
- Malacara Cruz, C. A. (2011). Metodología para la Gestión del Transporte de los Incentivos en Fuller Cosmetics México. *Instituto Politécnico Nacional* , 82.
- Maleón Torres, M. (2010). Transporte, Operadores, Redes. En M. Maleón. Recuperado el 23 de 05 de 2019, de <http://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788499696379.pdf>
- Mauttone, A. (2005). Optimización de Recorridos y Frecuencias en Sistemas de Transporte Público Urbano Colectivo. *Universidad de la República Uruguay*, 177.
- Mauttone, A., Cancela , H., & Urquhart, M. (2010). Diseño y Optimización de Rutas y Frecuencias en el Transporte Colectivo Urbano, Modelos y Algoritmos. *Universidad de la República Uruguay*, 12.
- Metro de Quito, E. (2018). <http://www.metrodequito.gob.ec/>.
- Molina , J. D. (2015). Planificación e implementación de un modelo logístico para optimizar la distribución de productos publicitarios en la empresa Letreros Universales S.A . *UPS*, 132.
- Molinero , Á., & Sánchez, L. (1997). *Transporte Público: Planeación, diseño, operación y administración* . México: Universidad Autónoma del Estado de México .

- Muñoz, P. (2014). Metodología para evaluar los sobrecostos por congestión vehicular en la malla vial arterial principal de la ciudad de Bogotá D.C . Bogotá : Universidad Nacional de Colombia .
- Naranjo, L. (2010). Proyecto de Factibilidad para la creación de un Ssistema de Parqueaderos Subterráneos, en la Avenida Naciones Unidad en convenio con el Ilustre Municipio de Quito. *UPS*, 144.
- Quito Distrito Metropolitano . (02 de 2012). *Administración Zonal Los Chillos*. Obtenido de <https://administracionzonalloschillos.wordpress.com/category/administracion-zonal-los-chillos/page/3/>
- Remache , A., Celi, S., & Peña, A. (2017). Análisis de la aplicación del pico y placa en la ciudad de Quito . *INNOVA*, 8.
- Reyes, O. (2014). *Administración Estratégica y Competitividad Agrícola*. Recuperado el 20 de 05 de 2019, de EUMED.NET: <http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2014/orl/teoria-general-sistemas.htm>
- Robalino , L., & Suarez, R. (2011). Percepción Ciudadana ante la medida de Pico y Placa en el Distrito Metropolitano de Quito. *PUCE*, 194.
- Romero, D. (01 de 01 de 2017). En Quito se aplican 10 contraflujos para desfogar el tránsito de Lunes a Viernes. *El Comercio*, pág. 1. Recuperado el 28 de 06 de 2019, de <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito-contraflujos-traffic-vehiculos-amt.html>
- Salazar Moreno, A. (2015). Propuesta de Planificación de Transporte Público Urbano Considerando las variables de Desarrollo Local y Nacional. Caso de Estudio: Ciudad Santo Domingo . *UPS*, 146.
- Sampieri, R. (2010). *Metodología de la Investigación* . México: McGraw Hill.
- Secretaria General de Planificación , D. (2014). *Diagnóstico Estratégico - Eje de Movilidad del Distrito Metropolitano de Quito*. Quito.
- Silva, A., & Torres, C. (2017). *Calidad del Servicio de Transporte Urbano en la Ciudad de Cuenca*. Cuenca: UPS. Recuperado el 24 de 05 de 2019, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14263/1/UPS-CT007011.pdf>
- Transporte, S. d. (2013). *Plan Maestro de Trasporte de Santiago 2025*. Recuperado el 20 de febrero de 2019, de https://www.mtt.gob.cl/wp-content/uploads/2014/02/plan_maestro_2025_2.pdf.
- Universidad Nacional de Cuyo. (24 de 05 de 2019). *Catedra: Transporte*. Obtenido de Unidad 01: Medios de Transporte Urbano: <http://ingenieria.uncuyo.edu.ar/catedras/u1-medios-de-transporte-urbano.pdf>
- Urbanidad. (24 de 05 de 2019). *Zona Urbana y Rural*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/geografia/zona-urbana-rural.php>
- Winston, W. (2008). *Investigación de Operaciones - Aplicaciones y Algoritmos*. México: International Thomson editores.

ANEXOS

ANEXO 1. Vehículos matriculados entre los años 2015 al 2018, Agencia Metropolitana de Transito



Oficio No. AMT-DRAV-2019-4323
Quito, 12 de agosto de 2019

Ingeniero
Luis Felipe Paucar
ESTUDIANTE EPN
Presente.-

Asunto: Directrices procesos de matriculación

Ref. Ingreso Nro. DRAV-3295-2019

De mi consideración:

Por medio del presente, me permito responder el Oficio S/N, ingresado en esta Dirección con fecha 29 de julio de 2019, donde solicita: "(...) información de los vehículos matriculados totales y nuevos desde el año 2015 hasta el año 2018."

En base a su solicitud me permito informar a usted que el Consejo Nacional de Competencias mediante Resolución Nro. 006-CNC-2012 de 26 de abril de 2012 resolvió "Transferir la competencia para planificar, regular y controlar el tránsito, el transporte terrestre y la seguridad vial a favor de los gobiernos autónomos descentralizados metropolitanos y municipales del país, progresivamente, en los términos previstos en la presente resolución"; la cual mediante Resolución Nro. 003-CNC-2014 de 22 de septiembre de 2014, fue ratificada.

En tal virtud me permito detallar a continuación el dato del total de vehículos matriculados y nuevos en los periodos 2015, 2016, 2017 y 2018.

2015			2016		
MES	NUEVOS	TOTAL VEHÍCULOS MATRICULADOS, INCLUIDOS VEHÍCULOS NUEVOS	MES	NUEVOS	TOTAL VEHÍCULOS MATRICULADOS, INCLUIDOS VEHÍCULOS NUEVOS
ENERO	1641	13301	ENERO	869	9818
FEBRERO	2023	31112	FEBRERO	1964	30876
MARZO	3408	38820	MARZO	2263	36272
ABRIL	3232	39057	ABRIL	2421	36362
MAYO	2883	38647,5	MAYO	2538	37057
JUNIO	2503	38337	JUNIO	3384	39744
JULIO	2140	35103	JULIO	3466	36663
AGOSTO	2065	36011	AGOSTO	3511	38031
SEPTIEMBRE	2231	35108	SEPTIEMBRE	3201	33981
OCTUBRE	2420	32896	OCTUBRE	3102	31620
NOVIEMBRE	2054	30038	NOVIEMBRE	2801	32172
DICIEMBRE	3204	33235	DICIEMBRE	0	0
TOTAL	29804	401675,5	TOTAL	29520	362596

Ingreso Nro. DRAV-3295-2019

2017			2018		
MES	NUEVOS	TOTAL VEHICULOS MATRICULADOS, INCLUIDOS VEHICULOS NUEVOS	MES	NUEVOS	TOTAL VEHICULOS MATRICULADOS, INCLUIDOS VEHICULOS NUEVOS
ENERO	1395	13145	ENERO	1621	15285
FEBRERO	2368	33142	FEBRERO	4635	35313
MARZO	2805	44819	MARZO	4782	44705
ABRIL	2648	34948	ABRIL	4281	42413
MAYO	3780	41727	MAYO	3528	43002
JUNIO	3494	42625	JUNIO	3906	44071
JULIO	4242	40343	JULIO	3625	38694
AGOSTO	4158	42126	AGOSTO	4012	41495
SEPTIEMBRE	4487	38365	SEPTIEMBRE	3352	37101
OCTUBRE	4504	35434	OCTUBRE	4204	38171
NOVIEMBRE	3966	33740	NOVIEMBRE	3348	36239
DICIEMBRE	5768	35215	DICIEMBRE	4636	31327
TOTAL	43615	435629	TOTAL	46129	448816

Particular que pongo a su conocimiento para los fines pertinentes

Atentamente,

Dr. Danilo Granja Camacho
DIRECTOR DE REGISTRO Y ADMINISTRACIÓN VEHICULAR
AGENCIA METROPOLITANA DE TRÁNSITO

ACCIÓN	RESPONSABLE	SOLA UNIDAD	FECHA	FIRMA
Elaborada:	C. Yarcot	DMV	12/08/2018	
Revisión:	J. Guarcón	DMV	12/08/2018	

ANEXO 2. Número de Personas por Vehículo – Valle de los Chillos

- Día 1: 07/09/2019

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	7/8/2019			Fecha	7/8/2019		
Hora Inicio	8:10	Hoja	1	Hora Inicio	8:10	Hoja	1
Ubicación	EL TREBOL			Ubicación	EL TREBOL		
N° Vehículos	N° Perso/veh	N° Vehículos	N° Perso/veh	N° Vehículos	N° Perso/veh	N° Vehículos	N° Perso/veh
1	1	26	1	51	1	76	1
2	1	27	1	52	2	77	1
3	3	28	2	53	1	78	2
4	2	29	1	54	2	79	2
5	1	30	2	55	1	80	3
6	2	31	1	56	1	81	2
7	2	32	1	57	2	82	2
8	1	33	1	58	2	83	2
9	2	34	2	59	1	84	2
10	2	35	2	60	2	85	1
11	2	36	5	61	1	86	1
12	1	37	1	62	2	87	1
13	2	38	2	63	2	88	1
14	1	39	4	64	1	89	1
15	2	40	1	65	1	90	1
16	1	41	2	66	1	91	1
17	2	42	1	67	1	92	2
18	2	43	2	68	2	93	1
19	1	44	5	69	3	94	1
20	2	45	2	70	3	95	1
21	2	46	1	71	1	96	1
22	2	47	2	72	1	97	2
23	2	48	1	73	2	98	1
24	1	49	1	74	3	99	1
25	1	50	1	75	1	100	2

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	7/8/2019			Fecha	7/8/2019		
Hora Inicio	8:10	Hoja	2	Hora Inicio	8:10	Hoja	2
Ubicación	EL TREBOL			Ubicación	EL TREBOL		
N° Vehículos	N° Perso/veh	N° Vehículos	N° Perso/veh	N° Vehículos	N° Perso/veh	N° Vehículos	N° Perso/veh
101	1	126	1	151	2	176	2
102	2	127	3	152	1	177	3
103	2	128	1	153	1	178	1
104	2	129	3	154	2	179	1
105	1	130	1	155	2	180	1
106	2	131	3	156	4	181	1
107	2	132	3	157	1	182	3
108	2	133	2	158	2	183	2
109	3	134	2	159	3	184	2
110	1	135	2	160	2	185	1
111	3	136	1	161	3	186	2
112	1	137	1	162	1	187	1
113	3	138	2	163	1	188	1
114	1	139	1	164	1	189	2
115	1	140	3	165	1	190	2
116	1	141	3	166	2	191	1
117	2	142	2	167	1	192	1
118	1	143	2	168	2	193	1
119	2	144	2	169	1	194	1
120	2	145	2	170	1	195	3
121	1	146	2	171	1	196	2
122	2	147	3	172	2	197	2
123	2	148	1	173	2	198	1
124	2	149	2	174	1	199	1
125	2	150	1	175	2	200	2

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	7/8/2019			Fecha	7/8/2019		
Hora Inicio	8:10	Hoja	3	Hora Inicio	8:10	Hoja	3
Ubicación	EL TREBOL			Ubicación	EL TREBOL		
N° Vehiculos	N° Perso/veh	N° Vehiculos	N° Perso/veh	N° Vehiculos	N° Perso/veh	N° Vehiculos	N° Perso/veh
201	3	226	1	251	2	276	3
202	2	227	1	252	1	277	1
203	3	228	1	253	2	278	3
204	2	229	1	254	4	279	3
205	2	230	1	255	1	280	2
206	2	231	1	256	1	281	2
207	2	232	2	257	2	282	3
208	1	233	2	258	2	283	2
209	1	234	2	259	2	284	2
210	1	235	2	260	2	285	2
211	2	236	2	261	2	286	2
212	1	237	2	262	1	287	2
213	3	238	1	263	3	288	1
214	3	239	2	264	3	289	1
215	1	240	2	265	1	290	1
216	2	241	1	266	2	291	1
217	3	242	1	267	2	292	2
218	2	243	2	268	2	293	1
219	1	244	2	269	1	294	2
220	1	245	2	270	3	295	4
221	1	246	1	271	1	296	1
222	1	247	2	272	1	297	2
223	2	248	2	273	1	298	1
224	2	249	2	274	1	299	1
225	1	250	1	275	1	300	1

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	7/8/2019			Fecha	7/8/2019		
Hora Inicio	8:10	Hoja	4	Hora Inicio	8:10	Hora Fin	8:20
Ubicación	EL TREBOL			Ubicación	EL TREBOL		
N° Vehiculos	N° Perso/veh	N° Vehiculos	N° Perso/veh	N° Vehiculos	N° Perso/veh	N° Vehiculos	N° Perso/veh
301	3	326	1	351	1	376	
302	2	327	1	352	2	377	
303	2	328	1	353	1	378	
304	3	329	1	354	1	379	
305	2	330	2	355	2	380	
306	1	331	2	356	1	381	
307	1	332	2	357	2	382	
308	2	333	1	358	3	383	
309	2	334	2	359	1	384	
310	2	335	1	360	3	385	
311	1	336	2	361	1	386	
312	3	337	3	362	1	387	
313	2	338	1	363	2	388	
314	1	339	1	364	2	389	
315	1	340	2	365	1	390	
316	3	341	1	366	2	391	
317	1	342	1	367	1	392	
318	1	343	1	368	1	393	
319	1	344	1	369	2	394	
320	2	345	2	370	2	395	
321	2	346	2	371	2	396	
322	1	347	2	372		397	
323	4	348	1	373		398	
324	2	349	2	374		399	
325	1	350	1	375		400	

- Día 2: 09/09/2019

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	9/9/2019			Fecha	9/9/2019		
Hora Inicio	8:34	Hoja	1	Hora Inicio	8:34	Hoja	1
Ubicación	EL TREBOL			Ubicación	EL TREBOL		
N° Vehículos	N° Perso/vehi	N° Vehículos	N° Perso/vehi	N° Vehículos	N° Perso/vehi	N° Vehículos	N° Perso/vehi
1	1	26	2	51	1	76	2
2	1	27	1	52	2	77	2
3	1	28	3	53	2	78	1
4	1	29	1	54	1	79	2
5	3	30	2	55	1	80	2
6	1	31	2	56	1	81	2
7	1	32	2	57	2	82	1
8	2	33	1	58	2	83	3
9	2	34	1	59	2	84	2
10	3	35	2	60	2	85	2
11	1	36	1	61	1	86	1
12	1	37	2	62	1	87	2
13	1	38	1	63	2	88	1
14	2	39	1	64	1	89	2
15	1	40	2	65	3	90	1
16	2	41	2	66	1	91	1
17	2	42	2	67	1	92	2
18	2	43	2	68	1	93	1
19	2	44	1	69	1	94	2
20	2	45	4	70	1	95	1
21	1	46	2	71	1	96	1
22	2	47	2	72	3	97	1
23	2	48	1	73	1	98	1
24	1	49	2	74	2	99	1
25	2	50	1	75	2	100	2

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	9/9/2019			Fecha	9/9/2019		
Hora Inicio	8:34	Hoja	2	Hora Inicio	8:34	Hoja	2
Ubicación	EL TREBOL			Ubicación	EL TREBOL		
N° Vehículos	N° Perso/vehi	N° Vehículos	N° Perso/vehi	N° Vehículos	N° Perso/vehi	N° Vehículos	N° Perso/vehi
101	4	126	2	151	1	176	1
102	2	127	1	152	2	177	2
103	2	128	1	153	1	178	2
104	1	129	2	154	3	179	2
105	1	130	2	155	2	180	1
106	1	131	3	156	2	181	2
107	1	132	2	157	4	182	1
108	2	133	1	158	1	183	4
109	1	134	2	159	1	184	1
110	2	135	2	160	1	185	2
111	2	136	3	161	2	186	1
112	1	137	1	162	1	187	1
113	2	138	2	163	2	188	1
114	1	139	1	164	1	189	1
115	4	140	2	165	3	190	1
116	3	141	1	166	1	191	2
117	1	142	1	167	2	192	2
118	1	143	1	168	1	193	3
119	1	144	2	169	1	194	2
120	1	145	2	170	1	195	1
121	3	146	1	171	1	196	3
122	3	147	2	172	2	197	2
123	2	148	1	173	1	198	1
124	3	149	1	174	2	199	1
125	1	150	1	175	1	200	1

• Día 3: 10/09/2019

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	10/9/2019			Fecha	10/9/2019		
Hora Inicio	8:31	Hoja	1	Hora Inicio	8:31	Hoja	1
Ubicación	EL TREBOL			Ubicación	EL TREBOL		
N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi
1	4	26	1	51	2	76	2
2	3	27	2	52	2	77	1
3	1	28	1	53	1	78	1
4	1	29	2	54	1	79	2
5	2	30	1	55	1	80	2
6	1	31	3	56	1	81	1
7	2	32	1	57	1	82	1
8	1	33	1	58	2	83	1
9	1	34	1	59	1	84	1
10	1	35	2	60	1	85	1
11	1	36	1	61	1	86	2
12	1	37	2	62	1	87	2
13	1	38	2	63	2	88	2
14	1	39	1	64	2	89	2
15	1	40	1	65	2	90	1
16	3	41	2	66	1	91	1
17	2	42	2	67	2	92	2
18	1	43	1	68	2	93	3
19	1	44	3	69	1	94	4
20	2	45	2	70	2	95	1
21	2	46	2	71	2	96	2
22	2	47	2	72	2	97	2
23	1	48	1	73	2	98	2
24	1	49	1	74	2	99	2
25	5	50	2	75	2	100	2

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	10/9/2019			Fecha	10/9/2019		
Hora Inicio	8:31	Hoja	2	Hora Inicio	8:31	Hoja	2
Ubicación	EL TREBOL			Ubicación	EL TREBOL		
N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi
101	1	126	1	151	2	176	2
102	1	127	1	152	2	177	1
103	2	128	2	153	1	178	3
104	4	129	1	154	3	179	2
105	2	130	2	155	2	180	2
106	3	131	1	156	1	181	2
107	2	132	1	157	2	182	2
108	2	133	1	158	1	183	2
109	2	134	1	159	2	184	2
110	1	135	1	160	1	185	2
111	2	136	1	161	1	186	2
112	1	137	1	162	1	187	2
113	2	138	2	163	1	188	2
114	2	139	4	164	1	189	1
115	1	140	1	165	2	190	1
116	1	141	2	166	1	191	1
117	2	142	2	167	1	192	2
118	1	143	1	168	3	193	2
119	2	144	2	169	2	194	2
120	2	145	1	170	1	195	1
121	1	146	3	171	1	196	1
122	3	147	1	172	1	197	1
123	1	148	3	173	2	198	1
124	2	149	2	174	1	199	1
125	1	150	3	175	1	200	1

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	10/9/2019			Fecha	10/9/2019		
Hora Inicio	8:31	Hoja	3	Hora Inicio	8:31	Hoja	3
Ubicación	EL TREBOL			Ubicación	EL TREBOL		
N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi
201	2	226	3	251	2	276	2
202	1	227	1	252	2	277	1
203	1	228	2	253	1	278	1
204	1	229	4	254	2	279	2
205	1	230	2	255	2	280	2
206	1	231	1	256	1	281	1
207	5	232	1	257	1	282	2
208	1	233	1	258	2	283	2
209	2	234	1	259	3	284	1
210	3	235	2	260	1	285	1
211	1	236	1	261	1	286	1
212	1	237	2	262	1	287	1
213	2	238	2	263	2	288	1
214	1	239	1	264	2	289	1
215	1	240	1	265	1	290	1
216	1	241	1	266	2	291	2
217	2	242	1	267	2	292	1
218	1	243	1	268	2	293	3
219	1	244	1	269	1	294	1
220	4	245	3	270	1	295	1
221	1	246	1	271	2	296	2
222	1	247	3	272	2	297	3
223	2	248	2	273	2	298	1
224	3	249	1	274	2	299	2
225	1	250	2	275	3	300	1

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	10/9/2019			Fecha	10/9/2019		
Hora Inicio	8:31	Hoja	4	Hora Inicio	8:31	Hora Fin	8:40
Ubicación	EL TREBOL			Ubicación	EL TREBOL		
N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi
301	2	326	1	351	2	376	
302	1	327	2	352	3	377	
303	1	328	3	353	1	378	
304	3	329	1	354	1	379	
305	1	330	2	355	1	380	
306	2	331	2	356	1	381	
307	1	332	1	357	1	382	
308	1	333	1	358	2	383	
309	1	334	1	359	1	384	
310	2	335	1	360	2	385	
311	1	336	1	361	1	386	
312	1	337	4	362	2	387	
313	2	338	1	363	1	388	
314	2	339	2	364	1	389	
315	2	340	2	365	1	390	
316	2	341	2	366	1	391	
317	1	342	2	367	1	392	
318	1	343	1	368	1	393	
319	1	344	2	369	1	394	
320	1	345	1	370	3	395	
321	2	346	1	371	2	396	
322	1	347	2	372		397	
323	2	348	2	373		398	
324	1	349	1	374		399	
325	1	350	2	375		400	

- Día 4: 11/09/2019

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	11/9/2019			Fecha	11/9/2019		
Hora Inicio	8:00	Hoja	1	Hora Inicio	8:00	Hoja	1
Ubicación	EL TREBOL			Ubicación	EL TREBOL		
N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi
1	1	26	2	51	1	76	2
2	1	27	1	52	2	77	1
3	1	28	2	53	2	78	1
4	2	29	2	54	2	79	2
5	2	30	2	55	2	80	2
6	3	31	2	56	2	81	1
7	2	32	3	57	1	82	2
8	1	33	2	58	1	83	2
9	2	34	5	59	5	84	1
10	1	35	2	60	2	85	2
11	2	36	1	61	2	86	1
12	1	37	2	62	1	87	1
13	1	38	1	63	3	88	2
14	2	39	1	64	1	89	2
15	1	40	1	65	2	90	1
16	1	41	1	66	2	91	1
17	1	42	1	67	1	92	1
18	1	43	2	68	1	93	2
19	1	44	1	69	2	94	2
20	1	45	1	70	2	95	1
21	2	46	2	71	2	96	1
22	2	47	2	72	1	97	2
23	3	48	1	73	1	98	1
24	1	49	1	74	1	99	1
25	4	50	2	75	3	100	1

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	11/9/2019			Fecha	11/9/2019		
Hora Inicio	8:00	Hoja	2	Hora Inicio	8:00	Hoja	2
Ubicación	EL TREBOL			Ubicación	EL TREBOL		
N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi
101	2	126	1	151	2	176	3
102	1	127	1	152	1	177	1
103	2	128	1	153	1	178	2
104	2	129	2	154	1	179	1
105	1	130	1	155	1	180	1
106	2	131	1	156	2	181	1
107	3	132	1	157	2	182	3
108	2	133	1	158	2	183	1
109	1	134	1	159	1	184	2
110	2	135	1	160	1	185	1
111	1	136	2	161	1	186	1
112	3	137	2	162	2	187	2
113	5	138	2	163	1	188	1
114	1	139	1	164	1	189	3
115	1	140	2	165	2	190	2
116	1	141	4	166	1	191	1
117	1	142	2	167	2	192	2
118	1	143	3	168	2	193	1
119	3	144	1	169	2	194	1
120	4	145	2	170	1	195	2
121	2	146	2	171	1	196	2
122	1	147	1	172	3	197	1
123	1	148	1	173	1	198	2
124	2	149	1	174	2	199	1
125	2	150	1	175	3	200	2

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	11/9/2019			Fecha	11/9/2019		
Hora Inicio	8:00	Hoja	3	Hora Inicio	8:00	Hoja	3
Ubicación	EL TREBOL			Ubicación	EL TREBOL		
N° Vehículos	N° Perso/veh	N° Vehículos	N° Perso/veh	N° Vehículos	N° Perso/veh	N° Vehículos	N° Perso/veh
201	1	226	1	251	1	276	2
202	2	227	5	252	1	277	1
203	1	228	2	253	1	278	1
204	2	229	3	254	1	279	1
205	1	230	1	255	1	280	1
206	2	231	1	256	1	281	2
207	2	232	2	257	1	282	2
208	3	233	1	258	1	283	2
209	1	234	1	259	2	284	1
210	2	235	1	260	2	285	2
211	2	236	2	261	2	286	1
212	1	237	1	262	1	287	5
213	2	238	2	263	3	288	1
214	2	239	3	264	2	289	3
215	1	240	1	265	2	290	3
216	1	241	2	266	2	291	1
217	1	242	1	267	2	292	2
218	1	243	2	268	1	293	3
219	2	244	1	269	2	294	2
220	1	245	2	270	1	295	1
221	2	246	1	271	1	296	1
222	2	247	1	272	1	297	1
223	1	248	2	273	1	298	1
224	1	249	1	274	2	299	2
225	2	250	1	275	1	300	1

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	11/9/2019			Fecha	11/9/2019		
Hora Inicio	8:00	Hoja	4	Hora Inicio	8:00	Hora Fin	8:12
Ubicación	EL TREBOL			Ubicación	EL TREBOL		
N° Vehículos	N° Perso/veh	N° Vehículos	N° Perso/veh	N° Vehículos	N° Perso/veh	N° Vehículos	N° Perso/veh
301	3	326	1	351	2	376	
302	1	327	2	352	1	377	
303	2	328	2	353	4	378	
304	2	329	1	354	2	379	
305	1	330	1	355	1	380	
306	1	331	2	356	1	381	
307	1	332	2	357	1	382	
308	2	333	2	358	1	383	
309	3	334	1	359	3	384	
310	1	335	1	360	2	385	
311	2	336	1	361	2	386	
312	3	337	1	362	1	387	
313	2	338	1	363	2	388	
314	3	339	1	364	1	389	
315	1	340	2	365	1	390	
316	2	341	2	366	2	391	
317	1	342	1	367	2	392	
318	2	343	1	368	1	393	
319	1	344	4	369	1	394	
320	3	345	1	370	1	395	
321	1	346	1	371	1	396	
322	2	347	2	372		397	
323	1	348	1	373		398	
324	1	349	2	374		399	
325	2	350	1	375		400	

- Día 5: 13/09/2019

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	13/9/2019			Fecha	13/9/2019		
Hora Inicio	7:38	Hoja	1	Hora Inicio	7:38	Hoja	1
Ubicación	EL TREBOL			Ubicación	EL TREBOL		
N° Vehiculos	N° Perso/vehí	N° Vehiculos	N° Perso/vehí	N° Vehiculos	N° Perso/vehí	N° Vehiculos	N° Perso/vehí
1	1	26	1	51	2	76	3
2	1	27	1	52	2	77	1
3	1	28	2	53	1	78	2
4	2	29	1	54	2	79	2
5	3	30	2	55	2	80	2
6	1	31	1	56	2	81	1
7	2	32	1	57	2	82	2
8	2	33	1	58	1	83	3
9	1	34	2	59	2	84	2
10	1	35	1	60	1	85	2
11	1	36	1	61	1	86	1
12	4	37	1	62	3	87	1
13	1	38	1	63	1	88	2
14	2	39	1	64	2	89	1
15	1	40	2	65	1	90	1
16	2	41	4	66	1	91	2
17	1	42	1	67	1	92	4
18	1	43	3	68	1	93	1
19	1	44	2	69	1	94	1
20	2	45	2	70	1	95	2
21	1	46	1	71	1	96	2
22	1	47	1	72	1	97	2
23	1	48	1	73	2	98	2
24	1	49	2	74	1	99	2
25	2	50	1	75	2	100	2

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	13/9/2019			Fecha	13/9/2019		
Hora Inicio	7:38	Hoja	2	Hora Inicio	7:38	Hoja	2
Ubicación	EL TREBOL			Ubicación	EL TREBOL		
N° Vehiculos	N° Perso/vehí	N° Vehiculos	N° Perso/vehí	N° Vehiculos	N° Perso/vehí	N° Vehiculos	N° Perso/vehí
101	2	126	1	151	1	176	3
102	1	127	1	152	4	177	2
103	2	128	2	153	1	178	1
104	1	129	2	154	4	179	2
105	3	130	1	155	1	180	1
106	1	131	3	156	1	181	2
107	1	132	3	157	1	182	2
108	2	133	1	158	3	183	1
109	1	134	1	159	1	184	1
110	2	135	1	160	2	185	2
111	1	136	2	161	1	186	2
112	2	137	1	162	1	187	2
113	2	138	2	163	1	188	1
114	2	139	2	164	1	189	1
115	2	140	3	165	2	190	1
116	2	141	1	166	2	191	4
117	2	142	1	167	2	192	1
118	1	143	3	168	1	193	2
119	1	144	2	169	1	194	1
120	2	145	1	170	2	195	1
121	2	146	1	171	2	196	3
122	2	147	2	172	2	197	3
123	2	148	1	173	1	198	1
124	3	149	1	174	1	199	1
125	1	150	1	175	3	200	1

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	13/9/2019			Fecha	13/9/2019		
Hora Inicio	7:38	Hoja	3	Hora Inicio	7:38	Hoja	3
Ubicación	EL TREBOL			Ubicación	EL TREBOL		
N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi
201	1	226	1	251	3	276	3
202	2	227	2	252	2	277	1
203	1	228	1	253	2	278	1
204	1	229	3	254	1	279	1
205	1	230	1	255	2	280	2
206	2	231	2	256	1	281	4
207	2	232	3	257	3	282	1
208	1	233	2	258	2	283	1
209	2	234	2	259	1	284	2
210	2	235	2	260	1	285	1
211	1	236	1	261	2	286	2
212	3	237	1	262	3	287	1
213	3	238	1	263	2	288	1
214	2	239	1	264	2	289	1
215	2	240	1	265	1	290	1
216	1	241	1	266	1	291	2
217	3	242	3	267	1	292	1
218	1	243	2	268	1	293	3
219	2	244	3	269	4	294	1
220	2	245	1	270	2	295	2
221	2	246	2	271	2	296	4
222	1	247	1	272	1	297	4
223	2	248	2	273	1	298	1
224	2	249	2	274	1	299	2
225	1	250	2	275	1	300	3

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	13/9/2019			Fecha	13/9/2019		
Hora Inicio	7:38	Hoja	4	Hora Inicio	7:38	Hora Fin	8:12
Ubicación	EL TREBOL			Ubicación	EL TREBOL		
N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi
301	1	326	1	351	2	376	
302	1	327	3	352	1	377	
303	2	328	2	353	2	378	
304	2	329	1	354	1	379	
305	1	330	1	355	2	380	
306	1	331	1	356	1	381	
307	1	332	2	357	1	382	
308	2	333	1	358	2	383	
309	2	334	3	359	1	384	
310	2	335	2	360	1	385	
311	1	336	1	361	2	386	
312	2	337	2	362	1	387	
313	1	338	1	363	2	388	
314	2	339	1	364	1	389	
315	1	340	2	365	2	390	
316	1	341	1	366	1	391	
317	2	342	1	367	3	392	
318	1	343	2	368	3	393	
319	2	344	1	369	2	394	
320	2	345	1	370	2	395	
321	5	346	1	371	2	396	
322	3	347	1	372		397	
323	1	348	3	373		398	
324	2	349	1	374		399	
325	1	350	2	375		400	

ANEXO 3. Número de Personas por Vehículo – Cumbayá

- Día 1: 25/09/2019

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	Miercoles 25/9/2019			Fecha	Miercoles 25/9/2019		
Hora Inicio	8:33	Hoja	1	Hora Inicio	8:33	Hoja	1
Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN			Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN		
N° Vehiculos	N° Perso/veh	N° Vehiculos	N° Perso/veh	N° Vehiculos	N° Perso/veh	N° Vehiculos	N° Perso/veh
1	1	26	2	51	2	76	1
2	1	27	3	52	1	77	1
3	1	28	2	53	2	78	1
4	1	29	1	54	1	79	1
5	2	30	4	55	1	80	2
6	1	31	1	56	3	81	1
7	1	32	1	57	2	82	1
8	1	33	1	58	3	83	3
9	2	34	1	59	1	84	4
10	2	35	1	60	1	85	1
11	1	36	1	61	2	86	2
12	2	37	1	62	2	87	4
13	2	38	2	63	2	88	1
14	2	39	2	64	2	89	2
15	2	40	1	65	2	90	1
16	1	41	1	66	1	91	1
17	1	42	3	67	1	92	1
18	1	43	2	68	1	93	1
19	1	44	1	69	2	94	1
20	1	45	1	70	2	95	1
21	2	46	2	71	1	96	2
22	2	47	1	72	2	97	3
23	2	48	3	73	1	98	2
24	2	49	2	74	2	99	1
25	3	50	1	75	1	100	2

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	Miercoles 25/9/2019			Fecha	Miercoles 25/9/2019		
Hora Inicio	8:33	Hoja	2	Hora Inicio	8:33	Hoja	2
Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN			Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN		
N° Vehiculos	N° Perso/veh	N° Vehiculos	N° Perso/veh	N° Vehiculos	N° Perso/veh	N° Vehiculos	N° Perso/veh
101	1	126	1	151	1	176	1
102	2	127	1	152	2	177	2
103	2	128	2	153	2	178	1
104	1	129	1	154	2	179	2
105	2	130	1	155	1	180	1
106	1	131	1	156	1	181	2
107	2	132	1	157	1	182	2
108	2	133	1	158	2	183	1
109	1	134	1	159	1	184	2
110	1	135	1	160	2	185	2
111	2	136	2	161	1	186	1
112	3	137	1	162	2	187	3
113	2	138	1	163	1	188	1
114	1	139	1	164	2	189	1
115	1	140	1	165	1	190	2
116	1	141	2	166	1	191	1
117	1	142	1	167	2	192	2
118	1	143	1	168	2	193	1
119	1	144	1	169	1	194	1
120	1	145	1	170	1	195	1
121	2	146	2	171	1	196	1
122	1	147	1	172	1	197	1
123	2	148	1	173	1	198	2
124	1	149	1	174	1	199	1
125	1	150	1	175	2	200	1

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	Miercoles 25/9/2019			Fecha	Miercoles 25/9/2019		
Hora Inicio	8:33	Hoja	3	Hora Inicio	8:33	Hoja	3
Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN			Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN		
N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi
201	1	226	1	251	1	276	1
202	1	227	1	252	1	277	4
203	1	228	1	253	2	278	2
204	1	229	3	254	1	279	1
205	2	230	1	255	1	280	1
206	2	231	1	256	1	281	1
207	3	232	2	257	1	282	2
208	1	233	1	258	2	283	1
209	1	234	1	259	2	284	2
210	2	235	1	260	2	285	1
211	1	236	1	261	4	286	2
212	2	237	2	262	1	287	1
213	1	238	1	263	3	288	2
214	1	239	1	264	1	289	1
215	1	240	1	265	2	290	1
216	1	241	1	266	2	291	1
217	2	242	1	267	1	292	2
218	1	243	1	268	1	293	1
219	2	244	1	269	3	294	1
220	1	245	1	270	1	295	2
221	2	246	2	271	2	296	2
222	1	247	3	272	2	297	1
223	2	248	2	273	2	298	2
224	1	249	2	274	1	299	2
225	1	250	2	275	1	300	1

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	Miercoles 25/9/2019			Fecha	Miercoles 25/9/2019		
Hora Inicio	8:33	Hoja	4	Hora Inicio	8:33	Hora Fin	8:49
Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN			Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN		
N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi
301	1	326	1	351	2	376	1
302	1	327	3	352	1	377	
303	1	328	3	353	1	378	
304	1	329	1	354	1	379	
305	2	330	1	355	1	380	
306	1	331	3	356	1	381	
307	1	332	2	357	1	382	
308	1	333	3	358	1	383	
309	1	334	1	359	1	384	
310	1	335	1	360	1	385	
311	1	336	1	361	2	386	
312	1	337	1	362	3	387	
313	1	338	3	363	1	388	
314	1	339	2	364	1	389	
315	2	340	1	365	3	390	
316	1	341	2	366	2	391	
317	1	342	2	367	2	392	
318	2	343	1	368	1	393	
319	2	344	2	369	1	394	
320	1	345	1	370	2	395	
321	1	346	1	371	1	396	
322	1	347	1	372	1	397	
323	2	348	1	373	1	398	
324	1	349	1	374	2	399	
325	1	350	1	375	1	400	

- Día 2: 26/09/2019

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	Jueves 26/9/2019			Fecha	Jueves 26/9/2019		
Hora Inicio	8:45	Hoja	1	Hora Inicio	8:45	Hoja	1
Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN			Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN		
N° Vehículos	N° Perso/veh	N° Vehículos	N° Perso/veh	N° Vehículos	N° Perso/veh	N° Vehículos	N° Perso/veh
1	1	26	1	51	3	76	1
2	1	27	2	52	1	77	1
3	1	28	1	53	1	78	2
4	2	29	1	54	1	79	1
5	2	30	1	55	3	80	1
6	2	31	1	56	1	81	1
7	1	32	1	57	1	82	1
8	1	33	1	58	1	83	1
9	2	34	2	59	1	84	1
10	1	35	2	60	1	85	2
11	1	36	2	61	1	86	1
12	4	37	1	62	1	87	3
13	2	38	1	63	2	88	2
14	1	39	1	64	2	89	2
15	2	40	1	65	1	90	1
16	1	41	1	66	2	91	2
17	2	42	2	67	1	92	1
18	1	43	1	68	1	93	2
19	2	44	2	69	1	94	1
20	1	45	2	70	1	95	1
21	1	46	2	71	2	96	1
22	1	47	2	72	1	97	1
23	1	48	1	73	3	98	2
24	1	49	1	74	2	99	1
25	1	50	1	75	1	100	1

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	Jueves 26/9/2019			Fecha	Jueves 26/9/2019		
Hora Inicio	8:45	Hoja	2	Hora Inicio	8:45	Hoja	2
Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN			Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN		
N° Vehículos	N° Perso/veh	N° Vehículos	N° Perso/veh	N° Vehículos	N° Perso/veh	N° Vehículos	N° Perso/veh
101	2	126	1	151	1	176	2
102	1	127	2	152	1	177	1
103	1	128	1	153	1	178	1
104	1	129	2	154	1	179	2
105	4	130	1	155	1	180	1
106	1	131	1	156	2	181	1
107	2	132	1	157	1	182	1
108	3	133	1	158	1	183	1
109	3	134	2	159	2	184	1
110	2	135	1	160	1	185	2
111	1	136	1	161	1	186	1
112	1	137	1	162	4	187	1
113	1	138	2	163	1	188	1
114	3	139	1	164	1	189	1
115	2	140	2	165	2	190	1
116	1	141	1	166	2	191	3
117	1	142	1	167	1	192	1
118	2	143	1	168	2	193	1
119	2	144	2	169	1	194	1
120	2	145	2	170	1	195	2
121	2	146	2	171	2	196	2
122	1	147	2	172	1	197	1
123	1	148	1	173	1	198	1
124	1	149	1	174	1	199	2
125	2	150	1	175	2	200	1

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	Jueves 26/9/2019			Fecha	Jueves 26/9/2019		
Hora Inicio	8:45	Hoja	3	Hora Inicio	8:45	Hoja	3
Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN			Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN		
N° Vehiculos	N° Perso/veh	N° Vehiculos	N° Perso/veh	N° Vehiculos	N° Perso/veh	N° Vehiculos	N° Perso/veh
201	1	226	1	251	1	276	2
202	1	227	2	252	2	277	1
203	1	228	1	253	1	278	2
204	1	229	1	254	2	279	1
205	3	230	1	255	1	280	1
206	2	231	2	256	1	281	1
207	1	232	4	257	2	282	1
208	2	233	1	258	1	283	1
209	1	234	2	259	2	284	1
210	1	235	1	260	2	285	1
211	1	236	1	261	1	286	1
212	1	237	1	262	2	287	1
213	1	238	1	263	1	288	1
214	1	239	2	264	3	289	1
215	1	240	1	265	2	290	2
216	2	241	2	266	1	291	1
217	1	242	1	267	1	292	1
218	1	243	1	268	1	293	2
219	2	244	2	269	1	294	1
220	2	245	1	270	2	295	2
221	2	246	2	271	1	296	1
222	2	247	2	272	1	297	1
223	1	248	3	273	1	298	2
224	4	249	2	274	1	299	1
225	1	250	3	275	2	300	1

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	Jueves 26/9/2019			Fecha	Jueves 26/9/2019		
Hora Inicio	8:45	Hoja	4	Hora Inicio	8:45	Hora Fin	9:00
Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN			Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN		
N° Vehiculos	N° Perso/veh	N° Vehiculos	N° Perso/veh	N° Vehiculos	N° Perso/veh	N° Vehiculos	N° Perso/veh
301	1	326	1	351	2	376	1
302	1	327	2	352	1	377	
303	1	328	1	353	2	378	
304	3	329	1	354	1	379	
305	1	330	2	355	1	380	
306	1	331	1	356	2	381	
307	1	332	1	357	1	382	
308	1	333	2	358	3	383	
309	1	334	1	359	1	384	
310	3	335	1	360	2	385	
311	1	336	2	361	1	386	
312	1	337	2	362	1	387	
313	2	338	2	363	2	388	
314	1	339	1	364	2	389	
315	2	340	2	365	1	390	
316	3	341	1	366	1	391	
317	1	342	1	367	1	392	
318	1	343	3	368	1	393	
319	2	344	1	369	1	394	
320	2	345	2	370	1	395	
321	2	346	1	371	1	396	
322	2	347	1	372	1	397	
323	2	348	1	373	2	398	
324	2	349	2	374	1	399	
325	2	350	1	375	2	400	

• Día 3: 27/09/2019

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	Viernes 27/9/2019			Fecha	Viernes 27/9/2019		
Hora Inicio	8:47	Hoja	1	Hora Inicio	8:47	Hoja	1
Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN			Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN		
N° Vehículos	N° Perso/vehí	N° Vehículos	N° Perso/vehí	N° Vehículos	N° Perso/vehí	N° Vehículos	N° Perso/vehí
1	1	26	2	51	2	76	2
2	1	27	1	52	1	77	2
3	1	28	2	53	2	78	1
4	1	29	2	54	1	79	2
5	1	30	1	55	1	80	1
6	1	31	2	56	2	81	1
7	1	32	1	57	1	82	1
8	2	33	1	58	1	83	1
9	1	34	5	59	1	84	1
10	2	35	1	60	2	85	1
11	1	36	1	61	2	86	1
12	1	37	1	62	1	87	1
13	1	38	2	63	1	88	2
14	2	39	2	64	1	89	3
15	1	40	1	65	2	90	2
16	2	41	1	66	2	91	1
17	1	42	1	67	1	92	1
18	2	43	3	68	2	93	1
19	1	44	1	69	2	94	2
20	1	45	1	70	1	95	1
21	1	46	1	71	2	96	1
22	1	47	1	72	2	97	1
23	2	48	2	73	4	98	1
24	1	49	1	74	1	99	1
25	1	50	2	75	2	100	1

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	Viernes 27/9/2019			Fecha	Viernes 27/9/2019		
Hora Inicio	8:47	Hoja	2	Hora Inicio	8:47	Hoja	2
Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN			Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN		
N° Vehículos	N° Perso/vehí	N° Vehículos	N° Perso/vehí	N° Vehículos	N° Perso/vehí	N° Vehículos	N° Perso/vehí
101	1	126	1	151	1	176	2
102	1	127	1	152	2	177	4
103	2	128	2	153	1	178	1
104	1	129	1	154	1	179	1
105	1	130	1	155	1	180	1
106	1	131	1	156	1	181	2
107	2	132	1	157	2	182	2
108	2	133	1	158	1	183	2
109	1	134	1	159	2	184	2
110	1	135	2	160	1	185	1
111	1	136	1	161	2	186	1
112	1	137	1	162	2	187	2
113	2	138	1	163	2	188	1
114	1	139	2	164	1	189	1
115	1	140	1	165	2	190	1
116	1	141	1	166	1	191	1
117	2	142	1	167	1	192	2
118	1	143	2	168	1	193	1
119	1	144	2	169	1	194	1
120	1	145	1	170	1	195	1
121	2	146	2	171	1	196	1
122	2	147	1	172	1	197	1
123	1	148	4	173	2	198	1
124	1	149	1	174	2	199	1
125	1	150	1	175	2	200	1

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	Viernes 27/9/2019			Fecha	Viernes 27/9/2019		
Hora Inicio	8:47	Hoja	3	Hora Inicio	8:47	Hoja	3
Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN			Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN		
N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi
201	3	226	1	251	1	276	1
202	1	227	1	252	1	277	3
203	1	228	1	253	1	278	3
204	4	229	2	254	2	279	2
205	1	230	1	255	1	280	1
206	2	231	2	256	2	281	2
207	1	232	2	257	1	282	1
208	1	233	2	258	1	283	1
209	1	234	1	259	1	284	2
210	1	235	1	260	1	285	1
211	1	236	2	261	2	286	1
212	2	237	1	262	1	287	1
213	2	238	2	263	1	288	1
214	2	239	2	264	2	289	1
215	1	240	1	265	1	290	1
216	1	241	1	266	1	291	1
217	2	242	1	267	1	292	3
218	2	243	1	268	2	293	1
219	1	244	1	269	2	294	1
220	2	245	2	270	2	295	1
221	1	246	1	271	1	296	1
222	1	247	1	272	1	297	1
223	1	248	2	273	1	298	2
224	1	249	2	274	1	299	1
225	2	250	1	275	1	300	1

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	Viernes 27/9/2019			Fecha	Viernes 27/9/2019		
Hora Inicio	8:47	Hoja	4	Hora Inicio	8:47	Hora Fin	9:03
Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN			Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN		
N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi
301	2	326	2	351	1	376	1
302	1	327	1	352	1	377	
303	2	328	1	353	2	378	
304	2	329	1	354	1	379	
305	2	330	2	355	1	380	
306	1	331	3	356	1	381	
307	3	332	1	357	1	382	
308	1	333	2	358	1	383	
309	1	334	2	359	2	384	
310	1	335	1	360	1	385	
311	1	336	1	361	1	386	
312	1	337	2	362	1	387	
313	3	338	1	363	2	388	
314	1	339	1	364	1	389	
315	1	340	1	365	1	390	
316	1	341	1	366	1	391	
317	1	342	1	367	1	392	
318	2	343	1	368	1	393	
319	1	344	1	369	1	394	
320	2	345	1	370	4	395	
321	1	346	1	371	1	396	
322	1	347	1	372	1	397	
323	2	348	2	373	1	398	
324	2	349	1	374	1	399	
325	2	350	1	375	2	400	

- Día 4: 30/09/2019

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	Lunes 30/9/2019			Fecha	Lunes 30/9/2019		
Hora Inicio	9:00	Hoja	1	Hora Inicio	9:00	Hoja	1
Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN			Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN		
N° Vehiculos	N° Perso/vehí	N° Vehiculos	N° Perso/vehí	N° Vehiculos	N° Perso/vehí	N° Vehiculos	N° Perso/vehí
1	3	26	1	51	2	76	1
2	1	27	1	52	2	77	2
3	2	28	1	53	1	78	1
4	1	29	1	54	2	79	1
5	1	30	1	55	2	80	1
6	1	31	1	56	2	81	2
7	1	32	2	57	2	82	1
8	1	33	1	58	2	83	1
9	2	34	1	59	1	84	1
10	1	35	1	60	2	85	2
11	1	36	1	61	1	86	1
12	1	37	1	62	1	87	2
13	1	38	1	63	1	88	1
14	1	39	1	64	3	89	2
15	2	40	2	65	1	90	1
16	2	41	1	66	1	91	1
17	2	42	2	67	1	92	3
18	1	43	1	68	1	93	1
19	1	44	1	69	1	94	1
20	1	45	2	70	2	95	1
21	1	46	1	71	2	96	1
22	2	47	1	72	1	97	2
23	1	48	2	73	2	98	1
24	2	49	3	74	1	99	1
25	2	50	2	75	2	100	1

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	Lunes 30/9/2019			Fecha	Lunes 30/9/2019		
Hora Inicio	9:00	Hoja	2	Hora Inicio	9:00	Hoja	2
Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN			Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN		
N° Vehiculos	N° Perso/vehí	N° Vehiculos	N° Perso/vehí	N° Vehiculos	N° Perso/vehí	N° Vehiculos	N° Perso/vehí
101	1	126	1	151	2	176	2
102	1	127	3	152	1	177	1
103	1	128	1	153	2	178	1
104	1	129	1	154	1	179	1
105	2	130	2	155	1	180	2
106	1	131	1	156	2	181	2
107	1	132	1	157	2	182	1
108	1	133	1	158	1	183	1
109	1	134	2	159	1	184	1
110	2	135	2	160	1	185	1
111	1	136	1	161	1	186	1
112	1	137	1	162	2	187	1
113	2	138	1	163	1	188	1
114	2	139	2	164	1	189	1
115	2	140	2	165	1	190	1
116	1	141	2	166	1	191	2
117	2	142	2	167	1	192	1
118	2	143	2	168	3	193	1
119	1	144	1	169	2	194	1
120	1	145	1	170	1	195	1
121	1	146	1	171	2	196	1
122	1	147	1	172	1	197	1
123	1	148	2	173	2	198	1
124	3	149	2	174	2	199	1
125	1	150	1	175	1	200	1

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	Lunes 30/9/2019			Fecha	Lunes 30/9/2019		
Hora Inicio	9:00	Hoja	3	Hora Inicio	9:00	Hoja	3
Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN			Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN		
N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi
201	1	226	2	251	1	276	1
202	2	227	2	252	1	277	1
203	2	228	2	253	4	278	1
204	1	229	1	254	1	279	2
205	2	230	2	255	1	280	1
206	1	231	2	256	2	281	2
207	1	232	1	257	1	282	1
208	1	233	1	258	3	283	2
209	1	234	1	259	1	284	1
210	1	235	2	260	1	285	2
211	1	236	2	261	1	286	1
212	2	237	2	262	1	287	2
213	1	238	2	263	2	288	1
214	1	239	1	264	2	289	1
215	2	240	2	265	1	290	2
216	1	241	1	266	1	291	1
217	1	242	1	267	1	292	1
218	1	243	1	268	1	293	1
219	1	244	2	269	2	294	1
220	1	245	1	270	1	295	1
221	1	246	2	271	2	296	1
222	2	247	1	272	2	297	2
223	1	248	1	273	2	298	1
224	1	249	1	274	1	299	1
225	1	250	1	275	3	300	1

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	Lunes 30/9/2019			Fecha	Lunes 30/9/2019		
Hora Inicio	9:00	Hoja	4	Hora Inicio	9:00	Hora Fin	9:15
Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN			Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN		
N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi	N° Vehiculos	N° Perso/vehi
301	2	326	1	351	1	376	1
302	2	327	1	352	2	377	
303	1	328	1	353	1	378	
304	1	329	2	354	2	379	
305	2	330	1	355	2	380	
306	1	331	1	356	1	381	
307	2	332	3	357	1	382	
308	1	333	1	358	3	383	
309	1	334	3	359	1	384	
310	1	335	2	360	1	385	
311	1	336	1	361	1	386	
312	1	337	1	362	1	387	
313	1	338	2	363	1	388	
314	1	339	1	364	1	389	
315	1	340	2	365	1	390	
316	2	341	2	366	2	391	
317	2	342	1	367	2	392	
318	1	343	2	368	1	393	
319	2	344	1	369	1	394	
320	1	345	1	370	1	395	
321	1	346	1	371	2	396	
322	3	347	1	372	1	397	
323	2	348	1	373	2	398	
324	1	349	5	374	1	399	
325	1	350	1	375	1	400	

- Día 5: 01/10/2019

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	Martes 01/10/2019			Fecha	Martes 01/10/2019		
Hora Inicio	9:20	Hoja	1	Hora Inicio	9:20	Hoja	1
Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN			Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN		
N° Vehículos	N° Perso/vehi	N° Vehículos	N° Perso/vehi	N° Vehículos	N° Perso/vehi	N° Vehículos	N° Perso/vehi
1	2	26	1	51	2	76	1
2	1	27	1	52	1	77	1
3	1	28	1	53	2	78	1
4	1	29	1	54	1	79	2
5	1	30	1	55	1	80	1
6	1	31	2	56	3	81	1
7	2	32	3	57	1	82	1
8	1	33	1	58	2	83	1
9	2	34	1	59	1	84	1
10	1	35	1	60	2	85	1
11	3	36	1	61	1	86	1
12	1	37	1	62	1	87	1
13	2	38	1	63	1	88	2
14	2	39	1	64	1	89	2
15	2	40	2	65	1	90	1
16	1	41	1	66	1	91	2
17	1	42	1	67	1	92	1
18	1	43	1	68	2	93	1
19	2	44	1	69	1	94	2
20	1	45	1	70	1	95	1
21	2	46	1	71	1	96	1
22	2	47	1	72	1	97	1
23	1	48	1	73	1	98	1
24	1	49	2	74	2	99	1
25	2	50	3	75	2	100	2

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	Martes 01/10/2019			Fecha	Martes 01/10/2019		
Hora Inicio	9:20	Hoja	2	Hora Inicio	9:20	Hoja	2
Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN			Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN		
N° Vehículos	N° Perso/vehi	N° Vehículos	N° Perso/vehi	N° Vehículos	N° Perso/vehi	N° Vehículos	N° Perso/vehi
101	1	126	2	151	2	176	1
102	3	127	1	152	1	177	1
103	2	128	2	153	1	178	1
104	1	129	2	154	1	179	3
105	2	130	2	155	1	180	2
106	1	131	2	156	1	181	1
107	1	132	2	157	2	182	1
108	2	133	1	158	1	183	1
109	1	134	1	159	1	184	2
110	1	135	1	160	1	185	1
111	1	136	2	161	2	186	1
112	1	137	1	162	1	187	1
113	1	138	2	163	1	188	1
114	2	139	2	164	2	189	1
115	1	140	2	165	1	190	3
116	1	141	1	166	1	191	1
117	1	142	1	167	1	192	1
118	1	143	1	168	1	193	2
119	2	144	1	169	2	194	2
120	1	145	2	170	1	195	3
121	2	146	1	171	1	196	1
122	1	147	1	172	1	197	1
123	2	148	1	173	2	198	1
124	2	149	1	174	1	199	1
125	2	150	2	175	2	200	1

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	Martes 01/10/2019			Fecha	Martes 01/10/2019		
Hora Inicio	9:20	Hoja	3	Hora Inicio	9:20	Hoja	3
Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN			Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN		
N° Vehiculos	N° Perso/veh	N° Vehiculos	N° Perso/veh	N° Vehiculos	N° Perso/veh	N° Vehiculos	N° Perso/veh
201	2	226	1	251	1	276	1
202	1	227	2	252	2	277	1
203	1	228	1	253	1	278	2
204	1	229	2	254	4	279	1
205	2	230	1	255	2	280	1
206	2	231	1	256	3	281	1
207	1	232	2	257	2	282	2
208	1	233	2	258	3	283	1
209	1	234	1	259	2	284	2
210	2	235	2	260	2	285	1
211	2	236	1	261	2	286	1
212	2	237	1	262	2	287	2
213	2	238	1	263	1	288	1
214	2	239	1	264	1	289	2
215	1	240	1	265	1	290	1
216	3	241	1	266	1	291	1
217	1	242	1	267	3	292	1
218	1	243	2	268	2	293	1
219	1	244	1	269	2	294	1
220	1	245	3	270	2	295	1
221	2	246	1	271	2	296	2
222	1	247	2	272	1	297	1
223	1	248	1	273	1	298	1
224	1	249	1	274	3	299	1
225	3	250	1	275	2	300	2

NÚMERO DE PERSONAS POR VEHÍCULO PARTICULAR							
Fecha	Martes 01/10/2019			Fecha	Martes 01/10/2019		
Hora Inicio	9:20	Hoja	4	Hora Inicio	9:20	Hora Fin	9:35
Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN			Ubicación	SALIDA TUNEL GUYASAMÍN		
N° Vehiculos	N° Perso/veh	N° Vehiculos	N° Perso/veh	N° Vehiculos	N° Perso/veh	N° Vehiculos	N° Perso/veh
301	1	326	2	351	1	376	1
302	1	327	2	352	2	377	
303	1	328	1	353	1	378	
304	4	329	1	354	1	379	
305	2	330	1	355	1	380	
306	1	331	2	356	1	381	
307	1	332	1	357	1	382	
308	1	333	1	358	2	383	
309	2	334	1	359	2	384	
310	2	335	1	360	3	385	
311	1	336	1	361	1	386	
312	1	337	1	362	1	387	
313	1	338	1	363	2	388	
314	2	339	1	364	1	389	
315	1	340	4	365	2	390	
316	2	341	1	366	2	391	
317	1	342	1	367	2	392	
318	1	343	1	368	1	393	
319	2	344	1	369	2	394	
320	4	345	1	370	2	395	
321	1	346	1	371	1	396	
322	2	347	1	372	1	397	
323	1	348	2	373	1	398	
324	1	349	3	374	2	399	
325	2	350	1	375	1	400	