



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

DEPARTAMENTO DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE LA
CONSTRUCCIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE LA
CONSTRUCCIÓN**

TEMA:

PLAN DE TRANSPORTE PÚBLICO MASIVO EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.

TUTOR:

Ing. KLEBER MOSCOSO RIERA

0009-0002-5786-0151

AUTOR:

Ing. ERICK JOSUE LEON FON FAY

0009-0002-8189-1564

GUAYAQUIL-ECUADOR

2025



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Ficha de Registro de Tesis

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

PROPUESTA DE PLAN DE TRANSPORTE PÚBLICO MASIVO EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.

AUTOR: León Fon Fay Erick Josué	REVISORES O TUTORES: Ing. Kleber Moscoso Riera
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	GRADO OBTENIDO: Magister en Ingeniería Civil con Mención en Gestión de la Construcción
FACULTAD: Ingeniería, Industria y Construcción	CARRERA: Ingeniería Civil
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2025	N. DE PAGS: 107

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y construcción

PALABRAS CLAVE: Transporte público, Percepción, Planificación, Seguridad del transporte, Tráfico.

RESUMEN:

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo evaluar la operatividad del sistema de transporte público Metrovía en la ciudad de Guayaquil, con un enfoque particular en el análisis del carril exclusivo utilizado por este sistema. La investigación se fundamenta en dos ejes: la percepción ciudadana sobre la calidad del servicio y un análisis técnico del nivel de servicio (LOS) del carril exclusivo en distintos tramos y horarios.

En una primera etapa, se aplicó una encuesta a 300 usuarios de la Metrovía, cuyos resultados revelaron que, si bien existe un uso frecuente y una valoración general positiva del sistema, también se identifican preocupaciones importantes. Entre ellas destacan la falta de puntualidad, la baja velocidad operativa, la congestión en horas pico y la frecuente invasión del carril exclusivo por vehículos particulares. Asimismo, los encuestados mostraron un respaldo mayoritario a la implementación de medidas de fiscalización más severas.

A partir de estos resultados, se realizó un levantamiento de datos técnicos en campo para calcular el nivel de servicio (LOS) del carril exclusivo en puntos críticos. Los resultados indicaron que durante las horas pico, el carril exclusivo presenta condiciones que oscilan entre los niveles C y E, lo que confirma la percepción ciudadana de saturación y lentitud. El análisis identificó tramos donde la invasión del carril exclusivo, sumada a la alta demanda, afecta significativamente la eficiencia del sistema.

Con base en los hallazgos obtenidos, se plantean propuestas técnicas y normativas que buscan optimizar el uso del carril exclusivo. Estas incluyen el fortalecimiento del control de accesos, la implementación de cámaras automatizadas para sancionar infracciones, y ajustes en la frecuencia de buses durante los picos de demanda.

En conclusión, esta tesis demuestra que existe una relación directa entre la percepción ciudadana y las condiciones técnicas del servicio, y propone acciones viables para mejorar la calidad del transporte público masivo en Guayaquil. La Metrovía sigue siendo una columna vertebral del sistema urbano, pero requiere intervenciones estratégicas que garanticen su sostenibilidad y eficiencia a futuro

N. DE REGISTRO:	N. DE CLASIFICACIÓN:	
ADJUNTO PDF:	SI	NO
CONTACTO CON AUTOR: León Fon Fay Erick Josué	TELÉFONO: 0967474884	EMAIL: eleonf@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Mgtr. Norma Hinojosa Garces. Directora de Posgrado ULVR Teléfono: 042596500 Ext: 170 E-mail: nhinojosag@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

Tesis Erick Corregido (1).docx			
INFORME DE ORIGINALIDAD			
1 %	1 %	0 %	1 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
FUENTES PRIMARIAS			
1	repositorio.ute.edu.ec		1 %
	Fuente de Internet		
2	www.clubensayos.com		1 %
	Fuente de Internet		
Excluir citas	Apagado	Excluir coincidencias	< 1 %
Excluir bibliografía	Apagado		

Firma: _____

Ing. Kleber Moscoso

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la fortaleza, sabiduría y perseverancia para culminar este importante logro académico.

A mi amada esposa, Luisana, mi compañera de vida y soporte emocional durante este proceso. Tu paciencia, comprensión y aliento en cada etapa de esta investigación fueron esenciales para alcanzar esta meta. Este logro es tuyo tanto como mío.

A mis padres, David y Norma, pilares fundamentales de mi vida, cuyo amor incondicional, apoyo constante y enseñanzas han sido mi mayor motivación. Gracias por creer en mí incluso en los momentos más desafiantes.

A mis hermanos, David y Dalena, por su constante apoyo y por ser esos aliados incondicionales que siempre me impulsaron a superarme.

A mis profesores y asesores, quienes con su conocimiento y dedicación guiaron este trabajo. Su rigor académico y valiosas críticas enriquecieron mi formación profesional.

A todos aquellos que, de una u otra forma, contribuyeron a que este sueño se hiciera realidad.

¡Gracias!

Erick Josué León Fon Fay

DEDICATORIA

Con el corazón lleno de alegría y regocijo, dedico este triunfo académico a todos mis seres queridos, esos faros de luz que han iluminado mi camino con su amor incondicional.

Es un honor y una profunda satisfacción ofrecerles este logro, fruto de noches de esfuerzo, días de dedicación y momentos de superación. Cada página de esta tesis lleva impregnado el calor de su apoyo, la fuerza de su aliento y la certeza de su fe en mí.

Erick Josué León Fon Fay

Certificado de Autoría y Cesión de Derecho

Guayaquil, 6 de junio de 2025

Yo, ERICK JOSUE LEON FON FAY declaro bajo juramento, que la autoría del presente trabajo me corresponde totalmente y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo mis derechos de autor a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establecido por las normativas Institucionales vigentes.

Firma: _____

Ing. Erick Josué León Fon Fay

Certificado de Tutor de la Tesis

Guayaquil, 6 de junio de 2025

Certifico que el trabajo titulado PLAN DE TRANSPORTE PUBLICO MASIVO EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL ha sido elaborado por ERICK JOSUE LEON FON FAY bajo mi tutoría, y que el mismo reúne los requisitos para ser defendido ante el tribunal examinador que se designe al efecto.



Firma: _____

Ing. Kleber Moscoso

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo evaluar la operatividad del sistema de transporte público Metrovía en la ciudad de Guayaquil, con un enfoque particular en el análisis del carril exclusivo utilizado por este sistema. La investigación se fundamenta en dos ejes: la percepción ciudadana sobre la calidad del servicio y un análisis técnico del nivel de servicio (LOS) del carril exclusivo en distintos tramos y horarios.

En una primera etapa, se aplicó una encuesta a 300 usuarios de la Metrovía, cuyos resultados revelaron que, si bien existe un uso frecuente y una valoración general positiva del sistema, también se identifican preocupaciones importantes. Entre ellas destacan la falta de puntualidad, la baja velocidad operativa, la congestión en horas pico y la frecuente invasión del carril exclusivo por vehículos particulares. Asimismo, los encuestados mostraron un respaldo mayoritario a la implementación de medidas de fiscalización más severas.

A partir de estos resultados, se realizó un levantamiento de datos técnicos en campo para calcular el nivel de servicio (LOS) del carril exclusivo en puntos críticos. Los resultados indicaron que durante las horas pico, el carril exclusivo presenta condiciones que oscilan entre los niveles C y E, lo que confirma la percepción ciudadana de saturación y lentitud. El análisis identificó tramos donde la invasión del carril exclusivo, sumada a la alta demanda, afecta significativamente la eficiencia del sistema.

Con base en los hallazgos obtenidos, se plantean propuestas técnicas y normativas que buscan optimizar el uso del carril exclusivo. Estas incluyen el fortalecimiento del control de accesos, la implementación de cámaras automatizadas para sancionar infracciones, y ajustes en la frecuencia de buses durante los picos de demanda.

En conclusión, esta tesis demuestra que existe una relación directa entre la percepción ciudadana y las condiciones técnicas del servicio, y propone acciones viables para mejorar la calidad del transporte público masivo en Guayaquil. La Metrovía sigue

siendo una columna vertebral del sistema urbano, pero requiere intervenciones estratégicas que garanticen su sostenibilidad y eficiencia a futuro.

Palabras clave: Transporte público, Percepción, Planificación, Seguridad del transporte, Tráfico.

ABSTRACT

This thesis aims to evaluate the operational performance of the Metrovía public transportation system in the city of Guayaquil, with a specific focus on analyzing the exclusive bus lane. The research is based on two main components: citizen perception of service quality and a technical level-of-service (LOS) assessment of the exclusive corridor during key sections and peak hours.

In the first phase, a survey was conducted with 300 Metrovía users. Results indicated that although the system is widely used and generally valued, users expressed concerns related to punctuality, travel speed, peak-hour congestion, and frequent lane invasions by private vehicles. A significant portion of respondents supported the implementation of stricter enforcement measures such as surveillance cameras and increased penalties.

Following this, a field data collection was carried out to measure the LOS of the exclusive lane. The technical analysis confirmed that, during peak periods, service levels ranged from C to E depending on the segment, corroborating users' perception of delay and saturation. The study identified critical sections where lane invasions and high demand significantly reduce operational efficiency.

Based on these findings, the thesis proposes several technical and regulatory strategies to improve lane performance. These include strengthening access control, automating violation detection, and adjusting bus frequency during high-demand periods.

In conclusion, this research demonstrates a direct correlation between public perception and technical service conditions. It proposes viable solutions aimed at enhancing the efficiency and sustainability of mass transit in Guayaquil, reinforcing the Metrovía system's role as the backbone of the city's mobility structure.

Keywords: Public transport, Perception, Planning, Transport safety, Traffic.

Índice General

Ficha de Registro de Tesis.....	ii
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	iii
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
Certificado de Autoría y Cesión de Derecho	vii
Certificado de Tutor de la Tesis.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	xi
Índice General	xii
Índice de Ilustraciones	xvi
Índice de Tablas	xvii
Índice de Ecuación	xviii
Introducción	1
Planteamiento del Problema	1
Importancia y Justificación del Proyecto	2
Objetivos.....	2
Objetivo General.....	2
Objetivos Específicos.	2
Delimitación del Problema	3
Ubicación.....	3
Idea a defender	4
Antecedentes	5
Bases Teóricas – Científicos	5
Capacidad Vial.....	5
Elementos del Sistema Vial.....	6

Rendimiento del Sistema Vial.	7
Relación entre la Demanda Vehicular y la Oferta Vial.	7
Características del Tráfico.	7
Condiciones de Operación Vehicular.	8
Clasificación del Transporte por Motorización.	8
Uso de Volúmenes de Tránsito.	9
Volumen de Tráfico	11
Volúmenes de Tránsito	11
Volumen Horario Máximo Anual (VHMA).....	12
Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD)	12
Volumen Horario de Proyecto (VHP)	12
Diseño Geométrico.	12
Métodos de Aforo Vehicular.	12
Períodos de Aforo.	13
Períodos de Análisis.	14
Composición del Tráfico.	15
Vehículos Equivalentes.	15
Interacciones en Zonas Urbanas.	16
Corrientes Vehiculares Continua.	17
Factores Usados en el Cálculo del TPDA.	18

Factor Hora Pico (Fph).....	19
Velocidad.	19
Nivel de Servicio.....	20
Definiciones	22
Marco conceptual	23
Marco Legal	26
Constitución de la República del Ecuador (2008).....	27
Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (LOTTTSV)	27
Reglamento a la LOTTTSV.....	28
Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD).....	28
Plan Nacional de Desarrollo del Ecuador.....	28
Ordenanzas Municipales del Cantón Guayaquil.....	28
Manual de Capacidad Vial – Highway Capacity Manual (HCM, 2010)	29
Tipo de Investigación	30
Diseño de Investigación	30
Población y Muestra	30
Técnica e Instrumento de Recolección.....	30
Plan de Análisis	31
Encuesta	31
Análisis de Respuestas	33
Métodos, Técnicas e Instrumentos	47
Plan de Procesamiento y Análisis	50

Volumen y Capacidad Vial	51
Criterios para Cálculo de Nivel de Servicio	51
Determinación de Velocidad	52
Determinación de Velocidad Base de Flujo Libre, BFFS.....	52
Velocidad de Viaje, ST	53
Encuestas de Velocidades	54
Nivel de Servicio en el Modo de Vehículo Motorizado.	55
Puntos de Aforos para el Análisis del Nivel de Servicio.	55
Primer Análisis, Estación Las Peñas – Estado actual	55
Estación Las Peñas.....	55
Segundo Análisis – Estación Las Peñas – Estado Proyectado	64
Estación las peñas.	65
Discusión de Resultados	67
Análisis de Resultados	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Ubicación geográfica de la Tronca 1 en la ciudad de Guayaquil.	3
Ilustración 2 Enfoques “A”, “B” y “C”	14
Ilustración 3 Principales elementos de la estructura vial en corrientes continuas	17
Ilustración 4 Gráfica Frecuencia de uso de Metrovía	33
Ilustración 5 Grafica Percepción de Puntualidad de la Metrovía	34
Ilustración 6 Grafica Satisfacción Velocidad de la Metrovía	36
Ilustración 7: Grafica Frecuencia Invasión al Carril de Metrovía	37
Ilustración 8 Grafica Impacto de Invasión al Carril de la Metrovía.....	38
Ilustración 9: Gráfica Percepción de Congestión en hora pico	39
Ilustración 10 Grafica Percepción de Seguridad en la Metrovía.....	41
Ilustración 11 Grafica Opinión de Implementación de Cámaras y Multas para evitar invasión vehicular.....	42
Ilustración 12 Grafica Opinión Nuevo Sistema de Transporte Público	43
Ilustración 13 Gráfica Calificación al Servicio de Metrovía	45
Ilustración 14 Criterios ara Nivel de Servicio	52
Ilustración 15 Diagrama de Volumen equivalente de hora pico vs tiempo.	60
Ilustración 16 Grafica relación VEhp/Capacidad	64

Índice de Tablas

Tabla 1 Coordenadas Geográficas de las estaciones a analizar.	4
Tabla 2 Clasificación de niveles de servicio.....	21
Tabla 3 Características por tipo de vehículo.....	48
Tabla 4: Plantilla para la obtención de vehículos equivalentes.....	49
Tabla 5 Plantilla para obtener velocidades.	50
Tabla 6 Valores de z para varios niveles de confianza.	54
Tabla 7 Criterio LOS. Modo Vehículos Motorizados.	55
Tabla 8 Resumen de aforo de vehículos equivalentes	56
Tabla 9 Tabla para cálculo de flujo de VEph	57
Tabla 10 Calculo para flujo de vehículos equivalentes de hora pico, según su TPDA .	58
Tabla 11 Aforo de velocidades de rango VALLE	61
Tabla 12 Resultado de Rango PICO.....	62
Tabla 13 Cálculo de nivel de servicio (LOS), enfoque. (HCM, 2010).....	63
Tabla 14 Cálculo de nivel de servicio (LOS), enfoque A, según la HCM,2010.	66
Tabla 15 Tabla comparativa de resultados (LOS)	68

Índice de Ecuación

Ecuación 1 Volumen de tránsito	11
Ecuación 2. Capacidad vial.....	51
Ecuación 3 Determinación de velocidad	52
Ecuación 4 Determinación de BFFS.	53
Ecuación 5. Determinación de BFFS.	53
Ecuación 6 Nivel de confianza	54

CAPITULO I

GENERALIDADES

Introducción

En la última década, el aumento del parque automotor en Ecuador ha generado graves congestiones en calles urbanas y vías colectoras, afectando especialmente al transporte público masivo. Un claro ejemplo es la Metrovía de Guayaquil, inaugurada en 2006 con una infraestructura exclusiva diseñada para garantizar comodidad y eficiencia. Su sistema de troncales cubre gran parte de la ciudad, pero el crecimiento vehicular ha comprometido su operatividad.

Planteamiento del Problema

El acelerado crecimiento del parque automotor en Guayaquil ha generado congestiones críticas a lo largo del día, reduciendo significativamente la fluidez del tráfico. Esta saturación ha llevado a que vehículos particulares invadan con frecuencia los carriles exclusivos de la Metrovía, un sistema de transporte masivo diseñado para operar con prioridad y eficiencia. Como consecuencia, los usuarios enfrentan un servicio degradado: mayores tiempos de espera, viajes más prolongados y una pérdida de confiabilidad en el sistema.

Además, la invasión de la infraestructura exclusiva no solo perjudica a los pasajeros de la Metrovía, sino que afecta toda la red de transporte urbano, generando un círculo vicioso de congestión e insatisfacción. El conflicto entre el transporte privado y público refleja una falta de fiscalización efectiva y un desconocimiento generalizado sobre los impactos negativos de estas infracciones en la movilidad de la ciudad.

Ante esta problemática, un sector importante de la población guayaquileña exige un nuevo plan de transporte público masivo que modernice y amplíe la red existente, con el fin de descongestionar las vías y ofrecer una alternativa eficiente y sostenible. Sin embargo, antes de implementar nuevas soluciones, resulta imprescindible evaluar técnicamente los efectos de las invasiones vehiculares en la operatividad actual de la

Metrovía, pues estos datos serían clave para diseñar un sistema de transporte futuro que realmente resuelva los problemas de movilidad en la ciudad

Importancia y Justificación del Proyecto

Las vías atraviesan un período de máxima demanda vehicular, lo que reduce la velocidad de circulación y disminuye los intervalos entre automóviles en un mismo carril. Esto genera congestión y la formación de colas, afectando especialmente al transporte público. Dada esta problemática, resulta esencial realizar estudios de ingeniería de tránsito que evalúen el estado actual de las vías y propongan soluciones eficaces.

Es fundamental que las vías sean evaluadas periódicamente, ya que su capacidad no siempre podrá soportar el aumento de la demanda vehicular a lo largo de su vida útil. En este contexto, se propone aplicar los parámetros necesarios para determinar el nivel de servicio, tal como se describe en el Highway Capacity Manual 2010 (HCM, 2010) con el objetivo de establecer un diagnóstico preciso sobre el rendimiento de las vías.

Para evaluar el impacto de la invasión de vehículos particulares en la infraestructura de la Metrovía, es esencial analizar el nivel de servicio tanto durante las horas en que los vehículos invaden el carril como en aquellas en que no lo hacen. Este análisis se llevará a cabo mediante el estudio de los parámetros de serviciabilidad, con el fin de comprender sus efectos y explorar posibles soluciones.

Objetivos

Objetivo General.

- Analizar el nivel de servicio de la Metrovía, mediante el estudio de los parámetros de serviciabilidad, para la determinación de sus efectos.

Objetivos Específicos.

- Identificar las condiciones geométricas de la infraestructura vial de la Metrovía tales como: ancho de carril, división de carriles, tramos compartidos, estaciones, para la determinación del servicio.

- Establecer las velocidades de viaje promedio de los buses durante el período de aforo de 7 días por 9 horas, para la obtención del nivel de servicio horario, basado en el HCM (2010).
- Analizar si realmente la ciudad de Guayaquil necesita un nuevo transporte público masivo.

Delimitación del Problema

El área de estudio abarca la Troncal 1 de la Metrovía, que cuenta con un único carril y se extiende desde el Terminal de Integración Guasmo, ubicado en el concurrido barrio del Guasmo en el sur de la ciudad, hasta el Terminal de Integración Río Daule, frente al Terminal Terrestre Jaime Roldós Aguilera.

En la actualidad, la vía experimenta atascos durante las horas pico debido a que la mayoría de los vehículos invade el carril de la Metrovía, incluso con la aprobación de los vigilantes de tránsito. Para abordar esta situación, seleccionaremos un punto crítico donde ocurren estos incidentes y realizaremos el estudio correspondiente.

El punto elegido es para aquellos vehículos que circulan en la Av. Malecón Simón Bolívar sentido Sur – Norte cerca de la estación Las Peñas y desean girar a la izquierda para pasar hacia la calle Loja o seguir derecho y acceder el túnel hacia el norte de la ciudad.

Ubicación

Ilustración 1

Ubicación geográfica de la Tronca 1 en la ciudad de Guayaquil.



Fuente: Metrovia (2006)

Tabla 1

Coordenadas Geográficas de las estaciones a analizar.

Ubicación	Coordenadas UTM	
	Norte	Este
Estación Las Peñas	9758414	624907

Elaborado por: León (2025)

Idea a defender

La investigación sostiene que la planificación e implementación de un sistema de transporte público masivo en la ciudad de Guayaquil, basado en criterios de sostenibilidad, accesibilidad e integración multimodal, contribuirá significativamente a optimizar la movilidad urbana, mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, reducir los impactos negativos sobre el medio ambiente y fortalecer la competitividad económica de la ciudad. Se defiende la idea de que un modelo de transporte eficiente y moderno puede convertirse en un pilar fundamental para el desarrollo urbano sostenible de Guayaquil.

Variables

Variable independiente: Implementación del plan de transporte público masivo en la ciudad de Guayaquil.

Variable dependiente: Nivel de eficiencia de la movilidad urbana, calidad del servicio de transporte y reducción de impactos ambientales.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes

El transporte público masivo es un patrimonio invaluable para un país, ya que su funcionalidad y condición representan un avance significativo en el progreso social y económico. En la actualidad, el crecimiento del parque automotor ha complicado el tráfico en las vías, lo que resalta la importancia de realizar estudios y aplicar técnicas que evalúen el funcionamiento y la calidad del servicio del transporte público. En este contexto, la ingeniería de tráfico desempeña un papel crucial, ya que se encarga de analizar estos aspectos y proponer soluciones efectivas.

Según los datos obtenidos de la Metrovía (2018) La troncal 1 tiene 65.350 pasajeros promedio por día, la cual dispone de 40 buses articulados y 10 alimentadores, esto con el fin de dar un servicio de calidad a sus usuarios.

La Troncal 1 de la Metrovía presenta varios puntos donde la fluidez del tránsito se vuelve complicada, como los que se han mencionado anteriormente. Estos lugares son áreas de alta afluencia vehicular, ya que conectan hacia y desde el centro de la ciudad, donde se ubican zonas de intenso comercio, incluyendo bancos y entidades públicas.

Bases Teóricas – Científicos

Capacidad Vial.

El término capacidad se refiere al número máximo de vehículos que tienen una probabilidad razonable de transitar por una sección específica de una vía o carril durante un período determinado, bajo las condiciones predominantes de la vía y del tráfico. Según lo señalado por Cal & Mayor (2016), para determinar la capacidad de un sistema vial, ya sea rural o urbano, no basta con conocer sus características físicas o geométricas. También es esencial considerar las características de los flujos vehiculares bajo diversas condiciones operativas y los dispositivos de control aplicados. Además, la capacidad está vinculada a la calidad del servicio ofrecido.

Por lo tanto, un análisis de la capacidad de un sistema vial es tanto cuantitativo como cualitativo, ya que no solo evalúa la suficiencia del sistema (oferta), sino también la calidad del servicio que este proporciona a los usuarios (demanda).

Elementos del Sistema Vial.

De acuerdo con HCM (2010) se pueden definir 6 principales elementos de sistema vial, desde el más pequeño hasta el más grande los podemos clasificar como:

Puntos: Los puntos nos exponen comúnmente tres alternativas dentro de la vía, estas pueden ser: puntos de intersección donde el tráfico converge o diverge; donde el tráfico es regulado por un dispositivo de control o si hay un cambio significativo en la capacidad de la vía.

Segmentos: Un segmento es la longitud de la vía entre dos puntos, el volumen del tránsito y las características físicas generalmente se mantienen iguales a lo largo de todo el segmento, aunque pequeñas variaciones pueden ocurrir.

Instalaciones: Las instalaciones son longitudes de vías, carril para bicicletas, pasos peatonales, compuestos por una serie de puntos y segmentos conectados entre sí.

Corredores: Los corredores son generalmente una vía paralela para la transportación. Por ejemplo, puede ser un carril destinado solo para buses o una parada de autobús, esta puede llegar a estar separada de la vía por algún muro.

Áreas: Las áreas consisten en una serie de instalaciones de transporte interconectadas entre sí, permitiendo flujos vehiculares determinados para pasar de un área a otra.

Sistemas: Los sistemas están compuestos por todas las instalaciones de transporte en una región en particular.

Rendimiento del Sistema Vial.

Según HCM (2010) el rendimiento de un sistema debe ser medido con más de una variable. Si solo se analiza una intersección, ésta podría registrar solo el período de hora pico, por otro lado, cuando se analiza todo el sistema, se podrá tener una idea más clara de lo que está sucediendo, para esto se debe considerar lo siguiente:

Cantidad. El número de personas/kilómetros y personas/horas dentro del sistema

Intensidad de la congestión. El número de congestiones experimentadas por los usuarios dentro del sistema

Duración de la congestión. El número de horas que dura la congestión

Extensión de la congestión. La longitud física de la congestión

Variabilidad. Que tanto varía la congestión vehicular de un día para otro

Accesibilidad. El porcentaje de conductores que pueden completar un viaje definido dentro del sistema en un tiempo específico.

Relación entre la Demanda Vehicular y la Oferta Vial.

De acuerdo con Cal & Mayor (2016) la demanda vehicular corresponde al volumen total de vehículos que requieren utilizar una red vial específica durante un periodo determinado. Esta incluye tanto los vehículos que actualmente circulan por el sistema como aquellos que pretenden hacerlo. Por su parte, la oferta vial -representada por la infraestructura física disponible (calles, avenidas, autopistas)- tiene como parámetro fundamental la capacidad vial, que se define como el número máximo de vehículos que pueden transitar por dicha infraestructura en condiciones normales de operación, manteniendo estándares adecuados de fluidez y seguridad.

Características del Tráfico.

Según Agudelo (2002) el tráfico es el factor que instruye al servicio de la carretera a construir, y a las características geométricas que afectan directamente al diseño, como

ancho, alineación, pendiente. No es razonable diseñar una carretera sin la información de tráfico.

Condiciones de Operación Vehicular.

Flujo Interrumpido: El flujo interrumpido se da cuando no existen causas previstas para detener el tránsito vehicular. Las autopistas tienen este tipo de flujo debido a que no existen interrupciones en el tráfico como semáforos o señales de tránsito, y los puntos de acceso son controlados. Las vías multicarriles y de dos carriles también pueden operar con flujo interrumpido, pero por segmentos, ya que en ellas podemos encontrar mayor cantidad de señales de tránsito.

Flujo Interrumpido: Una vía con flujo interrumpido tiene puntos de interrupción de tráfico premeditado como semáforos o señales de alto. Este tipo de flujo es de lo más común dentro de vías urbanas. Vías exclusivas para peatones o ciclistas son tratadas como motivos para interrupción de tráfico también ya que en ocasiones se interceptan con las vías para automóviles ocasionando que deban detenerse.

Flujo Insaturado: Un flujo se puede considerar insaturado cuando se cumplen las siguientes condiciones: la tasa de flujo vehicular de llegada debe ser menor que la capacidad de un segmento, no deben quedar vehículos remanentes en una instalación de interrupción vehicular una vez se haya permitido el paso, el flujo vehicular no debe verse afectado por un flujo vehicular posterior.

Flujo Sobre Saturado: Para que un flujo sea considerado sobre saturado se cumplirán las siguientes condiciones: la tasa de flujo vehicular de llegada excede la capacidad de un segmento de vía, los vehículos en espera dentro de una instalación de interrupción vehicular no se disipan por completo una vez se les haya permitido el paso, el flujo vehicular se ve afectado por vehículos que se encuentran más adelante en la vía.

Clasificación del Transporte por Motorización.

Se estudian dos conjuntos, los medios de transporte motorizados que pueden disponer de motores impulsados por combustibles en donde se transforma la energía

química en energía mecánica o a su vez poseer motores eléctricos. En cambio, los medios de transporte no motorizados son aquellos que por medio del esfuerzo físico e inercia de una masa logran realizar un desplazamiento (Rodríguez, 2021).

Uso de Volúmenes de Tránsito.

De acuerdo con Navarro (2017) en general se usan para planeación, proyecto, Ingeniería de tránsito, Seguridad vial e Investigación. Los volúmenes horarios nos ayudan a determinar la longitud y magnitud de los períodos de máxima demanda para evaluar sus deficiencias, establecer controles de tránsito, así como proyectar y rediseñar geométricamente las vías en estudio.

En un extracto de Cal & Mayor (2016) se puede observar un aspecto más detallado de los usos de volúmenes de tránsito:

- Planeación

Clasificación sistemática de redes de carreteras

Estimación de los cambios anuales en los volúmenes de tránsito

Modelos de asignación y distribución del tránsito

Desarrollo de programas de mantenimiento, mejoras y prioridades

Análisis económico

Estimaciones de calidad del aire

Estimación de consumo de combustibles

- Proyecto
- Aplicación a normas de proyecto geométrico
- Requerimientos de nuevas carreteras

- Análisis estructural de superficies de rodamiento
- Ingeniería de tránsito
- Análisis de calidad y niveles de servicio en todo tipo de vialidades
- Características de flujos vehiculares
- Zonificación de velocidades
- Necesidad de dispositivos para control de tránsito
- Estudio de estacionamientos
- Seguridad
- Cálculo de índices de accidentes y mortalidad
- Evaluación de mejoras de seguridad
- Investigación
- Nuevas metodologías sobre capacidad
- Análisis e investigación en el campo de los accidentes y la seguridad
- Estudios sobre programas o dispositivos para el cumplimiento de las normas de tránsito
- Estudios del antes y el después
- Estudios sobre el medio ambiente y la energía
- Usos comerciales
- Hoteles y restaurantes
- Urbanismo

- Autoservicios
- Actividades recreacionales y deportivas

Volumen de Tráfico

La cantidad de tráfico que pasa por un punto de la carretera, por lo general, se mide por el flujo diario medio (TPD) y se define como: el número total de vehículos que pasan en un período de tiempo determinado dividido por el número de días del período.

Volúmenes de Tránsito

Es el número de vehículos que pasan por un punto de la vía durante un período de tiempo determinado y se define como:

Ecuación 1

Volumen de tránsito

$$Q = \frac{N}{T}$$

Donde,

Q = Número de vehículos que pasan por cantidad de tiempo

N = Número de vehículos

T = Período de tiempo determinado

- Volumen de Tránsito Horario

Es el número de vehículos que circulan por una sección de la vía durante una hora, normalmente usamos períodos de 15 minutos (Q15) y de 5 minutos (Q5)

Volumen Horario Máximo Anual (VHMA)

Es el máximo volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril o de una calzada durante un año determinado. Es la hora de mayor volumen de las 8760 horas del año.

Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD)

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos. También es denominado VHP (Volumen de la Hora Pico).

Volumen Horario de Proyecto (VHP)

Es el volumen de tránsito horario que servirá de base para determinar las características geométricas de la vía. Básicamente este se proyecta como un volumen horario pronosticado

Diseño Geométrico.

El diseño geométrico vial depende fundamentalmente del volumen de tránsito o de la demanda que circulara durante un intervalo de tiempo dado, su variación, tasa de crecimiento y composición. Los estudios sobre los volúmenes se realizan con el objetivo de tener información relacionada al movimiento de vehículos y personas sobre puntos o secciones específicas dentro del sistema vial. (Navarro, 2017).

Métodos de Aforo Vehicular.

En la ingeniería de tráfico, realizar el conteo vehicular es algo esencial ya que a partir de ahí se puede obtener los datos necesarios para el estudio a realizar, siendo en este caso el cálculo de nivel de servicio.

Los aforos se realizan para registrar el número de vehículos o peatones que pasan en un punto o sección determinada. Estos deben ser considerados como muestras de los volúmenes actuales cuyo período varía desde unos pocos minutos hasta semanas.

Según Navarro (2017) los métodos de aforo se clasifican en:

- Aforo Manual: De acuerdo con Cal & Mayor (2016) este método emplea personal de campo para su realización, con la ventaja que permite obtener información detallada sobre:
- Clasificación vehicular (autos, buses según modalidad de transporte, motos, bicicletas y camiones por tamaño, peso y número de ejes).
- Movimientos direccionales en una intersección o en un acceso.
- Dirección de recorrido.
- Uso de carriles y/o longitud de colas.
- Obediencia a los dispositivos para el control del tránsito.

Períodos de Aforo.

En un estudio realizado por Cortez & Macas (2018) se indica que un aforo vehicular no debe efectuarse cuando se presente algún tipo de evento debido a que esto significaría un conteo erróneo para el volumen vehicular, entre los períodos más usados se tiene

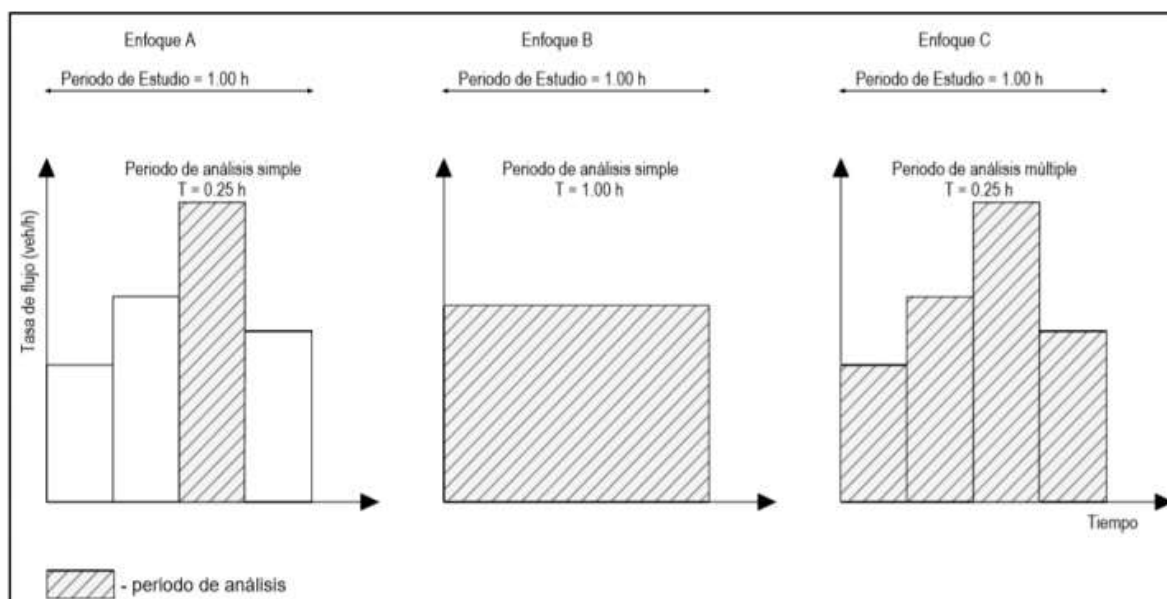
- Conteos de fin de semana: Cubre todas las horas comprendidas entre las 18:00 del día viernes hasta las 06:00 del día lunes.
- Conteo de 24 horas: Cualquier día durante 24 horas seguidas.
- Conteo de 7 días: Comprende conteos de 24 horas durante 7 días seguidos.
- Conteo de 3 días: Comprende conteos de 24 horas durante 3 días seguidos.
- Conteo de 16 horas: Estos conteos toman en cuenta el período entre las 06:00 y las 22:00 de cualquier día.
- Conteo de 12 horas: Durante cualquier día de 07:00 hasta las 19:00.

Períodos de Análisis.

Conforme a HCM (2010) existen tres enfoques, a los cuáles un analista puede acudir según la evaluación determinada. El enfoque “A” es el más utilizado tradicionalmente y es el recomendado.

Ilustración 2

Enfoques “A”, “B” y “C”



Elaborado por: León (2025)

Enfoque A, evalúa el período de 15 minutos máximo, durante el período de estudio de una hora. El período de análisis T es 0,25h, la tasa de flujo horaria equivalente en vehículos por hora utilizada para el análisis se basa en un recuento máximo de tráfico de 15min dividido para 0,25h.

Enfoque B, evalúa el promedio de 1 hora, en el análisis puede suceder que haya tiempos de pico, o tiempos de demora, que no se estarían analizando. Una vía con un volumen de tráfico y una capacidad máxima de vehículos podría suceder que llegue a estar al límite de capacidad y que dentro de la hora existan 10 minutos de congestión.

Enfoque C, se realiza un análisis multi-periodo, es decir, se analiza los 15 minutos de máxima demanda, pero acompañado de los otros componentes de esa hora.

Composición del Tráfico.

En la mayoría de las vías de los países el tráfico está compuesto por vehículos mixtos, es decir una mezcla de vehículos livianos, pesados y articulados.

- Livianos.

Estos comprenden a las motos, automóviles y camionetas, representando estos el mayor porcentaje de vehículos que se encuentran en una carretera. Además, se utilizan para transportar un número reducido de personas o mercancías ligeras, incluidos todos los vehículos tipo P con un peso total de no más de 4 toneladas. Tienen características operativas relativamente similares.

- Pesados.

Según HCM (2010) estos comprenden a los buses, camiones desde 2DB hasta el 3A, así como también volquetas, mixers, hidrocleaners y otros vehículos de similares dimensiones. Comprenden el peso bruto total mayor de cuatro toneladas, sus características son variables en cuanto al tamaño y peso. En los cuales son considerados tres grupos tales como: buses y camiones de dos o tres ejes.

- Articulados

Estos son vehículos de mayor magnitud como la Metrovía, tráiler, camas bajas y otros vehículos de similares dimensiones.

Vehículos Equivalentes.

En un artículo de Cortés & Macas (2018) se dice que es necesario convertir el tráfico mixto a vehículos equivalentes. Los vehículos equivalentes no son más que la multiplicación de cada tipo de vehículo por su respectivo factor de equivalencia.

Esto se debe a que, por ejemplo, los vehículos de mayores dimensiones, ocupan un mayor terreno dentro de una línea de tráfico, por lo tanto, equivaldrán a más vehículos tipo.

Interacciones en Zonas Urbanas.

Los principales factores que interactúan con el tránsito vehicular provocando interrupciones son los peatones, los ciclistas y vehículos pesados.

Peatones

Los peatones interactúan con los tráficos vehiculares mediante elementos interruptores de tránsito, en intersecciones señalizadas, el tiempo verde mínimo ofrecido es influenciado por la necesidad de ofrecer a los peatones un tiempo adecuado para cruzar el paso peatonal con seguridad. En giros, el tiempo en verde que está dado para un movimiento vehicular en particular, es influenciado por la capacidad y el tiempo que emplea a un vehículo dar el giro. Aun así, si cuando está el semáforo en verde para girar, los vehículos deben ceder el paso a los peatones que se encuentran cruzando el paso peatonal.

Ciclistas

En las intersecciones, la capacidad vehicular y los tiempos de espera son afectados por el volumen de ciclistas, especialmente cuando vehículos que giran se encuentran con ciclistas que seguirán recto por la misma vía, los vehículos deberán permitir que los ciclistas crucen antes de poder girar.

Vehículos pesados

Los vehículos pesados son más grandes y largos que los vehículos livianos, por lo cual tienen diferentes características de rendimiento. Por ejemplo, cuando un bus se detiene a dejar o recoger pasajeros, interrumpe el flujo vehicular, reduciendo así la capacidad del carril.

Vías multicarriles

Según la HCM (2010) nos indica que las vías multicarriles son vías divididas en un mínimo de dos carriles por cada dirección. Tienen cero o muy pocos controles de acceso. Si es que llegase a ser el caso de que haya señales de tránsito o redondeles, etc., estos estarán a no menos de 3km de distancia entre ellos, para de esta forma permitir un tránsito fluido de los vehículos.

Aunque estas suponen una mejora frente a las vías de dos carriles, tienen diferencias notables con las autopistas, los controles de acceso son parciales, y no totales como en las autopistas y además pueden prescindir de un separador central, incluso es posible encontrar semáforos que detengan el tránsito en ocasiones.

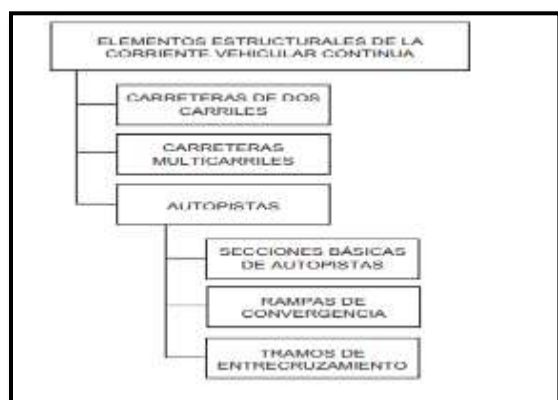
Entre las mejoras que presenta frente a una carretera de dos carriles es que los adelantamientos son más fáciles y menos peligrosos ya que pueden realizarse sin necesidad de cambiarnos a un carril con flujo vehicular contrario.

Corrientes Vehiculares Continuas.

De acuerdo con Cal & Mayor (2016), las corrientes vehiculares las podemos esquematizar de la siguiente forma:

Ilustración 3

Principales elementos de la estructura vial en corrientes continuas



Fuente Cal & Mayor (2016)

Vías de dos carriles

Las vías de dos carriles son las que más se pueden encontrar en los países, aunque cabe decir que el volumen de tránsito es menor que los que circulan en autopistas y carreteras multicarriles. Están constituidas por una calzada de dos carriles, una para cada sentido de circulación. Normalmente podemos encontrar bermas a cada uno de sus lados con calidades variables. (Cal & Mayor, 2016)

A estas vías también las podemos denominar como vías urbanas, estas constan usualmente de una alta densidad de vehículos y vías transversales. El flujo de tránsito es interrumpido por semáforos, señales de tránsito, redondeles, etc. Cada una de estas separados a 3km o menos.

Factores Usados en el Cálculo del TPDA.

Una de las ideas propuestas de Navarro (2017) es que existen factores que tienen que ser tomados en cuenta al momento de calcular el TPDA de una vía, estos son: factor día, semana y temporada.

Factor día: Es el factor que permite expandir el tránsito de día de 12 horas a un tránsito de 24 horas, se obtiene los resultados mediante los resultados de un conteo de 24 horas y se realiza el cálculo de:

Factor día

$$Fd = 1 + \frac{T.día}{T.noche}$$

Factor semana: Tiene por defecto el valor de 1, para ajustar el tráfico promedio diario que cubre tres días a un tráfico promedio diario que cubra toda la semana.

Factor estación: Para ajustar el tráfico promedio diario que cubre una semana específica o período del año al TPDA.

Factor Hora Pico (Fph).

Conforme a Navarro (2017) es un indicador de las características del flujo de tránsito en períodos máximos. Indica la forma como están distribuidos los flujos máximos dentro de la hora. Siendo el TPDA una medida muy genérica de la intensidad del tránsito a lo largo de un día, se vuelve necesario tomar en debida cuenta las variaciones extremas que registra el movimiento vehicular a lo largo de las veinticuatro horas del día, para seleccionar las horas de máxima demanda como base más apropiada para el diseño geométrico de las carreteras.

La intensidad máxima o de punta, se relaciona con los volúmenes horarios a través del factor de hora punta (Fhp o PHF), este factor se define como la relación entre el volumen total horario y la intensidad máxima en la hora. Si se utilizan en períodos de 15.0 min. El Fph se calcula como:

Factor de hora pico

$$Fph = \frac{Q}{(4 * Q_{15})}$$

$$Fph = \text{Factor de Hora Pico} \quad Q = \text{Volumen horario (vph)} \quad Q_{15} = \text{Volumen en el periodo de máxima demanda de 15 min}$$

Velocidad.

La importancia de la velocidad, como elemento básico para el proyecto de un sistema vial, queda confirmado que es el parámetro de cálculo de más influencia de los demás elementos del proyecto.

Velocidad flujo libre (FFS):

La velocidad a flujo libre es la velocidad media de los vehículos livianos, medida durante flujos bajos a moderados. Se puede determinar de manera directa in-situ o para estimar indirectamente a partir de una velocidad base de flujo libre. La medida de la velocidad de flujo libre no será necesario realizar ajustes ya que su valor refleja el efecto neto de todas las condiciones prevaleciente del sitio de estudio que influyen en aquella (Cal & Mayor, 2016).

Nivel de Servicio.

El nivel de servicio evalúa las condiciones operacionales del tráfico, como tiempo de viaje, libertad de maniobra, interrupciones en el tráfico y confort o conveniencia. Las condiciones del tráfico están influenciadas por la capacidad. El nivel de servicio considera el vehículo tipo y las líneas de distribución de carril. (HCM, 2010)

Se cuenta con 6 diferentes niveles de servicio los cuales van desde la “A” hasta la “F” siendo “A” el mejor de ellos y “F” el óptimo (Cortez & Macas, 2018), estos niveles se definen de la siguiente forma:

- Nivel de Servicio “A”

El nivel de servicio “A” se lo logra siempre y cuando la velocidad de viaje sea mayor al 80% de la velocidad base de flujo libre y si la relación volumen/capacidad es menor o igual a la unidad. El tránsito será fluido.

- Nivel de Servicio “B”

Para que una vía pueda tener un nivel de servicio “B”, los automotores deberán ser capaces de circular a una velocidad mayor que el 67% y menor que el 80% de la velocidad base de flujo libre, y su relación volumen/capacidad debe ser menor o igual a la unidad. Los conductores podrán transitar con fluidez.

- Nivel de Servicio “C”

En una vía con nivel de servicio “C”, los automotores no podrán alcanzar la velocidad máxima permitida, la velocidad de viaje será mayor que el 50% pero menor que el 67% de la velocidad base de flujo libre y la relación volumen/capacidad será menor o igual a la unidad. Aunque los conductores podrán transitar con normalidad.

- Nivel de Servicio “D”

Los conductores transitarán con poca fluidez y a una velocidad muy por debajo de la velocidad máxima permitida. La velocidad de viaje debe ser mayor al 40% pero menor

al 50% de la velocidad base de flujo libre y la relación volumen/capacidad menor o igual a la unidad.

- Nivel de Servicio “E”

Aunque será posible transitar, habrá muchas interrupciones en el tráfico y los conductores tenderán a disminuir a una velocidad muy por debajo de la velocidad máxima permitida. Se considerará Nivel de servicio “E” si la velocidad de viaje es mayor al 30% pero menos al 40% de la velocidad base de flujo libre y la relación volumen/capacidad es menor a 1.

- Nivel de Servicio “F”

Los conductores no logran transitar y si lo hacen es con muy poca fluidez. La velocidad suele ser mínimo e incluso 0 en durante varios momentos. Para este nivel de servicio la velocidad de viaje será menor al 30% de la velocidad base de flujo libre y la relación volumen/capacidad debe ser mayor a la unidad.

Tabla 2

Clasificación de niveles de servicio

Nivel de servicio	Condición de flujo	Velocidad Max de Circulación	Volumen de servicio
A	Libre	> 95 kph	400 vph (20%)
B	Estable	> 80 kph	900 vph (50%)
C	Estable	65 kph	1400 vph (70%)
D	Casi estable	55 kph	1700 vph (85%)
E	Inestable	40 kph	2000 vph (100%)
F	Forzado	< 40 kph	< 2000 vph (20%)

Fuente HCM (2010)

Restricciones para carriles exclusivos de transporte público

Los carriles exclusivos para sistemas de transporte masivo (BRT, metrobuses, etc.) constituyen una medida fundamental para garantizar la eficiencia operativa de estos sistemas. Su diseño e implementación requieren normativas específicas que regulen su uso, basadas en tres componentes claves (Deng & Nelson, 2013):

Restricciones Operativas:

- Prohibición permanente o temporal (horarios pico) para vehículos particulares
- Permisos exclusivos para unidades de transporte público autorizadas y vehículos de emergencia
- Delimitación física mediante separadores viales o señalización vertical/horizontal

Mecanismos de Fiscalización:

- Sistemas automatizados (cámaras de reconocimiento de placas)
- Patrullaje constante por autoridades de tránsito
- Sanciones económicas progresivas (ej.: multas desde 1.5 a 3 SBU en Ecuador según Art. 387 LOTTTSV)

Definiciones

- a) Carril de tránsito: Es la franja longitudinal parte de una calzada que está construida para ser utilizada por una sola fila de vehículos
- b) Capacidad: Es el número máximo de vehículos que pueden pasar por un determinado espacio de una vía durante un período de tiempo, bajo las condiciones reales predominantes de vía y tránsito.

- c) Composición del tránsito: Es la relación porcentual entre el volumen de tránsito correspondiente a cada diferente tipo de vehículos, expresado en función del volumen de tránsito total.
- d) Densidad: Es el número de vehículos que ocupan una unidad de longitud de carretera en un instante dado. Por lo general se expresa en vehículos por kilómetro.
- e) Distribución direccional: Es el volumen durante una hora en particular en el sentido predominante expresado como un porcentaje del volumen en ambos sentidos durante la misma hora.
- f) Factor hora pico: Es el volumen de la hora de máxima demanda horaria, dividido entre el flujo de 15 min. de la hora de máxima demanda.
- g) Tasa de flujo: Es la frecuencia a la cual pasan vehículos durante un tiempo menor a una hora.
- h) Demanda: Es el número de vehículos que desean viajar y pasan por un punto en un tiempo específico.

Marco conceptual

El marco conceptual establece las definiciones clave y los conceptos fundamentales que sustentan el desarrollo de esta investigación. A través de estos, se busca uniformar los criterios y delimitar el alcance del análisis del sistema de transporte público masivo en la ciudad de Guayaquil, específicamente enfocado en la Troncal 1 de la Metrovía.

Transporte Público Masivo

Es un sistema organizado de transporte que opera con alta capacidad, regularidad y cobertura espacial en una zona urbana, con el propósito de movilizar un gran número de personas en rutas predeterminadas. Comprende elementos físicos (estaciones,

carriles exclusivos, buses articulados) y operativos (frecuencia, velocidad, accesibilidad), cuyo desempeño incide directamente en la eficiencia del sistema urbano de movilidad.

Tipos de Sistema. Existen varios tipos de sistemas de transporte público masivo como:

Metro/Subterráneo: Este sistema consiste en trenes que circulan en túneles subterráneos, generalmente en áreas urbanas densamente pobladas. Son conocidos por su alta capacidad y velocidad, ofreciendo una forma eficiente de mover a grandes cantidades de personas en áreas metropolitanas.

Autobús de Tránsito Rápido (BRT): El BRT es un sistema de autobuses de alta capacidad que opera en carriles exclusivos, lo que le permite evitar el tráfico y ofrecer tiempos de viaje más rápidos que los autobuses convencionales. A menudo incluye estaciones con plataformas elevadas para facilitar el acceso y la salida rápida de pasajeros.

Tranvía/Tranvía Ligero: Estos sistemas utilizan vehículos ligeros sobre rieles, que circulan principalmente en calles compartidas con otros vehículos o en vías exclusivas. Son populares en áreas urbanas y suburbanas y proporcionan una conexión eficiente entre distintos puntos de la ciudad.

Tren de cercanías/Commuter Rail: Este sistema conecta áreas suburbanas con el centro de la ciudad, ofreciendo servicios de transporte para aquellos que viven en las afueras y trabajan en el centro. Los trenes de cercanías suelen tener menos paradas que los sistemas de metro y se utilizan principalmente para trayectos más largos.

Monorriel: Consiste en un tren elevado que se desplaza sobre una sola vía elevada, generalmente en áreas urbanas. Aunque menos común que otros sistemas, los monorrieles pueden ser una opción eficiente en áreas con limitaciones de espacio o terreno.

Teleférico: En algunas ciudades montañosas o con geografía complicada, los teleféricos se utilizan como sistemas de transporte público para conectar áreas elevadas

con el centro de la ciudad. Ofrecen vistas panorámicas y son una forma única de moverse por la ciudad.

Ferry/Transbordador: En ciudades costeras o junto a ríos, los ferris proporcionan servicios de transporte público cruzando cuerpos de agua. Son especialmente comunes en áreas con islas o penínsulas donde no hay conexión terrestre directa.

Metrovía

Sistema de transporte público masivo tipo BRT (Bus Rapid Transit) implementado en Guayaquil desde el año 2006. Opera mediante troncales exclusivas, estaciones delimitadas y unidades articuladas. Su diseño está orientado a mejorar la conectividad urbana, reducir tiempos de viaje y desincentivar el uso del vehículo particular. No obstante, su desempeño actual ha sido afectado por la invasión de vehículos no autorizados en sus carriles exclusivos.

Nivel de Servicio (LOS)

Es una medida cualitativa utilizada en ingeniería de tránsito para evaluar las condiciones operacionales de una vía en función de parámetros como velocidad, volumen, densidad y confort del usuario. Se clasifica en una escala de seis niveles (A a F), siendo A el mejor (fluidez total) y F el peor (congestión crítica). El análisis del LOS permite valorar la eficiencia del sistema vial y su capacidad para soportar la demanda actual.

Vehículo Equivalente (VE)

Es una unidad de medida utilizada para representar vehículos de diferentes tamaños en un sistema de tránsito mixto. Se utiliza para convertir el tráfico heterogéneo (livianos, pesados, articulados) en una unidad homogénea que facilite el análisis de flujo, capacidad y demanda. Su cálculo considera factores como el tamaño, la velocidad y el impacto que cada tipo de vehículo genera en la circulación.

Relación Volumen/Capacidad (V/C)

Es un indicador que expresa la proporción del flujo vehicular observado respecto a la capacidad máxima de una vía o carril. Valores elevados de V/C indican condiciones de saturación o sobrecarga, mientras que valores bajos representan una operación fluida. Es un parámetro clave para determinar la eficiencia operativa del sistema de transporte.

Flujo Vehicular

Cantidad de vehículos que circulan por una sección determinada de una vía durante un período específico. Puede expresarse como flujo horario, diario o por períodos definidos (pico/valle). En esta investigación, el análisis del flujo vehicular permite estimar el grado de invasión del carril exclusivo de la Metrovía.

Invasión de Carriles Exclusivos

Consiste en el uso indebido del carril reservado para transporte público por parte de vehículos particulares, taxis o motos. Esta práctica deteriora el nivel de servicio, incrementa los tiempos de viaje y reduce la eficiencia del sistema. Su análisis es clave para proponer soluciones de control y reestructuración vial.

Fiscalización Vial

Conjunto de acciones y mecanismos destinados a controlar el cumplimiento de las normas de tránsito, en especial aquellas relacionadas con el uso exclusivo del carril del transporte público. Puede incluir medidas tecnológicas (cámaras, sensores) o humanas (agentes de tránsito), con el objetivo de garantizar la operatividad del sistema.

Marco Legal

El presente marco legal recopila y describe las normativas jurídicas vigentes en el Ecuador relacionadas con la planificación, operación, control y evaluación del transporte público masivo. Estas leyes, reglamentos y ordenanzas brindan sustento legal al análisis del nivel de servicio del sistema Metrovía y a la implementación de medidas para mejorar la movilidad urbana en Guayaquil.

Constitución de la República del Ecuador (2008)

La Constitución reconoce el derecho de las personas a un ambiente sano y a una vida digna, lo cual incluye el acceso a servicios de transporte público eficientes, seguros y sostenibles.

Art. 14: Reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

Art. 66, numeral 27: Garantiza el derecho al transporte público como parte de la movilidad humana.

Art. 274 y 275: Establece que el Estado promoverá el desarrollo sustentable y la planificación territorial, considerando la movilidad como eje fundamental.

Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (LOTTTSV)

Es la norma principal que regula el tránsito, la seguridad vial y el transporte terrestre en el país.

Art. 3: Declara que el transporte público es un servicio público esencial, y su prestación debe garantizar calidad, continuidad y seguridad.

Art. 135: Establece que los gobiernos autónomos descentralizados (GAD) municipales tienen la competencia para planificar, regular y controlar el transporte terrestre urbano.

Art. 137: Regula los carriles exclusivos para el transporte público y faculta su implementación y fiscalización.

Art. 387: Tipifica como infracción el uso indebido de los carriles exclusivos por vehículos no autorizados, estableciendo multas entre 1,5 y 3 salarios básicos unificados.

Reglamento a la LOTTTSV

Complementa la ley y define procedimientos técnicos y administrativos para su aplicación.

Regula aspectos como los estudios técnicos para operación de rutas, control de flujos vehiculares, y planificación de infraestructura vial.

Detalla la aplicación de sanciones por invasión de carriles exclusivos, permitiendo el uso de medios tecnológicos para fiscalizar.

Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)

Art. 55, literal k: Otorga a los GAD municipales la competencia de planificar, regular y controlar el tránsito y el transporte terrestre urbano.

Establece que los municipios pueden crear ordenanzas para mejorar la movilidad urbana y gestionar sistemas de transporte público.

Plan Nacional de Desarrollo del Ecuador

El Plan Nacional de Desarrollo vigente (actualizado cada 4 años) promueve el fortalecimiento del transporte público como eje para mejorar la equidad, sostenibilidad ambiental y desarrollo urbano.

- Establece como objetivo garantizar una movilidad segura, eficiente y accesible.
- Incentiva el uso de transporte masivo y la reducción del uso del vehículo privado en zonas urbanas.

Ordenanzas Municipales del Cantón Guayaquil

- La Ordenanza para la Regulación del Sistema Metrovía, emitida por el Municipio de Guayaquil, establece las disposiciones técnicas y operativas del

sistema de transporte masivo, incluyendo las troncales, estaciones y normas de operación.

- Define los carriles exclusivos, sus restricciones, y la coordinación con la ATM (Autoridad de Tránsito Municipal) para su control.

Manual de Capacidad Vial – Highway Capacity Manual (HCM, 2010)

Si bien no es una norma legal ecuatoriana, el HCM constituye una norma técnica de referencia internacional adoptada en los estudios de tránsito en el país. Este manual es reconocido por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP) como una guía para el cálculo del nivel de servicio y la capacidad vial en infraestructura urbana.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo cuantitativa, ya que busca recolectar, analizar y comparar datos numéricos obtenidos a través de encuestas estructuradas. También presenta un enfoque descriptivo y correlacional, dado que busca identificar las percepciones y comportamientos de los usuarios frente al sistema de transporte público masivo en Guayaquil, en particular la Metrovía, y su relación con variables como la congestión, tiempos de viaje y nivel de satisfacción.

Diseño de Investigación

Se aplicará un diseño no experimental y transversal, ya que no se manipulan variables y los datos se recopilan en un único momento en el tiempo. La información se obtendrá directamente de los usuarios mediante un cuestionario.

Población y Muestra

La población objetivo está compuesta por usuarios frecuentes y ocasionales de la Metrovía en la ciudad de Guayaquil, así como ciudadanos que circulan por zonas donde opera la Troncal 1.

Dado que la población es numerosa, se optará por un muestreo no probabilístico por conveniencia, aplicando las encuestas a una muestra de al menos 300 personas, seleccionadas de forma voluntaria en horarios de mayor afluencia.

Técnica e Instrumento de Recolección

La técnica utilizada será la encuesta mediante un cuestionario estructurado de 10 preguntas cerradas y mixtas. El instrumento se diseñó para recabar información sobre la percepción de los usuarios respecto a:

- Eficiencia del servicio
- Uso indebido del carril exclusivo
- Tiempos de viaje

- Seguridad y satisfacción
- Opinión sobre nuevas medidas de control

Plan de Análisis

Los datos obtenidos serán tabulados y representados mediante gráficos y tablas. Se calcularán frecuencias, porcentajes y promedios. Esto permitirá identificar tendencias y niveles de satisfacción o insatisfacción con el servicio actual de la Metrovía, así como validar la necesidad de aplicar controles adicionales para mejorar el nivel de servicio.

Encuesta

¿Con qué frecuencia utiliza la Metrovía?

- a) Todos los días
- b) 3-4 veces por semana
- c) 1-2 veces por semana
- d) Casi nunca

¿Considera que el servicio de la Metrovía es puntual?

- a) Siempre
- b) A veces
- c) Rara vez
- d) Nunca

¿Qué tan satisfecho está con la velocidad del viaje en la Metrovía?

- a) Muy satisfecho
- b) Satisfecho
- c) Insatisfecho

d) Muy insatisfecho

¿Ha observado vehículos particulares circulando en el carril exclusivo de la Metrovía?

a) Frecuentemente

b) Algunas veces

c) Rara vez

d) Nunca

¿Cree que la invasión del carril exclusivo afecta el tiempo de viaje?

a) Mucho

b) Regular

c) Poco

d) Nada

¿Qué nivel de congestión percibe durante las horas pico?

a) Alta

b) Moderada

c) Baja

d) Ninguna

¿Se siente seguro al usar la Metrovía?

a) Siempre

b) A veces

c) Rara vez

d) Nunca

¿Estaría de acuerdo con implementar cámaras y multas más severas para quienes invaden el carril exclusivo?

a) Totalmente de acuerdo

b) De acuerdo

c) En desacuerdo

d) Totalmente en desacuerdo

¿Cree que la Metrovía debe ser complementada con otro tipo de transporte masivo (metro, tranvía, etc.)?

a) Sí

b) No

c) No sabe / no responde

En una escala del 1 al 10, ¿qué calificación le daría al servicio actual de la Metrovía?

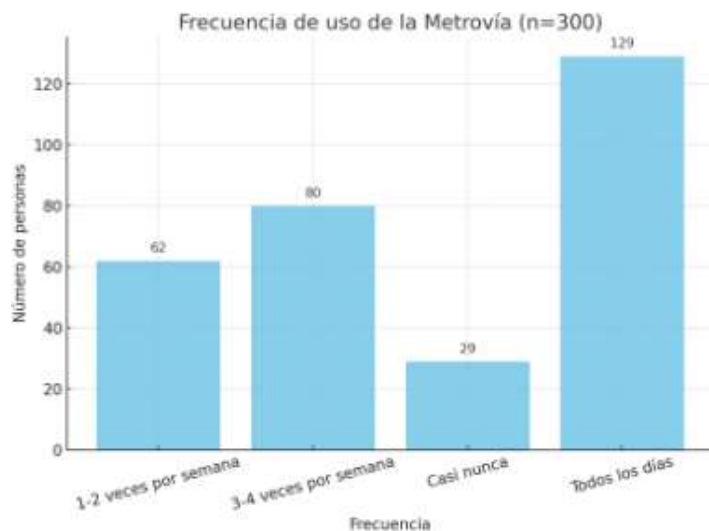
(Espacio para respuesta numérica)

Análisis de Respuestas

¿Con qué frecuencia utiliza la Metrovía?

Ilustración 4

Gráfica Frecuencia de uso de Metrovía



Elaborado por: León (2025)

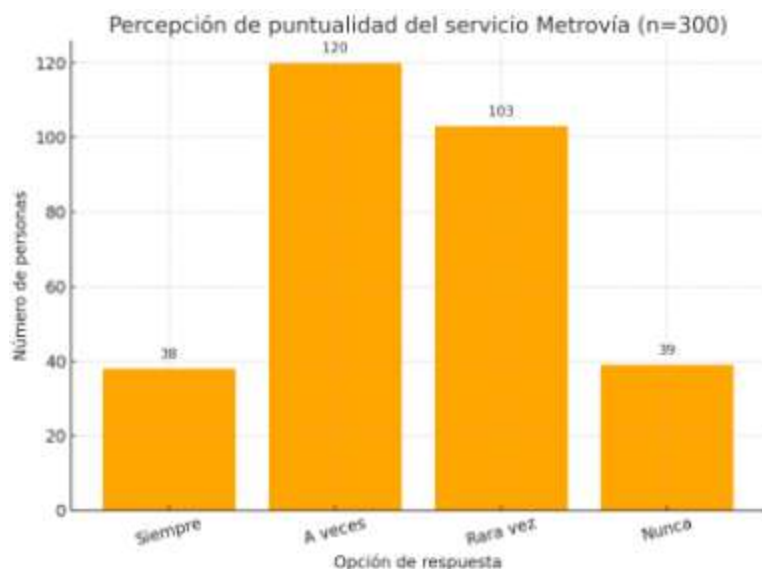
- Alta frecuencia de uso: El 43% de los encuestados utiliza la Metrovía diariamente, lo que indica una fuerte dependencia del sistema por parte de la población urbana.
- Uso frecuente: Un 26.67% la utiliza entre 3 y 4 veces por semana, lo que refuerza la importancia del sistema como eje de movilidad habitual.
- Usuarios ocasionales: Solo el 20.67% la usa entre 1 y 2 veces por semana, mostrando que un grupo reducido lo emplea como medio complementario.
- Bajo uso: Apenas el 9.67% declaró usarla casi nunca, lo que sugiere un bajo nivel de rechazo general al sistema.

La mayoría de los ciudadanos encuestados utiliza la Metrovía con una frecuencia alta o moderada, lo cual valida su importancia como eje estructural del transporte público en Guayaquil. Esto también justifica la necesidad de mantener o mejorar su nivel de servicio, control de carriles y cobertura.

¿Considera que el servicio de la Metrovía es puntual?

Ilustración 5

Grafica Percepción de Puntualidad de la Metrovía



Elaborado por: León (2025)

Percepción predominantemente negativa o incierta

Un 74.33% de los usuarios considera que la puntualidad de la Metrovía es irregular ("a veces" o "rara vez"), lo que revela un nivel medio-alto de incertidumbre y desconfianza respecto a los tiempos de llegada y salida de los buses. Esta percepción afecta directamente la confiabilidad del sistema, un factor clave para el transporte público masivo.

Baja satisfacción con la puntualidad

Solo 12.67% de los encuestados cree que el servicio es siempre puntual, un valor bajo para un sistema que se promueve como una alternativa eficiente al transporte privado. Esto puede estar relacionado con la invasión de carriles exclusivos, la congestión vehicular o la falta de buses durante ciertos horarios.

Usuarios claramente insatisfechos

El 13% afirma que la Metrovía nunca es puntual, lo que representa un segmento claramente insatisfecho y probablemente propenso a dejar de usar el sistema si no se aplican mejoras visibles.

Oportunidad de mejora operativa

La percepción de puntualidad es uno de los factores más sensibles para el usuario frecuente. Los resultados indican que reforzar el control operativo, especialmente en horas pico, puede tener un impacto inmediato en la percepción pública del servicio.

¿Qué tan satisfecho está con la velocidad del viaje en la Metrovía?

Ilustración 6

Grafica Satisfacción Velocidad de la Metrovía



Elaborado por: León (2025)

Alta insatisfacción general:

El 66% de los encuestados (49% insatisfechos + 17% muy insatisfechos) expresa descontento con la velocidad de desplazamiento de la Metrovía. Esto refleja un problema evidente en la operatividad del sistema, posiblemente vinculado a la invasión de carriles exclusivos y la congestión general de las vías.

Baja satisfacción plena:

Solo el 8.67% declara estar “muy satisfecho”, y un 25.33% “satisfecho”, lo cual indica que menos de un tercio de los usuarios tienen una percepción positiva respecto a la velocidad del servicio.

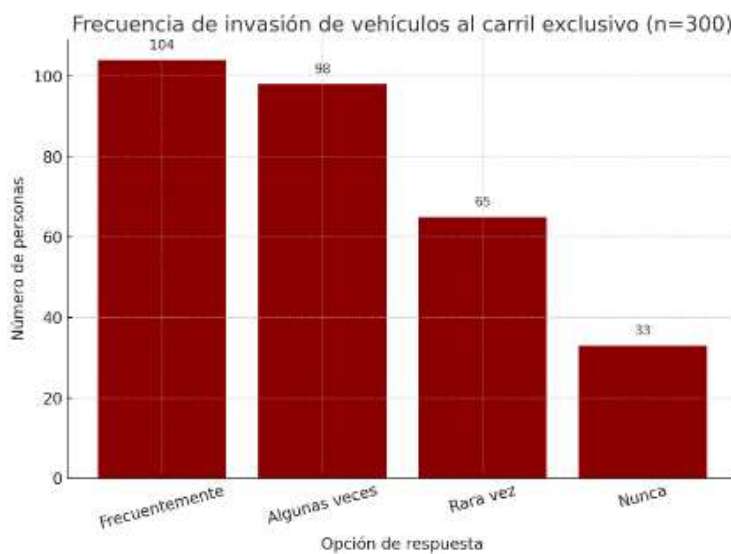
Problemas durante horas pico:

Aunque el cuestionario no distingue por horarios, es probable que esta insatisfacción se relacione con las horas de mayor congestión, donde el servicio se vuelve más lento e impredecible.

¿Ha observado vehículos particulares circulando en el carril exclusivo de la Metrovía?

Ilustración 7:

Grafica Frecuencia Invasión al Carril de Metrovía



Elaborado por: León (2025)

Alta percepción de invasión

El 67.34% de los encuestados ha observado que vehículos particulares invaden el carril exclusivo con frecuencia o algunas veces, lo que confirma que esta problemática es visible y persistente en la operación diaria de la Metrovía.

Impacto sobre la eficiencia del sistema

Esta percepción está alineada con los resultados técnicos de tu tesis, donde se identificó que la invasión del carril exclusivo contribuye a la reducción de la velocidad operativa y deteriora el nivel de servicio del sistema.

Bajo número de usuarios que no han visto invasiones

Solo el 11% nunca ha visto esta infracción, lo que indica que el fenómeno está normalizado o no está siendo controlado eficazmente por la autoridad de tránsito.

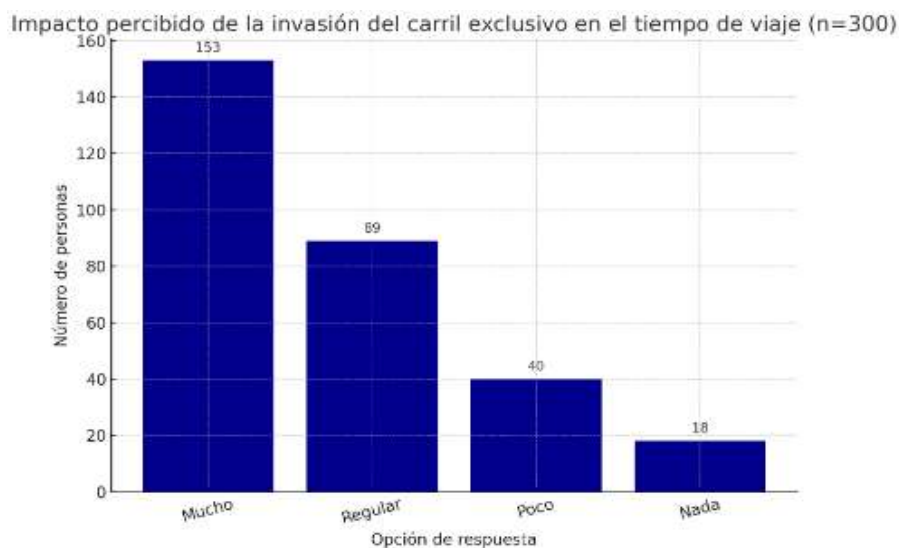
Necesidad de medidas de control más efectivas

El alto porcentaje de observación refuerza la necesidad de implementar mecanismos de fiscalización tecnológica (como cámaras automatizadas), campañas de concienciación y sanciones más severas.

¿Cree que la invasión del carril exclusivo afecta el tiempo de viaje?

Ilustración 8

Grafica Impacto de Invasión al Carril de la Metrovía



Elaborado por: León (2025)

Percepción clara de impacto negativo:

Un 80.67% de los encuestados considera que la invasión del carril exclusivo afecta mucho o regularmente el tiempo de viaje. Esto evidencia una percepción ampliamente compartida de que el mal uso de la infraestructura perjudica el rendimiento del sistema.

Validación social del problema técnico:

El dato coincide con el análisis técnico de tu tesis, donde se demuestra que las invasiones provocan un descenso del nivel de servicio (LOS) y una caída significativa en la velocidad de viaje.

Minoría que no percibe impacto:

Solo un 6% considera que la invasión no afecta en absoluto el tiempo de viaje, lo que representa una porción marginal de la muestra.

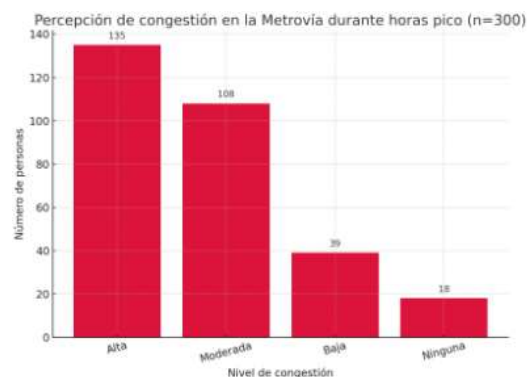
Apoyo a políticas restrictivas:

Estos resultados refuerzan la necesidad de aplicar medidas de control efectivas, tanto tecnológicas como normativas, para proteger el carril exclusivo de la Metrovía.

¿Qué nivel de congestión percibe durante las horas pico?

Ilustración 9:

Gráfica Percepción de Congestión en hora pico



Elaborado por: León (2025)

Predominio de congestión alta:

El 45% de los encuestados percibe una congestión alta durante las horas pico, lo que indica que casi la mitad de los usuarios experimenta demoras considerables. Esto coincide con tu análisis técnico, donde el nivel de servicio (LOS) cae a categorías “D”, “E” y “F” en momentos de máxima demanda.

Congestión moderada considerable:

Un 36% adicional la califica como moderada, de modo que entre ambos grupos (Alta + Moderada) suman el 81% de la muestra. Esto evidencia que la gran mayoría siente que el sistema está lejos de ser fluido en horas críticas.

Usuarios menos afectados:

Solo un 13% percibe congestión baja y apenas un 6% dice no experimentar congestión. Esta minoría podría corresponder a quienes utilizan la Metrovía fuera de horario punta o en tramos menos críticos.

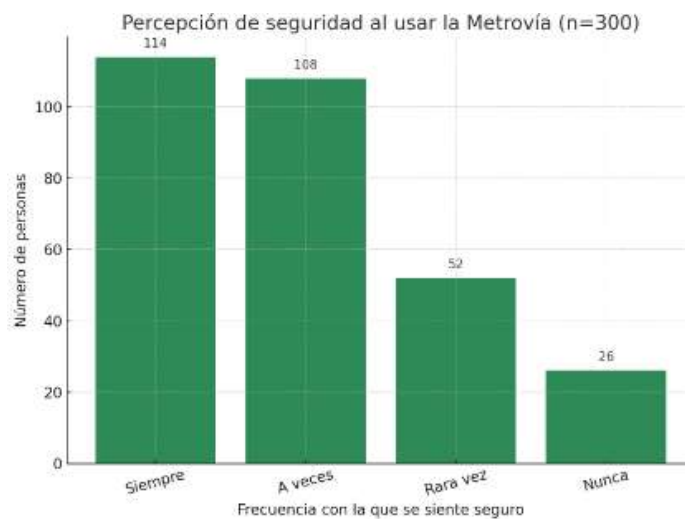
Validación de la necesidad de medidas operativas:

Dado que más de tres cuartas partes de la muestra considera que existe congestión alta o moderada, se refuerza la urgencia de mejorar la capacidad operativa, bien sea mediante la optimización de frecuencias, la eliminación de invasiones al carril exclusivo o la reestructuración de horarios.

¿Se siente seguro al usar la Metrovía?

Ilustración 10

Grafica Percepción de Seguridad en la Metrovía



Elaborado por: León (2025)

Mayoría con percepción positiva de seguridad:

Un 74% de los usuarios se siente siempre o a veces seguros al usar la Metrovía, lo que sugiere que el sistema proyecta una imagen general de confiabilidad y protección.

Confianza regular en el entorno:

La opción "a veces" fue seleccionada por un 36%, lo que indica que aunque no siempre se sienten completamente seguros, no hay una percepción alarmante de riesgo.

Grupo vulnerable:

Un 26% (sumando "rara vez" y "nunca") se muestra inseguro al utilizar la Metrovía. Este grupo podría estar más expuesto a condiciones adversas como robos, acoso o falta de vigilancia, especialmente en horarios nocturnos o estaciones poco iluminadas.

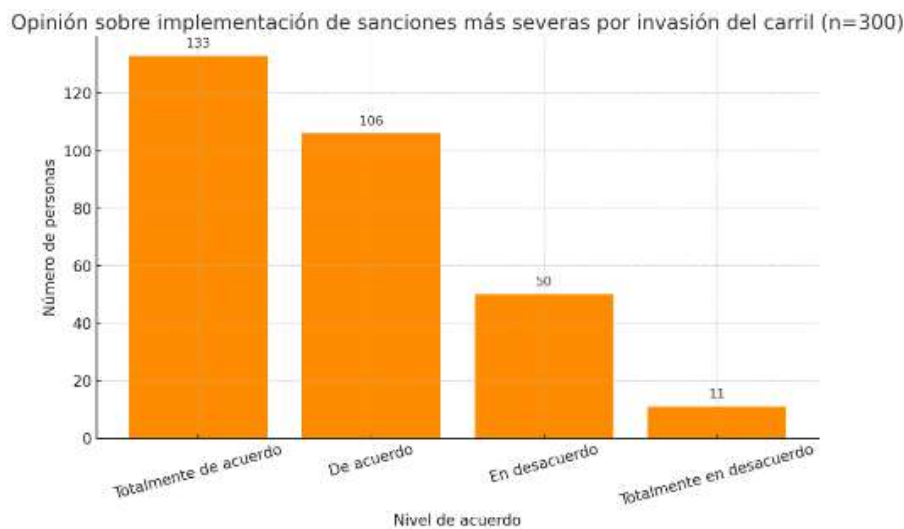
Oportunidad para reforzar vigilancia:

La información sugiere que fortalecer la seguridad en estaciones y buses, especialmente en puntos críticos, puede mejorar la experiencia del usuario y fomentar un mayor uso del sistema.

¿Estaría de acuerdo con implementar cámaras y multas más severas para quienes invaden el carril exclusivo?

Ilustración 11

Grafica Opinión de Implementación de Cámaras y Multas para evitar invasión vehicular



Elaborado por: León (2025)

Apoyo mayoritario a sanciones más estrictas:

Un 79.66% de los encuestados se muestra a favor de implementar cámaras y multas más severas para quienes invaden el carril exclusivo de la Metrovía. Esto refleja una clara demanda ciudadana por mayor control y disciplina vial.

Baja oposición:

Solo un 20.34% está en contra (sumando “en desacuerdo” y “totalmente en desacuerdo”), lo que indica que la resistencia social a estas medidas es mínima.

Aceptación de fiscalización tecnológica:

El resultado sugiere que los ciudadanos valoran la operatividad del sistema de transporte público y están dispuestos a respaldar medidas firmes que protejan su funcionamiento eficiente.

Base sólida para políticas públicas:

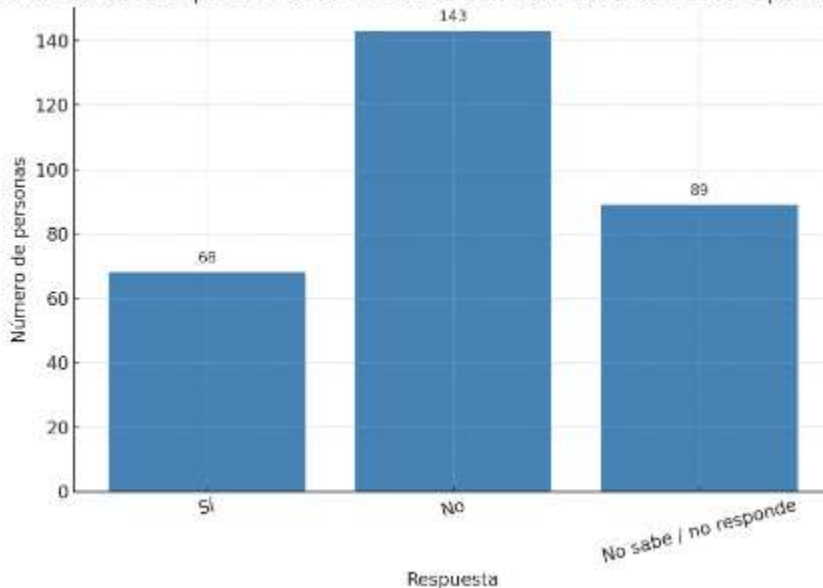
Esta opinión refuerza el argumento técnico y legal de tu tesis para aplicar mecanismos automáticos de control como cámaras lectoras de placas, y aumentar la frecuencia de fiscalización con respaldo normativo (LOTTTSV, Art. 387).

¿Cree que la Metrovía debe ser complementada con otro tipo de transporte masivo (metro, tranvía, etc.)?

Ilustración 12

Grafica Opinión Nuevo Sistema de Transporte Público

Opinión sobre complementar la Metrovía con otro sistema de transporte (n=300)



Elaborado por: León (2025)

Rechazo o indecisión predominante:

Un 77.34% de los encuestados no considera necesario complementar la Metrovía o no tiene una opinión clara al respecto. Esto puede deberse a desconocimiento de otras opciones de transporte masivo o a una percepción de que el sistema actual debería mejorarse antes de pensar en alternativas.

Apoyo minoritario a la integración multimodal:

Solo un 22.67% apoya la idea de complementar la Metrovía con sistemas como tranvías, metro o teleférico. Esto indica que la conciencia colectiva aún no identifica una necesidad inmediata de ampliar el sistema con otro modo.

Posible falta de información:

El alto porcentaje de “No sabe / no responde” (29.67%) puede reflejar una falta de conocimiento sobre los beneficios de sistemas integrados o una limitada exposición a experiencias de movilidad multimodal en otras ciudades.

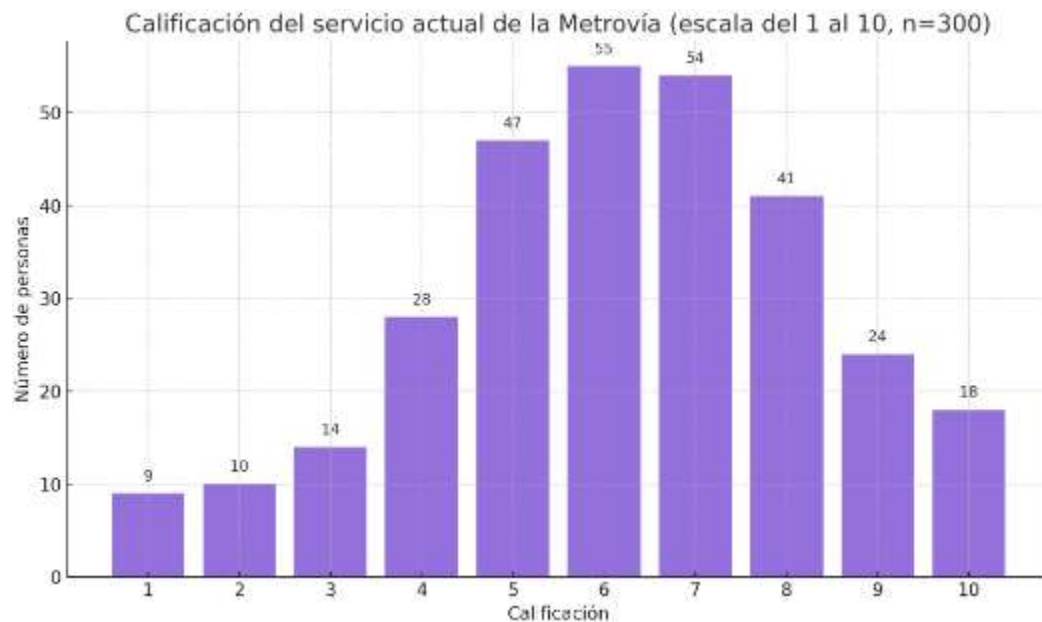
Relevancia para la toma de decisiones:

Esta percepción puede usarse como punto de partida para educar a la ciudadanía sobre sistemas complementarios, o bien como señal de que primero se debe fortalecer la infraestructura y operación de la Metrovía actual antes de plantear nuevas inversiones.

En una escala del 1 al 10, ¿qué calificación le daría al servicio actual de la Metrovía?

Ilustración 13

Gráfica Calificación al Servicio de Metrovía



Elaborado por: León (2025)

Percepción media del servicio:

La calificación promedio es 6.17, lo cual refleja una evaluación intermedia del servicio por parte de los usuarios. Es decir, no lo perciben como excelente ni deficiente, pero sí con margen de mejora.

Distribución centrada entre 5 y 7:

El 52% de los encuestados calificó el servicio entre 5 y 7, lo que refuerza la percepción de que el servicio es funcional pero imperfecto, con aspectos que deben optimizarse.

Calificaciones bajas presentes, pero no dominantes:

Las notas entre 1 y 3 representan apenas el 11% del total, indicando que el rechazo fuerte al sistema es minoritario.

Opiniones positivas sostenidas:

Un 27.67% calificó con 8, 9 o 10, lo que evidencia que existe un grupo significativo que valora el sistema actual, aunque posiblemente espera mejoras específicas.

Los resultados obtenidos reflejan una percepción ciudadana crítica pero constructiva respecto al servicio actual de la Metrovía. Aspectos como la puntualidad, la velocidad operativa, la congestión en horas pico y la invasión del carril exclusivo fueron identificados como principales fuentes de insatisfacción. A pesar de ello, se reconoce la importancia del sistema en la movilidad urbana de Guayaquil y se evidencia un respaldo mayoritario hacia medidas de control más estrictas.

En función de esta percepción general y con el objetivo de validar técnicamente las condiciones actuales del sistema, se procederá en el siguiente capítulo a realizar un análisis de nivel de servicio (LOS) del carril exclusivo de la Metrovía. Esta evaluación permitirá contrastar la experiencia del usuario con parámetros técnicos medibles y así sustentar propuestas de mejora basadas en evidencia.

CAPITULO IV

INFORME TÉCNICO

Métodos, Técnicas e Instrumentos

La metodología ejecutada es deductiva, ya que partimos de datos generales como es el conteo vehicular para obtener el volumen diario de vehículos, debido a que, con este procedimiento será analizado y calificado el nivel de servicio en las estaciones de estudio.

La técnica utilizada para la obtención del aforo vehicular es mediante la observación y análisis documental, a través de un registro de campo que sirven para para obtener información detallada sobre la clasificación vehicular, movimientos direccionales, dirección de recorrido y el uso de carriles.

Los instrumentos por utilizar son las fichas técnicas para obtener el aforo vehicular que se lo realizo de forma manual para proceder a la ejecución de cálculos, son los siguientes:

- Vehículos Equivalentes para conversión de vehículos livianos, pesados, buses articulados a vehículo tipo. Además, se relacionan las dimensiones en longitud, es decir, la distancia de un vehículo dividido para la longitud del vehículo equivalente, y si la relación excede a 1,00 entonces se le resta la separación entre vehículos que es igual a 2,50 m, que es la distancia obtenida de la proyección visual del conductor hacia la parte posterior del vehículo que se encuentra delante del que el conduce (Ver tabla 3).
- La estructura de la tabla de registro para obtener los factores equivalentes consta de tres retribuciones, dependiendo del tipo de vehículo, cuyos son: Livianos, buses y pesados. Además, se puede indicar fecha de aforo, ubicación y sentido de flujo de circulación vehicular (ver tabla 4).
- Para el cálculo de velocidades, se escogieron 2 puntos, el primero para el inicio del viaje y el segundo punto para el final del viaje tomando como referencia la

dirección del flujo vehicular, se solicitó de 2 personas a las cuales se los nombro Medidor Alfa y Medidor Beta, el medidor Alfa corroboraba al medidor Beta el vehículo escogido como parte del modelo, usando un cronómetro el medidor Beta procedía a citar el tiempo y registrar los tiempos con su respectiva muestra, este proceso se repite hasta completar los registros de la muestra. (Ver tabla 5).

Tabla 3
Características por tipo de vehículo

Dimensiones	Vehículo de diseño	Separacion minima para flujo entre vehículos	Livianos	R.D	Pesados	R.D	Camiones	R.D
								
Longitud (m)	5,80	2,50	5,80	1,00	13,00	1,81	20,00	2,59
Altura (m)	2,10	2,50	2,10	1,00	4,10	1,95	4,10	1,95
Ancho (m)	2,10	2,50	2,10	1,00	2,60	1,24	2,60	1,24
FACTOR EQUIVALENTE			1,00		2,00		2,50	

Elaborado por: León (2025)

Tabla 4:

Plantilla para la obtención de vehículos equivalentes.

Estación Las Peñas								
FECHA					SENTIDO		SUR – NORTE	
UBICACIÓN								
TIPO DE CONTEO								
PERIODO		LIVIANOS	BUSES	PESADOS	FACTOR DE EQUIVALENCIA			VEHICULOS EQUIVALENTES
INICIO	FIN				LIVIANOS	BUSES	PESADOS	
8:00	8:15				1	2	2.5	0
8:15	8:30				1	2	2.5	0
8:30	8:45				1	2	2.5	0
8:45	9:00				1	2	2.5	0
9:00	9:15				1	2	2.5	0
9:15	9:30				1	2	2.5	0
9:30	9:45				1	2	2.5	0
9:45	10:00				1	2	2.5	0
10:00	10:15				1	2	2.5	0
10:15	10:30				1	2	2.5	0
10:30	10:45				1	2	2.5	0
10:45	11:00				1	2	2.5	0
11:00	11:15				1	2	2.5	0
11:15	11:30				1	2	2.5	0
11:30	11:45				1	2	2.5	0
11:45	12:00				1	2	2.5	0
12:00	12:15				1	2	2.5	0
12:15	12:30				1	2	2.5	0
12:30	12:45				1	2	2.5	0
12:45	13:00				1	2	2.5	0
13:00	13:15				1	2	2.5	0
13:15	13:30				1	2	2.5	0
13:30	13:45				1	2	2.5	0
13:45	14:00				1	2	2.5	0
14:00	14:15				1	2	2.5	0
14:15	14:30				1	2	2.5	0
14:30	14:45				1	2	2.5	0
14:45	15:00				1	2	2.5	0
15:00	15:15				1	2	2.5	0
15:15	15:30				1	2	2.5	0
15:30	15:45				1	2	2.5	0
15:45	16:00				1	2	2.5	0
16:00	16:15				1	2	2.5	0
16:15	16:30				1	2	2.5	0
16:30	16:45				1	2	2.5	0
16:45	17:00				1	2	2.5	0
Volumen diario								

Elaborado por: León (2025)

Tabla 5

Plantilla para obtener velocidades.

TRAMO:	_____		SENTIDO:	_____
TIPO DE CONTADOR:	_____	PERIODO: _____		
RANGO HORARIO:	_____	RESULTADOS DE VELOCIDADES		
PERIODO		VEHICULOS	TIEMPOS	LONGITUD
INICIO	FIN	Veh	h	km
_____	_____	1	_____	_____
		2	_____	_____
		3	_____	_____
		4	_____	_____
		5	_____	_____
		6	_____	_____
		7	_____	_____
		8	_____	_____
		9	_____	_____
		10	_____	_____
		11	_____	_____
		12	_____	_____
		13	_____	_____
		14	_____	_____
		15	_____	_____
		16	_____	_____
		17	_____	_____
		18	_____	_____

Elaborado por: León (2025)

Plan de Procesamiento y Análisis

El plan de procesamiento será efectuado mediante un aforo vehicular en donde se inició el día lunes 27 de enero hasta el domingo 2 de febrero de 2025, en un período de estudio (7 días consecutivos), durante ocho horas de un día, a partir de las 8:00 hasta las 17:00; separando los registros en un período de cada 15 minutos, con la finalidad de obtener los datos representativa de la Hora Pico. El objetivo del aforo es obtener datos

reales relacionados con los vehículos que ingresan en el carril de la Metrovía para realizar los respectivos cálculos y posterior análisis.

Volumen y Capacidad Vial

- Capacidad Vial

Es el mayor conjunto de automóviles que transitan por un determinado punto o un segmento transversal semejante de un carril, intrínsecamente de un intervalo de tiempo establecido, bajo las situaciones del tráfico, calzada y de control conocidos.

Según ecuación 1. Modelo matemático, obtenido de HCM (2010), es la descrita a continuación:

Ecuación 2.

Capacidad vial

$$C_{th} = 1,800(N_{th} - 1 + P_{0,j})$$

Donde,

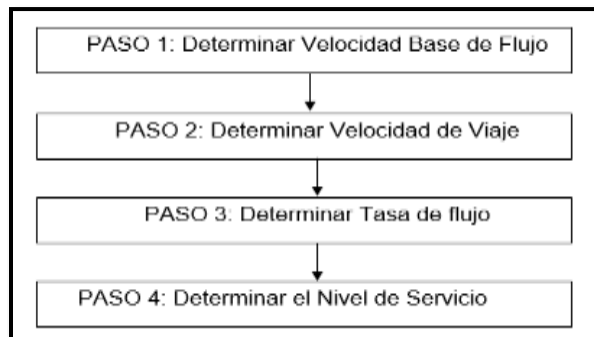
- C_{th} . - Capacidad de movimiento de vehículos a través de la instalación (VEph).
- N_{th} . - Número de carriles de paso vehicular (líneas de flujo).
- $P_{0,j}$. - Probabilidad de cola en el carril de paso vehicular.

Criterios para Cálculo de Nivel de Servicio

Según el HCM (2010) presenta un esquema en el cual se identifica la secuencia de datos necesarios para estimar el rendimiento. El proceso de cálculo está mostrado desde arriba hacia abajo.

Ilustración 14

Criterios para Nivel de Servicio



Elaborado por: León (2025).

Determinación de Velocidad

Es la relación entre la distancia recorrida sobre el tiempo empleado. La ecuación matemática para obtener la velocidad es:

Ecuación 3

Determinación de velocidad

$$V = \frac{d}{t}$$

Donde,

- V.- Velocidad en (mi/h)
- d.- Distancia en mi (mi)
- t.- Tiempo en horas (h)

Determinación de Velocidad Base de Flujo Libre, BFFS

La velocidad base de flujo libre es la base para la determinación del nivel de servicio. La ecuación matemática obtenida de (HCM, 2010) se la muestra a continuación:

Ecuación 4

Determinación de BFFS.

$$S_{fo,F} = \frac{\sum_{i=1}^m L_i}{\sum_{i=1}^m \frac{L_i}{S_{fo,i}}}$$

Donde,

- $S_{fo,F}$. – Velocidad base de flujo libre de la vía ($\frac{mi}{h}$).
- L_i . – Longitud del segmento i (ft)
- m . – Número de segmentos de la instalación urbana (adimensional)
- $S_{fo,i}$. – Velocidad de viaje del segmento i ($\frac{mi}{h}$)

Velocidad de Viaje, ST

La velocidad de viaje es fácilmente calculada empleando la siguiente ecuación según (HCM, 2010):

Ecuación 5.

Determinación de BFFS.

$$S_{T,F} = \frac{\sum_{i=1}^m L_i}{\sum_{i=1}^m \frac{L_i}{S_{T,seg,i}}}$$

Donde,

- $S_{T,f}$. – Es la velocidad de viaje de la instalación ($\frac{mi}{h}$).
- L_i . – Longitud del segmento i (ft)
- m . – Número de segmentos de la instalación urbana (adimensional)
- $S_{t,seg,i}$. – Velocidad de viaje del segmento i ($\frac{mi}{h}$)

Encuestas de Velocidades

Mediante encuestas se obtiene las velocidades, que concurrirán en fichas referenciales en condiciones de horarios aproximados, las cuales son analizadas a través de las gráficas del comportamiento vehicular en el intervalo de estudio. En la siguiente ecuación obtenida de Cal & Mayor (2016).

Ecuación 6

Nivel de confianza

$$N^{\circ} de observaciones = \left(\frac{Constante z \times desviacion estandar}{Error máximo tolerable} \right)^2$$

Donde,

La constante z, depende del nivel de confianza y su valor se puede obtener de la siguiente tabla:

Tabla 6

Valores de z para varios niveles de confianza.

Nivel de confianza (%)	Valor de la constante z
68,30	1,00
90,00	1,64
95,00	1,96
95,50	2,00
99,00	2,58
99,70	3,00

Fuente Cal & Mayor (2016)

De esta manera se puede establecer la cantidad de datos requeridos para que los resultados del modelo se conserven dentro del rango de error máximo permisible (5%).

Nivel de Servicio en el Modo de Vehículo Motorizado.

Los parámetros para obtener el nivel de servicio son la velocidad de viaje y la velocidad base de flujo libre, como se puede observar las velocidades se encuentran en unidades del Sistema Inglés, es por ello que se debe realizar la respectiva conversión, debido a que se calculara la velocidad en km/h. (Ver tabla 7)

Tabla 7

Criterio LOS. Modo Vehículos Motorizados.

LOS	Límites de velocidades de viaje por cada velocidad base de flujo libre. (mi/h)							Volumen/Capacidad
	55	50	45	40	35	30	25	
A	> 44	> 40	> 36	> 32	> 28	> 24	> 20	≤ 1.00
B	> 37	> 34	> 30	> 27	> 23	> 20	> 17	
C	> 28	> 25	> 23	> 20	> 18	> 15	> 13	
D	> 22	> 20	> 18	> 16	> 14	> 12	> 10	
E	> 17	> 15	> 14	> 12	> 11	> 9	> 8	
F	≤ 17	≤ 15	≤ 14	≤ 12	≤ 11	≤ 9	≤ 8	
F	Any							>1.00
Nota:	*La relación crítica volumen/capacidad se basa en la consideración de la relación del volumen entre la capacidad de desplazamiento de vehículos en la dirección del flujo en un tramo limitado por interacciones, esta relación es la más importante de las consideraciones.							

Fuente HCM (2010)

Puntos de Aforos para el Análisis del Nivel de Servicio.

El punto de aforo es en la estación Las Peñas, con método de aforo manual

Primer Análisis, Estación Las Peñas – Estado actual

El primer análisis se realiza en la estación Las Peñas aplicando la metodología para Vías Urbanas del Modo de Vehículo Motorizado del HCM (2010), se ejecuta a continuación el cálculo:

Estación Las Peñas.

Carril Sentido Sur — Norte

- Aforo de tráfico en el Período de estudio: Desde lunes 2 de diciembre 2024 – hasta 8 de diciembre 2024.

Tabla 8

Resumen de aforo de vehículos equivalentes

PERIODO		FLUJO LUNES 2	FLUJO MARTES 3	FLUJO MIERCOLES 4	FLUJO JUEVES 5	FLUJO VIERNES 6	FLUJO SABADO 7	FLUJO DOMINGO 8
		VE= (TV)*(FE)	VE= (TV)*(FE)	VE= (TV)*(FE)	VE= (TV)*(FE)	VE= (TV)*(FE)	VE= (TV)*(FE)	VE= (TV)*(FE)
INICIO	FIN	V. EQUIVALENTE	V. EQUIVALENTE	V. EQUIVALENTE	V. EQUIVALENTE	V. EQUIVALENTE	V. EQUIVALENTE	V. EQUIVALENTE
8:00	8:15	71	84	86	82	69	39	38
8:15	8:30	65	66	67	62	81	27	48
8:30	8:45	88	86	75	77	71	32	33
8:45	9:00	82	83	84	78	85	41	45
9:00	9:15	68	77	65	80	72	22	40
9:15	9:30	50	68	47	59	60	27	40
9:30	9:45	32	26	22	24	18	28	40
9:45	10:00	37	35	23	28	19	30	44
10:00	10:15	17	36	19	30	15	44	23
10:15	10:30	30	38	39	30	40	35	30
10:30	10:45	23	16	16	33	21	28	28
10:45	11:00	16	25	28	24	38	42	35
11:00	11:15	64	58	37	54	68	28	43
11:15	11:30	62	59	55	46	41	44	45
11:30	11:45	48	50	44	65	44	38	31
11:45	12:00	50	67	55	55	51	44	43
12:00	12:15	52	51	50	44	46	23	31
12:15	12:30	49	61	51	60	54	35	19
12:30	12:45	56	56	60	54	55	45	29
12:45	13:00	45	47	44	37	48	45	39
13:00	13:15	49	59	60	46	53	52	37
13:15	13:30	59	50	37	58	56	27	44
13:30	13:45	40	62	49	62	66	31	43
13:45	14:00	59	41	60	61	48	42	22
14:00	14:15	28	44	39	35	50	42	38
14:15	14:30	39	55	42	44	38	30	33
14:30	14:45	35	34	48	44	42	42	33
14:45	15:00	43	34	43	42	39	32	41
15:00	15:15	48	47	34	40	54	43	42
15:15	15:30	35	38	47	39	37	21	34
15:30	15:45	50	34	35	47	34	34	30
15:45	16:00	42	43	36	43	36	38	40
16:00	16:15	47	52	38	34	30	26	26
16:15	16:30	55	58	53	58	55	34	51
16:30	16:45	101	92	90	96	89	28	39
16:45	17:00	94	87	87	96	98	27	32

Elaborado por: León (2025)

Tabla 9

Cálculo de flujo de VEph

FLUJO HORARIO DIARIO EN LA AVENIDA MALECON SIMON BOLIVAR															
PERIODO		FLUJO LUNES 2	FLUJO HORARIO	FLUJO MARTES 3	FLUJO HORARIO	FLUJO MIERCOLES 4	FLUJO HORARIO	FLUJO JUEVES 5	FLUJO HORARIO	FLUJO VIERNES 6	FLUJO HORARIO	FLUJO SABADO 7	FLUJO HORARIO	FLUJO DOMINGO 8	FLUJO HORARIO
		VE= (TV) ^{1.75} (FE)		VE= (TV) ^{1.75} (FE)		VE= (TV) ^{1.75} (FE)		VE= (TV) ^{1.75} (FE)		VE= (TV) ^{1.75} (FE)		VE= (TV) ^{1.75} (FE)		VE= (TV) ^{1.75} (FE)	
INICIO	FIN	V. EQUIVALENTE	VEph	V. EQUIVALENTE	VEph	V. EQUIVALENTE	VEph	V. EQUIVALENTE	VEph	V. EQUIVALENTE	VEph	V. EQUIVALENTE	VEph	V. EQUIVALENTE	VEph
8:00	8:15	81		0		85		81		80		30		29	
8:15	8:30	67		0		73		73		75		35		50	
8:30	8:45	79		0		86		64		72		35		35	
8:45	9:00	84	313	0	0	82	306	86	304	75	302	29	129	28	142
9:00	9:15	82	312	0	0	78	319	73	296	68	290	38	137	35	148
9:15	9:30	54	299	0	0	58	304	44	267	60	275	24	126	31	129
9:30	9:45	21	241	0	0	20	238	28	231	24	227	35	126	36	130
9:45	10:00	29	186	0	0	36	192	18	163	19	171	45	142	31	133
10:00	10:15	30	134	0	0	33	147	29	119	15	118	49	153	33	131
10:15	10:30	33	113	0	0	28	117	34	109	22	80	44	173	20	120
10:30	10:45	16	108	0	0	36	133	30	111	27	83	31	169	37	121
10:45	11:00	28	107	0	0	26	123	19	112	19	83	35	159	34	124
11:00	11:15	62	139	0	0	61	151	48	132	47	115	41	151	33	124
11:15	11:30	38	144	0	0	55	178	53	151	53	146	42	149	48	152
11:30	11:45	56	184	0	0	45	187	54	175	62	181	39	157	47	162
11:45	12:00	54	210	0	0	48	209	47	203	52	214	34	156	27	155
12:00	12:15	42	190	0	0	41	189	42	196	51	218	24	139	32	154
12:15	12:30	41	193	0	0	51	185	49	192	49	214	28	125	40	146
12:30	12:45	49	186	0	0	60	200	65	203	55	207	27	113	35	134
12:45	13:00	51	183	0	0	56	208	68	224	50	205	38	117	46	153
13:00	13:15	42	183	0	0	54	221	58	240	58	212	29	122	46	167
13:15	13:30	46	188	0	0	48	218	48	239	46	209	36	130	23	150
13:30	13:45	56	195	0	0	49	207	45	219	59	213	42	145	24	139
13:45	14:00	62	206	0	0	40	191	46	197	55	218	41	148	38	131
14:00	14:15	34	198	0	0	38	175	29	168	41	201	34	153	29	114
14:15	14:30	43	193	0	0	48	175	42	162	40	195	27	144	45	136
14:30	14:45	46	185	0	0	41	167	36	153	54	190	31	133	38	150
14:45	15:00	44	167	0	0	33	160	48	153	47	182	38	130	25	137
15:00	15:15	39	172	0	0	48	170	49	173	42	183	27	123	36	144
15:15	15:30	49	178	0	0	37	159	39	170	37	180	37	133	40	139
15:30	15:45	31	163	0	0	47	165	33	167	37	163	30	132	26	127
15:45	16:00	31	150	0	0	38	188	41	163	37	153	42	136	29	131
16:00	16:15	45	156	0	0	43	185	38	151	42	153	31	140	30	125
16:15	16:30	64	171	0	0	61	187	57	169	58	174	38	141	29	114
16:30	16:45	83	223	0	0	87	227	90	226	92	229	29	140	29	117
16:45	17:00	56	288	0	0	92	283	85	268	88	280	39	137	28	116

Elaborado por: León (2025)

Tabla 10

Calculo para flujo de vehículos equivalentes de hora pico, según su TPDA

K=1.96 (CONF 95%)	S	σ	A	TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL	FLUJO DE VEHICULOS EQUIVALENTES (HORA PICO) HCM 2010 SEGÚN ENFOQUE A	RANGO HORARIO	
			$A = K \cdot \sigma$	TPDA = TPDS + A	VEHP = $V_{max} / 0.25$	PERIODO	
ADIM	ADIM	ADIM	VE	VE	VEHP	INICIO	FIN
1.96	32.16	12.05	24	77			
1.96	27.98	10.49	21	68			
1.96	30.80	11.54	23	78			
1.96	28.62	10.73	21	71	312	8:00	9:00
1.96	28.00	10.50	21	70	312	8:15	9:15
1.96	21.79	8.17	16	57	312	8:30	9:30
1.96	12.53	4.70	9	34	284	8:45	9:45
1.96	13.28	4.98	10	32	280	9:00	10:00
1.96	13.24	4.96	10	33	228	9:15	10:15
1.96	14.58	5.46	11	35	140	9:30	10:30
1.96	13.56	5.08	10	40	160	9:45	10:45
1.96	13.14	4.92	10	32	160	10:00	11:00
1.96	21.38	8.01	16	53	212	10:15	11:15
1.96	21.15	7.93	16	59	236	10:30	11:30
1.96	19.07	7.15	14	49	236	10:45	11:45
1.96	20.13	7.55	15	54	236	11:00	12:00
1.96	17.07	6.40	13	51	236	11:15	12:15
1.96	17.91	6.71	13	53	216	11:30	12:30
1.96	19.99	7.49	15	58	232	11:45	12:45
1.96	20.80	7.80	15	51	232	12:00	13:00
1.96	20.41	7.65	15	57	232	12:15	13:15
1.96	23.46	8.79	17	62	248	12:30	13:30
1.96	22.05	8.26	16	59	248	12:45	13:45
1.96	22.07	8.27	16	58	248	13:00	14:00
1.96	18.32	6.87	13	49	248	13:15	14:15
1.96	18.00	6.75	13	50	236	13:30	14:30
1.96	16.42	6.15	12	45	232	13:45	14:45
1.96	15.41	5.78	11	45	200	14:00	15:00
1.96	17.19	6.44	13	51	204	14:15	15:15
1.96	17.87	6.70	13	49	204	14:30	15:30
1.96	16.43	6.16	12	46	204	14:45	15:45
1.96	15.18	5.69	11	44	204	15:00	16:00
1.96	17.48	6.55	13	47	196	15:15	16:15
1.96	24.14	9.05	18	63	252	15:30	16:30
1.96	35.83	13.43	26	90	360	15:45	16:45
1.96	39.76	14.90	29	93	372	16:00	17:00

Elaborado por: León (2025)

Para el cálculo de la capacidad de la vía, se usará el carril con sentido Sur – Norte, usando la siguiente ecuación:

$$C_{th} = 1800(N_{th} - 1 + p_{0,j}) \quad C_{th} = 1800(1 - 1 + 1)$$

$$C_{th} = 1800 \text{ vehiculosequivalentes}$$

El $p_{0,j}$ se lo considero de valor 1, debido a que existe un giro hacia la izquierda

- Velocidad Base de Flujo Libre y velocidad de viaje, se calculó de la siguiente forma:

El límite de velocidad de la vía es de 70 km/h, por lo cual para la presente tesis esta será considerada como la velocidad Base de Flujo libre, pero por efectos de la metodología aplicada en el HCM, la cual considera unidades del sistema ingles se procedió a su respectiva conversión.

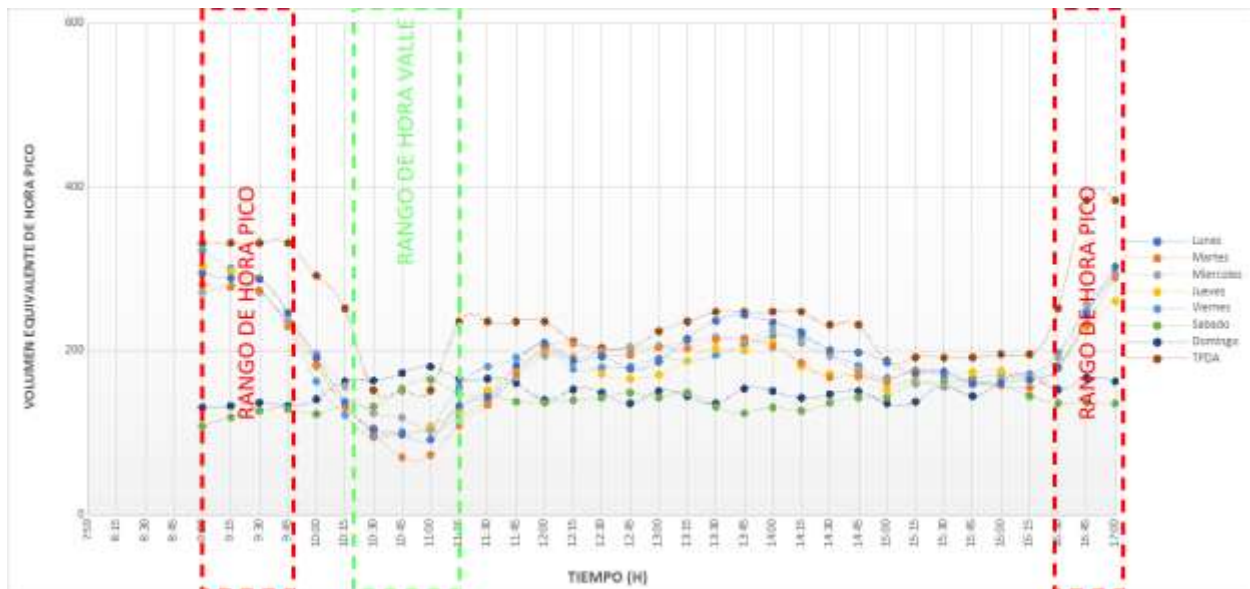
$$BFFS = 70 \frac{Km}{h} = 43,50 \frac{mi}{h}$$

En la ilustración 15 se tiene un diagrama en donde se puede observar el comportamiento vehicular, correspondiente a los 7 días de aforo, en donde los días lunes y viernes resultaron ser los de mayor flujo vehicular, y en base aquello se determinaron los rangos horarios y se tuvieron data de velocidades, como se describe a continuación:

- Rango Valle: 10H00 – 11H00
- Rango Pico: 9H00 – 9H45 y 16H30 - 17H00

Ilustración 15

Diagrama de Volumen equivalente de hora pico vs tiempo.



Elaborado por: León (2025)

En las tablas 11 y 12. Se encuentran los datos del aforo de velocidades horarias, en donde se escogió una muestra de 18 vehículos por cada hora y se tomó el tiempo en segundos que tardaban en llegar de un punto a otro, para de esta manera se obtenga el promedio horario de cada intervalo, como se detalla en lo siguiente:

- Rango horario valle: 10h00 a 11h00 se obtuvo un promedio de tiempos de 5.05 seg.
- Rango horario pico: 9h00 a 10h00 se obtuvo un promedio de tiempos 11.61 seg.

Las velocidades horarias de los distintos intervalos se detallan en el anexo, donde se empleó la metodología propuesta (HCM, 2010).

Tabla 11

Aforo de velocidades de rango VALLE

TRAMO:	AV. MALECON SIMON BOLIVAR	SENTIDO:	SUR – NORTE	
TIPO DE CONTADOR:	Manual	FECHA: 10 DE DICIEMBRE DEL 2024		
RANGO HORARIO:	Valle	RESULTADOS DE VELOCIDADES		
PERIODO		VEHICULOS	TIEMPOS	LONGITUD
INICIO	FIN	Veh	seg	m
10:00	11:00	1	3.6	80.00
		2	3.95	
		3	7.38	
		4	9.29	
		5	7.78	
		6	3.69	
		7	8	
		8	2.46	
		9	2.4	
		10	3.79	
		11	4.17	
		12	2.59	
		13	2.85	
		14	6.55	
		15	2.5	
		16	7.2	
		17	6.13	
		18	6.55	
		Promedio	5.05	

Elaborado por: León (2025)

Tabla 12

Resultado de Rango PICO

TRAMO:	AV. MALECON SIMON BOLIVAR	SENTIDO:	SUR – NORTE	
TIPO DE CONTADOR:	Manual	FECHA: 10 DE DICIEMBRE DEL 2024		
RANGO HORARIO:	Pico	RESULTADOS DE VELOCIDADES		
PERIODO		VEHICULOS	TIEMPOS	LONGITUD
INICIO	FIN	Veh	seg	m
9:00	10:00	1	8.47	80.00
		2	19.2	
		3	7.78	
		4	7.38	
		5	7.78	
		6	26.18	
		7	5.76	
		8	9	
		9	7.02	
		10	14.4	
		11	7.02	
		12	8.73	
		13	11.08	
		14	18	
		15	13.71	
		16	8.47	
		17	12	
		18	16.94	
		Promedio	11.61	

Elaborado por: León (2025)

Para el cálculo del nivel de servicio (LOS), se relaciona la velocidad de viaje y la velocidad base de flujo libre para de esta forma obtener su porcentaje. Además, se requiere conocer las condiciones físicas de la vía con respecto al flujo vehicular, mediante una relación entre el máximo flujo horario sobre la capacidad de la vía; el nivel de servicio en la mayor parte del día se encuentra en un nivel “D”, “E” Y “F”, como se muestra a continuación en la tabla 13.

Tabla 13

Cálculo de nivel de servicio (LOS), enfoque. (HCM, 2010)

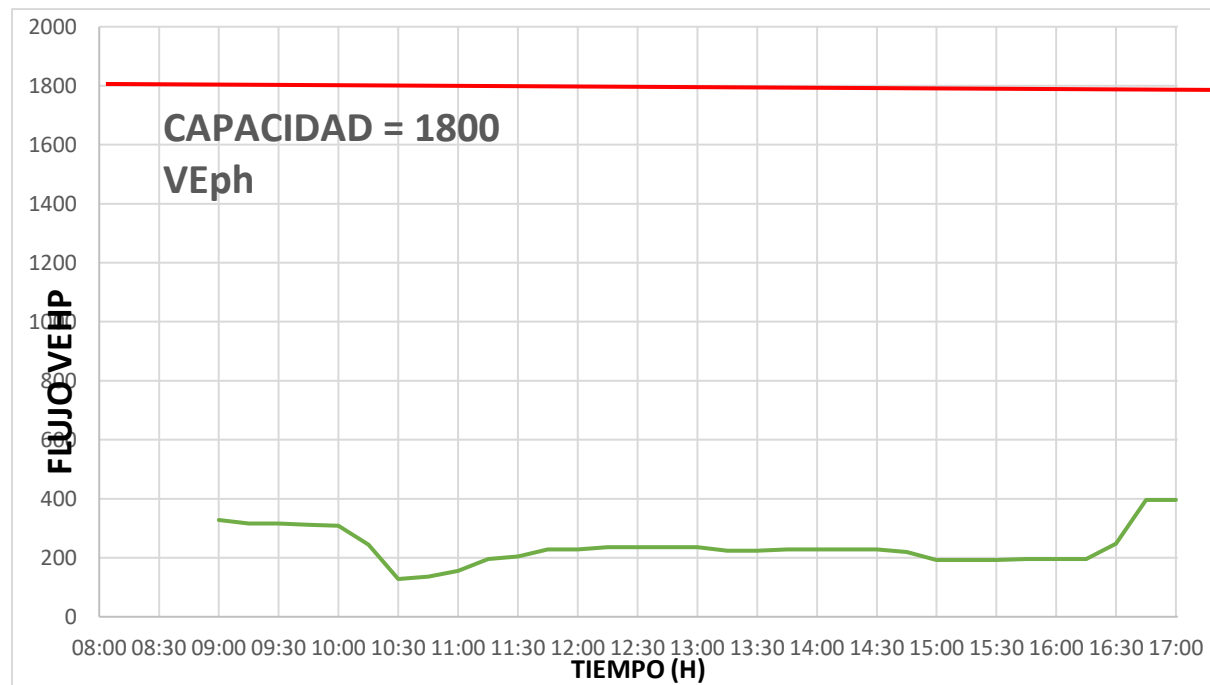
SENTIDO			PERIODO			ANÁLISIS OPERACIONAL			
Sur – Norte			2 DE DICIEMBRE HASTA 8 DE DICIEMBRE 2024			ESTADO NORMAL DEL CARRIL, EN EL CUAL SE PERMITE Y EXISTE LA INVASIÓN AL CARRIL DE LA METROVIA			
Periodo	Velocidad Base de Flujo libre	Velocidad de Viaje	Relación (STP/800PS) x 100	Número de carriles		Capacidad	Relación Volumen/Capacidad	Nivel de Servicio	
Inicio Fin	mi/h	mi/h	%	Nth	P*o	Cth	VEHP/Cth	LOS	
8:00 9:00	43.51	18.36	42.20	1	1	1800	18.22 %	D	
8:15 9:15		17.52	40.28				17.56 %	D	
8:30 9:30		16.76	38.52				17.56 %	E	
8:45 9:45		16.06	36.92				17.33 %	E	
9:00 10:00		15.42	35.44				17.33 %	E	
9:15 10:15		17.95	41.27				13.56 %	D	
9:30 10:30		21.49	49.39				7.11 %	D	
9:45 10:45		26.76	61.50				7.56 %	C	
10:00 11:00		35.44	81.47				8.67 %	B	
10:15 11:15		32.09	73.77				10.89 %	B	
10:30 11:30		29.32	67.39				11.33 %	B	
10:45 11:45		26.99	62.03				12.67 %	C	
11:00 12:00		25.00	57.86				12.67 %	C	
11:15 12:15		21.92	50.39				13.11 %	C	
11:30 12:30		19.52	44.87				13.11 %	D	
11:45 12:45		17.59	40.44				13.11 %	D	
12:00 13:00		16.01	36.80				13.11 %	E	
12:15 13:15		14.59	33.53				12.44 %	E	
12:30 13:30		13.40	30.80				12.44 %	F	
12:45 13:45		12.39	28.47				12.67 %	F	
13:00 14:00		11.52	26.48				12.67 %	F	
13:15 14:15		12.15	27.93				12.67 %	F	
13:30 14:30		12.85	29.55				12.67 %	F	
13:45 14:45		13.65	31.36				12.22 %	E	
14:00 15:00		14.54	33.42				10.67 %	E	
14:15 15:15		14.89	34.23				10.67 %	E	
14:30 15:30		15.26	35.07				10.67 %	E	
14:45 15:45		15.65	35.96				10.89 %	E	
15:00 16:00		16.05	36.90				10.89 %	E	
15:15 16:15		13.96	32.08				10.89 %	E	
15:30 16:30		12.34	28.57				13.78 %	F	
15:45 16:45		11.07	25.44				22.00 %	F	
16:00 17:00		10.03	23.05				22.00 %	F	

Elaborado por: León (2025)

En la ilustración 16 se presenta una vista gráfica del porcentaje de ocupación del carril en relación con su capacidad, basada en las horas analizadas. Se observa que el mayor flujo vehicular ocurre a las 17h00, alcanzando los 400 vehículos equivalentes por hora (VEhp), aunque este valor aún se mantiene por debajo de la capacidad de diseño.

Ilustración 16

Grafica relación VEhp/Capacidad



Elaborado por: León (2025)

Segundo Análisis – Estación Las Peñas – Estado Projectado

En esta sección se presenta el análisis proyectado del comportamiento vehicular en la Estación Las Peñas, considerando la implementación de medidas destinadas a eliminar o reducir significativamente las invasiones de vehículos particulares en el carril exclusivo de la Metrovía. A partir de los datos obtenidos en el conteo actual y mediante la aplicación de modelos de estimación basados en relaciones flujo–velocidad, se proyectan los posibles beneficios en términos de mejora de velocidad operativa y eficiencia del sistema de transporte público.

Basado en el modelo de A Study of Traffic Capacity, se utiliza una forma funcional simplificada para estimar la velocidad media en función del flujo vehicular y la capacidad de la vía:

$$V = V_0 \times (1 - Q/C)$$

C= es la capacidad máxima de flujo de la vía

Q= Flujo actual

V_0 = Velocidad de flujo libre

Estación las peñas.

Tomando como referencia la información obtenida en el conteo actual se aplicará el modelo antes explicado de A Study of Traffic Capacity, con el fin de proyectar las posibles mejoras operativas del sistema. Este análisis permitirá identificar el impacto que tendría una circulación libre de interferencias sobre la eficiencia de la Metrovía.

$$V = V_0 \times (1 - Q/C)$$

$$V = 43.51 \times (1 - 75/1800)$$

$$V = 41.69 \text{ mi/h}$$

Para el cálculo de velocidad proyectado real se aplicará un factor de ajuste de valor entre 0.85 y 0.95 que penaliza levemente la velocidad estimada por:

- Paradas de subida/bajada
- Semáforos, cruces peatonales, buses detenidos
- Cambios de carril, maniobras de acople

Este factor de ajuste estará relacionado con el actual nivel de servicio del carril de la Metrovía de la siguiente forma:

- Nivel de servicio A: 0.95
- Nivel de servicio B: 0.92
- Nivel de servicio C: 0.90
- Nivel de servicio D: 0.88

- Nivel de servicio E: 0.86
- Nivel de servicio F: 0.85

Se realizó el análisis para el cálculo de nivel de servicio con un carril de Metrovía libre de interferencias, constatando que el nivel de servicio se encuentra en “B” en la mayor parte del día.

Tabla 14

Cálculo de nivel de servicio (LOS), enfoque A, según la HCM,2010.

SENTIDO		PERIODO		ANALISIS OPERACIONAL					
Sur - Norte		2 DE AGOSTO HASTA 8 DE AGOSTO 2021		ESTADO ESPERADO DEL CARRIL EN EL CUAL NO SE PERMITE LA INVACION AL CARRIL DE LA METROVIA					
Periodo	Velocidad Base de flujo libre	Velocidad de Viaje	Relacion $(S_T/F/BFPS) \times 100$	Numero de carriles		Capacidad	Relacion Volumen/Capacidad	Nivel de Servicio	
Inicio Fin	mi/h	mi/h	%	Nth	P°oj	Cth	VEHP/Cth	LOS	
8:00 9:00	43.51	36.69	84.33	1	1	1800	1.94 %	B	
8:15 9:15		36.69	84.33				1.89 %	B	
8:30 9:30		35.85	82.41				2.39 %	B	
8:45 9:45		35.85	82.41				1.89 %	B	
9:00 10:00		35.85	82.41				2.44 %	B	
9:15 10:15		36.69	84.33				1.89 %	B	
9:30 10:30		36.69	84.33				1.83 %	B	
9:45 10:45		37.52	86.24				1.83 %	B	
10:00 11:00		38.35	88.16				1.89 %	B	
10:15 11:15		38.35	88.16				2.06 %	B	
10:30 11:30		38.35	88.16				1.67 %	B	
10:45 11:45		37.52	86.24				2.00 %	B	
11:00 12:00		37.52	86.24				2.00 %	B	
11:15 12:15		37.52	86.24				2.50 %	B	
11:30 12:30		36.69	84.33				1.72 %	B	
11:45 12:45		36.69	84.33				1.67 %	B	
12:00 13:00		35.85	82.41				2.22 %	B	
12:15 13:15		35.85	82.41				1.78 %	B	
12:30 13:30		35.85	82.41				2.28 %	B	
12:45 13:45		35.44	81.45				2.33 %	B	
13:00 14:00		35.44	81.45				2.28 %	B	
13:15 14:15		35.44	81.45				2.39 %	B	
13:30 14:30		35.44	81.45				2.17 %	B	
13:45 14:45		35.85	82.41				2.17 %	B	
14:00 15:00		35.85	82.41				1.94 %	B	
14:15 15:15		35.85	82.41				2.28 %	B	
14:30 15:30		35.85	82.41				2.17 %	B	
14:45 15:45		35.85	82.41				2.33 %	B	
15:00 16:00		35.85	82.41				1.67 %	B	
15:15 16:15		35.85	82.41				2.50 %	B	
15:30 16:30		35.44	81.45				1.89 %	B	
15:45 16:45		35.44	81.45				2.50 %	B	
16:00 17:00		35.44	81.45				1.78 %	B	

Elaborado por: León (2025)

Discusión de Resultados

Análisis de Resultados

De la tabla comparativa de nivel de servicio (LOS), restringiendo la invasión al carril de la Metrovía en la estación Las Peñas sentido Sur – Norte, se obtuvieron los siguientes resultados:

- En la relación volumen vs capacidad del segmento vial se determinó antes y después, se evidencia un cambio ya que, al no permitir la invasión, el uso del carril sería del 2% al 3% de la capacidad total.
- Las velocidades de viaje promedio de los vehículos durante el período de aforo de 7 días por 9 horas, los promedios de velocidades obtenidos en el antes, dentro del intervalo de 8h00 a 17h00 es de 17,83 mi/h, en el después, la velocidad promedio en el carril es de 36,35 mi/h.
- Se establece el nivel de serviciabilidad, en los horarios de 8h00 a 10h30 en donde se encontraba en un nivel “D” y “E” y después de activar las restricciones, pasa a nivel “B”; de 10h30 a 12h00 el nivel de servicio paso de “B” y “C” a “A”; en el rango de 12h00 a 17h00 pasaría de un nivel de servicio “D”, “E” y “F” a “B”.

Tabla 15

Tabla comparativa de resultados (LOS)

ANÁLISIS COMPARATIVO DE PARÁMETROS CON RESTRICCIONES PARA LA INVASIÓN AL CARRIL DE LA METROVIA										
SENTIDO	SUR – NORTE	ACTUALMENTE, SIN RESTRICCIONES DE INVASIÓN			DESPUÉS DE ACTIVAR LAS RESTRICCIONES PARA NO PERMITIR LA INVASIÓN A LA METROVIA			VARIACIÓN EN LOS PARÁMETROS POR EFECTO DE LAS RESTRICCIONES		
Periodo		Velocidad de Viaje	Relación Volumen/Capacidad	Nivel de Servicio	Velocidad de Viaje	Relación Volumen/Capacidad	Nivel de Servicio	Velocidad de Viaje	Relación Volumen/Capacidad	Nivel de Servicio
Inicio	Fin	mi/h	VEHP/Cth	LOS	mi/h	VEHP/Cth	LOS	mi/h	VEHP/Cth	LOS
8:00	9:00	18.36	18 %	D	36.69	2 %	B	18.33	-16 %	D-98
8:15	9:15	17.52	18 %	D	36.69	2 %	B	19.16	-16 %	D-98
8:30	9:30	16.76	18 %	E	35.85	2 %	B	19.09	-15 %	E-98
8:45	9:45	16.06	17 %	E	35.85	2 %	B	19.79	-15 %	E-98
9:00	10:00	15.42	17 %	E	35.85	2 %	B	20.44	-15 %	E-98
9:15	10:15	17.95	14 %	D	36.69	2 %	B	18.73	-12 %	D-98
9:30	10:30	21.49	7 %	D	36.69	2 %	B	15.20	-5 %	D-98
9:45	10:45	26.76	8 %	C	37.52	2 %	A	10.77	-6 %	C-98
10:00	11:00	35.44	9 %	B	38.35	2 %	A	2.91	-7 %	B-98
10:15	11:15	32.09	11 %	B	38.35	2 %	A	6.26	-9 %	B-98
10:30	11:30	29.32	11 %	B	38.35	2 %	B	9.04	-10 %	B-98
10:45	11:45	26.99	13 %	C	37.52	2 %	A	10.53	-11 %	C-98
11:00	12:00	25.00	13 %	C	37.52	2 %	B	12.52	-11 %	C-98
11:15	12:15	21.92	13 %	C	37.52	3 %	A	15.60	-11 %	C-98
11:30	12:30	19.52	13 %	D	36.69	2 %	B	17.17	-11 %	D-98
11:45	12:45	17.59	13 %	D	36.69	2 %	B	19.10	-11 %	D-98
12:00	13:00	16.01	13 %	E	35.85	2 %	B	19.84	-11 %	E-98
12:15	13:15	14.59	12 %	E	35.85	2 %	B	21.27	-11 %	E-98
12:30	13:30	13.40	12 %	E	35.85	2 %	B	22.46	-10 %	E-98
12:45	13:45	12.39	13 %	F	35.44	2 %	B	23.05	-10 %	F-98
13:00	14:00	11.52	13 %	F	35.44	2 %	B	23.92	-10 %	F-98
13:15	14:15	12.15	13 %	F	35.44	2 %	B	23.29	-10 %	F-98
13:30	14:30	12.85	13 %	F	35.44	2 %	B	22.58	-11 %	F-98
13:45	14:45	13.65	12 %	E	35.85	2 %	B	22.21	-10 %	E-98
14:00	15:00	14.54	11 %	E	35.85	2 %	B	21.31	-9 %	E-98
14:15	15:15	14.89	11 %	E	35.85	2 %	B	20.96	-8 %	E-98
14:30	15:30	15.26	11 %	E	35.85	2 %	B	20.59	-9 %	E-98
14:45	15:45	15.65	11 %	E	35.85	2 %	B	20.21	-9 %	E-98
15:00	16:00	16.05	11 %	E	35.85	2 %	B	19.80	-9 %	E-98
15:15	16:15	13.96	11 %	E	35.85	3 %	B	21.90	-8 %	E-98
15:30	16:30	12.34	14 %	F	35.44	2 %	B	23.09	-12 %	F-98
15:45	16:45	11.07	22 %	F	35.44	3 %	B	24.37	-20 %	F-98
16:00	17:00	10.03	22 %	F	35.44	2 %	B	25.41	-20 %	F-98

Elaborado por: León (2025)

CONCLUSIONES

Al implementar restricciones que impiden la invasión del carril exclusivo de la Metrovía por parte de vehículos particulares, se observa una mejora sustancial en la velocidad de viaje. En la mayoría de los periodos analizados, la velocidad prácticamente se duplica. Por ejemplo, en el tramo de 8:00 a 9:00, la velocidad promedio pasa de aproximadamente 29.55 km/h a 59.04 km/h, lo que representa un incremento del 100%. Esta mejora se mantiene consistente en todos los intervalos horarios.

Otro cambio notable con la implementación de las restricciones es la disminución drástica en la relación volumen/capacidad, indicador que refleja el nivel de congestión en el carril. Sin restricciones, los valores de V/C alcanzan hasta un 22%, mientras que, con las restricciones en vigor, el indicador se reduce de forma uniforme a un rango entre 2% y 3%, lo cual evidencia una mejora significativa en la fluidez del tránsito.

El nivel de servicio, que evalúa la calidad del flujo vehicular, también muestra una mejora dramática al activar las restricciones. En varios periodos, se observa un salto de hasta tres niveles. Por ejemplo, entre las 13:00 y las 14:00, el nivel de servicio mejora de F (condiciones de flujo extremadamente pobres) a B (condiciones buenas), lo cual implica una experiencia de circulación mucho más eficiente y cómoda para los usuarios autorizados del carril.:

Las mejoras son particularmente notables durante los periodos de mayor congestión. En las horas entre las 12:45 y las 16:45, donde originalmente se registraban velocidades inferiores a los 20 km/h y niveles de servicio F, la aplicación de restricciones eleva las velocidades por encima de los 57 km/h (por ejemplo, 35.44 mi/h = 57.06 km/h) y mejora el nivel de servicio hasta B. Esto demuestra que el impacto positivo es mayor cuando la infraestructura opera bajo mayor presión.

Una vez implementadas las restricciones, el carril presenta un rendimiento constante a lo largo del día. Las velocidades de operación se estabilizan en un rango de aproximadamente 57 a 61.7 km/h (equivalentes a 35.44 a 38.35 mi/h), y el nivel de servicio se mantiene mayoritariamente entre A y B. Esta estabilidad indica que las

condiciones de operación del carril exclusivo mejoran y se sostienen en el tiempo, beneficiando especialmente a la Metrovía.

Además, al analizar si la ciudad de Guayaquil requiere un nuevo sistema de transporte masivo, se contrastaron los datos técnicos con la percepción ciudadana. Los resultados de la encuesta evidencian que, aunque existe insatisfacción con el servicio actual, la mayoría de los usuarios prioriza el fortalecimiento del sistema Metrovía antes que la implementación de un nuevo sistema paralelo.

En síntesis, los hallazgos de este trabajo permiten concluir que la Metrovía es una infraestructura funcional, pero actualmente limitada por factores operativos, geométricos y de control. Para garantizar su sostenibilidad como columna vertebral del transporte público en Guayaquil, se requiere aplicar mejoras estratégicas en el control del carril exclusivo, la frecuencia de unidades y el diseño vial en puntos conflictivos. Solo así podrá alcanzarse un servicio eficiente, seguro y acorde a las necesidades reales de la ciudad.

RECOMENDACIONES

Implementar tecnologías de fiscalización automatizada, como cámaras lectoras de placas, para reducir la invasión de vehículos particulares. Este control debe ser complementado con sanciones efectivas y campañas informativas sobre el respeto al espacio exclusivo del transporte público.

Realizar un diagnóstico técnico detallado de los tramos compartidos, estaciones mal ubicadas o estrechamientos que afecten la velocidad de operación. En base a ello, reconfigurar ciertos elementos viales o señalización para mejorar el flujo continuo de las unidades. Con base en los resultados del aforo de 7 días por 9 horas, se recomienda redistribuir la frecuencia de paso de buses, incrementando la cantidad de unidades durante los horarios pico, donde el nivel de servicio se degrada considerablemente.

A pesar de los problemas operativos detectados, la mayoría de usuarios reconoce el valor de la Metrovía. Por ello, se sugiere impulsar campañas que refuercen el sentido de corresponsabilidad ciudadana en el uso del sistema, promoviendo el respeto a las normas y el cuidado de la infraestructura. Dado que la mayoría de encuestados no considera urgente implementar otro sistema de transporte masivo, se recomienda realizar estudios de demanda proyectada para definir si en el mediano o largo plazo sería viable y necesario complementar a la Metrovía con sistemas como tranvía, metro o teleférico.

Se sugiere que la Autoridad de Tránsito Municipal (ATM) utilice el método del HCM 2010 de forma sistemática para evaluar la eficiencia del sistema en distintos corredores, asegurando así un seguimiento técnico constante que permita tomar decisiones informadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aleta, A., Meloni, S., & Moreno, Y. (2016). A multilayer perspective for the analysis of urban transportation systems. arXiv. <https://arxiv.org/abs/1607.00072>
- ATM Guayaquil. (2024). Informe de gestión anual de transporte público. Autoridad de Tránsito Municipal. <https://atm.gob.ec>
- Cabrera Almeida, S. A. (2016). Sistema integrado de transporte urbano masivo de Guayaquil Metrovía: “los consorcios Metroquil y Metrobastión esconden sus ganancias” (Tesis de maestría). Universidad de San Andrés. <https://repositorio.udesu.edu.ar/items/20420593-5665-461c-b527-0bed3da4ad68>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2020). Movilidad urbana en América Latina: desafíos y oportunidades. BID. <https://publications.iadb.org>
- CPS. (2022). Plan Integral de Movilidad Urbana Sostenible (PIMUS) del Cantón Guayaquil. Autoridad de Tránsito Municipal de Guayaquil. <https://cps.es/portfolio/plan-integral-movilidad-urbana-sostenible-pmius-canton-guayaquil/>
- Expreso. (2025). La crisis del transporte público: cómo está afectando la economía del guayaquileño. Expreso. <https://www.expreso.ec/guayaquil/crisis-transporte-publico-guayaquil-aquiles-alvarez-afectacion-economica-movilidad-atm-alcaldia-metrovia-obras-vial>
- Ferber, C., Holovatch, T., Holovatch, Y., & Palchykov, V. (2008). Public transport networks: empirical analysis and modeling. arXiv. <https://arxiv.org/abs/0803.3514>

- Flores Sánchez, M. A. (2006). Rutas más cortas al interior del sistema de transporte urbano masivo de pasajeros de Guayaquil (METROVÍA) (Tesis de maestría). Escuela Politécnica Nacional. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8208>
- Gómez Chacón, G. G., Vera Velásquez, M. A., Cárdenas Quito, C. A., & Sagubay Bernal, L. A. (2023). Estudio y diseño del circuito de transporte público fluvial entre Guayaquil, Samborondón y Durán, 2019. Revista Saberes del Conocimiento. <https://www.researchgate.net/publication/369770891>
- Gordillo Santos, R. (2014). Propuesta de sistema de transporte público y turístico alternativo acuático para Santiago de Guayaquil (Tesis de pregrado). Universidad Espíritu Santo. <https://repositorio.uees.edu.ec/items/327c9d69-a345-4e2b-821e-f25c501dc6b8>
- Gutiérrez Ríos, C. J. (2018). Estudio del sistema de transporte urbano Metrovía en zonas turísticas de Guayaquil para el diseño de planos turísticos (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil. <https://repositorio.ug.edu.ec/items/5d7bfc51-0d7f-4ed6-bee7-1820a1aa2962>
- Flores Sánchez, M. A. (2006). Rutas más cortas al interior del sistema de transporte urbano masivo de pasajeros de Guayaquil (METROVÍA) (Tesis de maestría). Escuela Politécnica Nacional. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8208>
- Melani, C., Echagüe, J. V., Torre Zaffaroni, J., & Yankelevich, D. (2016). Un caso de big data punta a punta: análisis de datos de transporte y su uso en el negocio. arXiv. <https://arxiv.org/abs/1609.01186>

- Monroy Armijos, A. E., & Quilambaqui Murillo, J. V. (2019). Estudio y diseño del sistema de transporte público solucionando el tráfico masivo en Guayaquil (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil. <https://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/43318>
- Municipio de Guayaquil. (2023). Plan de movilidad urbana sostenible. Alcaldía de Guayaquil. <https://www.guayaquil.gob.ec>
- Naranjo Ramos, Y. G. (2019). El sistema de transporte público masivo “Metrovía” en la movilidad y el espacio público de la ciudad de Guayaquil (Tesis doctoral). Universitat Politècnica de Catalunya. <https://www.tesisenred.net/handle/10803/667133>
- Piovani, D., Arcaute, E., Uchoa, G., Wilson, A., & Batty, M. (2018). Measuring accessibility using gravity and radiation models. arXiv. <https://arxiv.org/abs/1802.06421>
- Ponce Merchán, J. (2025, 21 de julio). ¿Metro de Guayaquil para el 2050? Qué tan viable es. Expreso. <https://www.expreso.ec/guayaquil/metro-guayaquil-2050-viable-250592.html>
- Reddit. (2023, diciembre). Debate sobre viabilidad de metro en Guayaquil. Reddit. <https://www.reddit.com/r/ecuador/comments/18bueja>
- Reddit. (2025, enero). Propuesta de rutas alternativas de metro y crítica al sistema actual en Guayaquil. Reddit. <https://www.reddit.com/r/ecuador/comments/1hx1hw9>

Reddit. (2019, septiembre). Usuarios demandan más buses, seguridad y ventilación en la Metrovía. Reddit. <https://www.reddit.com/r/EcuadorNoticias/comments/cy65pj>

Reddit. (s.f.). Flota de buses nuevos y eléctricos, integración Aerovía – Metrovía en Guayaquil. Reddit. <https://www.reddit.com/r/EcuadorNoticias/comments/chnt40>

Tafur Andramunio, J. A. (2019). Estudio y diseño urbano para mejoramiento de la movilidad y conectividad del sector estación Guasmo Central de la Troncal I Metrovía, Guayaquil (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil. <https://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/41098>

UITP. (2019). Global public transport trends. International Association of Public Transport. <https://www.uitp.org> Wikipedia. (2025). Metrovía. En Wikipedia. <https://es.wikipedia.org/wiki/Metrov%C3%ADa>

Wikipedia. (2025). Transporte en Guayaquil. En Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Transporte_en_Guayaquil

Wikipedia. (2025). Troncal 4 (Metrovía). En Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Troncal_4_%28Metrov%C3%ADa%29

Wikipedia. (2025). Aerovía (Guayaquil). En Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Aerov%C3%ADa_%28Guayaquil%29

Wikipedia. (2025). Línea Guayaquil–Durán (Teleférico). En Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADnea_Guayaquil%E2%80%93Dur%C3%A1n

World Bank. (2021). Urban transport and public policy in Latin America. The World Bank.

<https://www.worldbank.org>

Anexos

- Aforo vehicular en la av. Malecón Simón Bolívar antes del funcionamiento del paso desnivel del 14 al 20 de diciembre del 2020.

Estación Las Peñas								
FECHA	2 de diciembre del 2024				SENTIDO		SUR – NORTE	
UBICACIÓN	Av. Malecón Simón Bolívar (Carril Metrovía)							
TIPO DE CONTEO	MANUAL							
PERIODO		LIVIANOS	BUSES	PESADOS 2 EJES	FACTOR DE EQUIVALENCIA			VEHICULOS EQUIVALENTES
INICIO	FIN				LIVIANOS	BUSES	PESADOS	
8:00	8:15	60	6	1	1	2	2.5	75
8:15	8:30	69	6	2	1	2	2.5	86
8:30	8:45	64	4	2	1	2	2.5	77
8:45	9:00	61	6	1	1	2	2.5	76
9:00	9:15	53	5	2	1	2	2.5	68
9:15	9:30	49	6	0	1	2	2.5	61
9:30	9:45	0	7	0	1	2	2.5	14
9:45	10:00	7	5	0	1	2	2.5	17
10:00	10:15	18	8	1	1	2	2.5	37
10:15	10:30	14	6	0	1	2	2.5	26
10:30	10:45	7	6	0	1	2	2.5	19
10:45	11:00	14	8	0	1	2	2.5	30
11:00	11:15	45	6	2	1	2	2.5	62
11:15	11:30	25	5	1	1	2	2.5	38
11:30	11:45	36	8	1	1	2	2.5	55
11:45	12:00	50	5	2	1	2	2.5	65
12:00	12:15	33	5	2	1	2	2.5	48
12:15	12:30	27	4	1	1	2	2.5	38
12:30	12:45	33	4	0	1	2	2.5	41
12:45	13:00	49	5	0	1	2	2.5	59
13:00	13:15	33	5	1	1	2	2.5	46
13:15	13:30	39	7	2	1	2	2.5	58
13:30	13:45	40	5	1	1	2	2.5	53
13:45	14:00	35	8	2	1	2	2.5	56
14:00	14:15	22	6	1	1	2	2.5	37
14:15	14:30	34	6	1	1	2	2.5	49
14:30	14:45	26	4	0	1	2	2.5	34
14:45	15:00	22	5	2	1	2	2.5	37
15:00	15:15	29	7	0	1	2	2.5	43
15:15	15:30	21	5	2	1	2	2.5	36
15:30	15:45	26	5	0	1	2	2.5	36
15:45	16:00	24	5	2	1	2	2.5	39
16:00	16:15	22	7	2	1	2	2.5	41
16:15	16:30	45	4	2	1	2	2.5	58
16:30	16:45	72	4	1	1	2	2.5	83
16:45	17:00	85	8	0	1	2	2.5	101
Volumen diario		1289	206	37				

Estación Las Peñas								
FECHA	3 de diciembre de 2024				SENTIDO		SUR - NORTE	
UBICACIÓN	Av. Malecón Simón Bolívar (Carril Metrovía)							
TIPO DE CONTEO	MANUAL							
PERIODO		LIVIANOS	BUSES	PESADOS	FACTOR DE EQUIVALENCIA			VEHICULOS EQUIVALENTES
INICIO	FIN				LIVIANOS	BUSES	PESADOS	
8:00	8:15	61	7	0	1	2	2.5	75
8:15	8:30	53	8	0	1	2	2.5	69
8:30	8:45	65	8	2	1	2	2.5	86
8:45	9:00	65	5	2	1	2	2.5	80
9:00	9:15	60	7	2	1	2	2.5	79
9:15	9:30	36	5	0	1	2	2.5	46
9:30	9:45	19	4	2	1	2	2.5	32
9:45	10:00	13	6	2	1	2	2.5	30
10:00	10:15	18	4	0	1	2	2.5	26
10:15	10:30	17	8	1	1	2	2.5	36
10:30	10:45	16	6	1	1	2	2.5	31
10:45	11:00	13	4	1	1	2	2.5	24
11:00	11:15	43	4	1	1	2	2.5	54
11:15	11:30	43	8	1	1	2	2.5	62
11:30	11:45	28	6	0	1	2	2.5	40
11:45	12:00	42	7	1	1	2	2.5	59
12:00	12:15	35	4	2	1	2	2.5	48
12:15	12:30	26	5	0	1	2	2.5	36
12:30	12:45	43	8	0	1	2	2.5	59
12:45	13:00	44	5	2	1	2	2.5	59
13:00	13:15	49	6	2	1	2	2.5	66
13:15	13:30	46	6	1	1	2	2.5	61
13:30	13:45	47	5	1	1	2	2.5	60
13:45	14:00	31	7	2	1	2	2.5	50
14:00	14:15	31	4	1	1	2	2.5	42
14:15	14:30	30	8	0	1	2	2.5	46
14:30	14:45	25	5	0	1	2	2.5	35
14:45	15:00	29	4	0	1	2	2.5	37
15:00	15:15	30	7	2	1	2	2.5	49
15:15	15:30	23	6	2	1	2	2.5	40
15:30	15:45	32	6	0	1	2	2.5	44
15:45	16:00	33	8	1	1	2	2.5	52
16:00	16:15	22	5	1	1	2	2.5	35
16:15	16:30	45	8	0	1	2	2.5	61
16:30	16:45	79	6	1	1	2	2.5	94
16:45	17:00	78	8	2	1	2	2.5	99
Volumen diario		1370	218	36				

Estación Las Peñas								
FECHA	4 de diciembre de 2024				SENTIDO		SUR – NORTE	
UBICACIÓN	Av. Malecón Simón Bolívar (Caril Metrovía)							
TIPO DE CONTEO	MANUAL							
PERIODO		LIVIANOS	BUSES	PESADOS	FACTOR DE EQUIVALENCIA			VEHICULOS EQUIVALENTES
INICIO	FIN				LIVIANOS	BUSES	PESADOS	
8:00	8:15	57	5	2	1	2	2.5	72
8:15	8:30	67	7	1	1	2	2.5	84
8:30	8:45	62	8	1	1	2	2.5	81
8:45	9:00	51	7	2	1	2	2.5	70
9:00	9:15	57	5	0	1	2	2.5	67
9:15	9:30	35	4	2	1	2	2.5	48
9:30	9:45	20	5	2	1	2	2.5	35
9:45	10:00	7	8	0	1	2	2.5	23
10:00	10:15	11	7	0	1	2	2.5	25
10:15	10:30	3	6	0	1	2	2.5	15
10:30	10:45	9	8	0	1	2	2.5	25
10:45	11:00	6	8	2	1	2	2.5	27
11:00	11:15	48	5	1	1	2	2.5	61
11:15	11:30	43	8	1	1	2	2.5	62
11:30	11:45	40	7	0	1	2	2.5	54
11:45	12:00	50	4	0	1	2	2.5	58
12:00	12:15	27	7	2	1	2	2.5	46
12:15	12:30	28	8	1	1	2	2.5	47
12:30	12:45	39	7	1	1	2	2.5	56
12:45	13:00	28	8	2	1	2	2.5	49
13:00	13:15	34	5	1	1	2	2.5	47
13:15	13:30	44	7	0	1	2	2.5	58
13:30	13:45	31	5	0	1	2	2.5	41
13:45	14:00	39	5	0	1	2	2.5	49
14:00	14:15	32	6	1	1	2	2.5	47
14:15	14:30	28	5	2	1	2	2.5	43
14:30	14:45	32	8	1	1	2	2.5	51
14:45	15:00	25	4	0	1	2	2.5	33
15:00	15:15	23	7	0	1	2	2.5	37
15:15	15:30	26	4	2	1	2	2.5	39
15:30	15:45	24	8	0	1	2	2.5	40
15:45	16:00	26	5	0	1	2	2.5	36
16:00	16:15	24	6	0	1	2	2.5	36
16:15	16:30	45	7	0	1	2	2.5	59
16:30	16:45	77	8	2	1	2	2.5	98
16:45	17:00	83	8	2	1	2	2.5	104
Volumen diario		1281	230	31				

Estación Las Peñas								
FECHA	5 de diciembre de 2024				SENTIDO		SUR - NORTE	
UBICACIÓN	Av. Malecón Simón Bolívar (Caril Metrovía)							
TIPO DE CONTEO	MANUAL				FACTOR DE EQUIVALENCIA			VEHICULOS EQUIVALENTES
PERIODO		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				
INICIO	FIN				LIVIANOS	BUSES	PESADOS	
8:00	8:15	54	5	0	1	2	2.5	64
8:15	8:30	63	4	0	1	2	2.5	71
8:30	8:45	51	6	0	1	2	2.5	63
8:45	9:00	58	8	2	1	2	2.5	79
9:00	9:15	58	6	0	1	2	2.5	70
9:15	9:30	40	8	0	1	2	2.5	56
9:30	9:45	12	5	0	1	2	2.5	22
9:45	10:00	20	5	0	1	2	2.5	30
10:00	10:15	0	7	2	1	2	2.5	19
10:15	10:30	16	4	1	1	2	2.5	27
10:30	10:45	6	6	2	1	2	2.5	23
10:45	11:00	20	7	0	1	2	2.5	34
11:00	11:15	31	5	1	1	2	2.5	44
11:15	11:30	28	5	2	1	2	2.5	43
11:30	11:45	44	8	2	1	2	2.5	65
11:45	12:00	48	5	1	1	2	2.5	61
12:00	12:15	32	7	1	1	2	2.5	49
12:15	12:30	48	8	1	1	2	2.5	67
12:30	12:45	41	4	2	1	2	2.5	54
12:45	13:00	32	8	2	1	2	2.5	53
13:00	13:15	34	7	2	1	2	2.5	53
13:15	13:30	34	6	0	1	2	2.5	46
13:30	13:45	41	8	2	1	2	2.5	62
13:45	14:00	25	8	1	1	2	2.5	44
14:00	14:15	23	7	0	1	2	2.5	37
14:15	14:30	26	6	0	1	2	2.5	38
14:30	14:45	32	5	1	1	2	2.5	45
14:45	15:00	30	4	1	1	2	2.5	41
15:00	15:15	34	5	0	1	2	2.5	44
15:15	15:30	35	4	1	1	2	2.5	46
15:30	15:45	28	5	2	1	2	2.5	43
15:45	16:00	22	6	0	1	2	2.5	34
16:00	16:15	28	7	1	1	2	2.5	45
16:15	16:30	45	6	2	1	2	2.5	62
16:30	16:45	72	8	2	1	2	2.5	93
16:45	17:00	81	5	1	1	2	2.5	94
Volumen diario		1292	218	35				

Estación Las Peñas								
FECHA	6 de diciembre de 2024				SENTIDO		SUR – NORTE	
UBICACIÓN	Av. Malecón Simón Bolívar (Caril Metrovía)							
TIPO DE CONTEO	MANUAL							
PERIODO		LIVIANOS	BUSES	PESADOS	FACTOR DE EQUIVALENCIA			VEHICULOS EQUIVALENTES
INICIO	FIN				LIVIANOS	BUSES	PESADOS	
8:00	8:15	70	8	1	1	2	2.5	86
8:15	8:30	60	8	1	1	2	2.5	79
8:30	8:45	59	7	0	1	2	2.5	73
8:45	9:00	63	8	1	1	2	2.5	82
9:00	9:15	55	6	1	1	2	2.5	70
9:15	9:30	49	5	2	1	2	2.5	64
9:30	9:45	13	5	2	1	2	2.5	28
9:45	10:00	12	7	1	1	2	2.5	29
10:00	10:15	11	7	0	1	2	2.5	25
10:15	10:30	20	6	0	1	2	2.5	32
10:30	10:45	12	7	2	1	2	2.5	31
10:45	11:00	1	5	0	1	2	2.5	11
11:00	11:15	26	7	2	1	2	2.5	45
11:15	11:30	27	6	1	1	2	2.5	42
11:30	11:45	26	8	1	1	2	2.5	45
11:45	12:00	47	7	0	1	2	2.5	61
12:00	12:15	36	5	1	1	2	2.5	49
12:15	12:30	40	7	1	1	2	2.5	57
12:30	12:45	47	4	1	1	2	2.5	58
12:45	13:00	28	7	0	1	2	2.5	42
13:00	13:15	31	7	1	1	2	2.5	48
13:15	13:30	42	8	2	1	2	2.5	63
13:30	13:45	31	8	0	1	2	2.5	47
13:45	14:00	40	4	2	1	2	2.5	53
14:00	14:15	35	5	0	1	2	2.5	45
14:15	14:30	33	8	0	1	2	2.5	49
14:30	14:45	31	7	1	1	2	2.5	48
14:45	15:00	35	5	0	1	2	2.5	45
15:00	15:15	30	5	2	1	2	2.5	45
15:15	15:30	23	4	1	1	2	2.5	34
15:30	15:45	33	4	1	1	2	2.5	44
15:45	16:00	31	5	1	1	2	2.5	44
16:00	16:15	35	6	1	1	2	2.5	50
16:15	16:30	45	5	1	1	2	2.5	58
16:30	16:45	78	8	2	1	2	2.5	99
16:45	17:00	78	5	0	1	2	2.5	88
Volumen diario		1333	224	32				

Estación Las Peñas								
FECHA	7 de diciembre de 2024				SENTIDO		SUR – NORTE	
UBICACIÓN	Av. Malecón Simón Bolívar (Carril Metrovía)							
TIPO DE CONTEO	MANUAL							
PERIODO		LIVIANOS	BUSES	PESADOS	FACTOR DE EQUIVALENCIA			VEHICULOS EQUIVALENTES
INICIO	FIN				LIVIANOS	BUSES	PESADOS	
8:00	8:15	30	4	0	1	2	2.5	38
8:15	8:30	21	3	1	1	2	2.5	30
8:30	8:45	33	5	0	1	2	2.5	43
8:45	9:00	22	6	1	1	2	2.5	37
9:00	9:15	20	4	0	1	2	2.5	28
9:15	9:30	18	6	0	1	2	2.5	30
9:30	9:45	29	5	0	1	2	2.5	39
9:45	10:00	33	3	1	1	2	2.5	42
10:00	10:15	21	4	0	1	2	2.5	29
10:15	10:30	28	5	1	1	2	2.5	41
10:30	10:45	29	2	2	1	2	2.5	38
10:45	11:00	26	3	1	1	2	2.5	35
11:00	11:15	27	6	0	1	2	2.5	39
11:15	11:30	15	6	0	1	2	2.5	27
11:30	11:45	31	5	1	1	2	2.5	44
11:45	12:00	26	4	0	1	2	2.5	34
12:00	12:15	27	2	2	1	2	2.5	36
12:15	12:30	35	2	0	1	2	2.5	39
12:30	12:45	35	5	2	1	2	2.5	50
12:45	13:00	16	2	2	1	2	2.5	25
13:00	13:15	23	2	0	1	2	2.5	27
13:15	13:30	29	4	1	1	2	2.5	40
13:30	13:45	28	6	1	1	2	2.5	43
13:45	14:00	21	4	2	1	2	2.5	34
14:00	14:15	15	6	0	1	2	2.5	27
14:15	14:30	23	5	1	1	2	2.5	36
14:30	14:45	25	3	2	1	2	2.5	36
14:45	15:00	28	3	0	1	2	2.5	34
15:00	15:15	29	2	2	1	2	2.5	38
15:15	15:30	27	6	0	1	2	2.5	39
15:30	15:45	32	5	0	1	2	2.5	42
15:45	16:00	19	5	1	1	2	2.5	32
16:00	16:15	32	2	1	1	2	2.5	39
16:15	16:30	35	4	0	1	2	2.5	43
16:30	16:45	22	3	0	1	2	2.5	28
16:45	17:00	20	3	2	1	2	2.5	31
Volumen diario		930	145	27				

Estación Las Peñas								
FECHA	8 de diciembre de 2024				SENTIDO		SUR – NORTE	
UBICACIÓN	Av. Malecón Simón Bolívar (Camil Metrovia)							
TIPO DE CONTEO	MANUAL							
PERIODO			BUSES	PESADOS	FACTOR DE EQUIVALENCIA			VEHICULOS EQUIVALENTES
INICIO	FIN				LIVIANOS	BUSES	PESADOS	
8:00	8:15	24	4	1	1	2	2.5	35
8:15	8:30	34	6	0	1	2	2.5	46
8:30	8:45	20	4	2	1	2	2.5	33
8:45	9:00	23	3	1	1	2	2.5	32
9:00	9:15	25	4	2	1	2	2.5	38
9:15	9:30	27	3	1	1	2	2.5	36
9:30	9:45	21	2	1	1	2	2.5	28
9:45	10:00	24	2	2	1	2	2.5	33
10:00	10:15	20	5	1	1	2	2.5	33
10:15	10:30	17	5	2	1	2	2.5	32
10:30	10:45	20	2	2	1	2	2.5	29
10:45	11:00	15	4	1	1	2	2.5	26
11:00	11:15	26	2	1	1	2	2.5	33
11:15	11:30	20	4	1	1	2	2.5	31
11:30	11:45	22	5	2	1	2	2.5	37
11:45	12:00	35	6	2	1	2	2.5	52
12:00	12:15	16	3	0	1	2	2.5	22
12:15	12:30	20	3	0	1	2	2.5	26
12:30	12:45	17	2	1	1	2	2.5	24
12:45	13:00	21	6	0	1	2	2.5	33
13:00	13:15	16	3	1	1	2	2.5	25
13:15	13:30	24	6	0	1	2	2.5	36
13:30	13:45	19	5	2	1	2	2.5	34
13:45	14:00	33	3	0	1	2	2.5	39
14:00	14:15	32	5	0	1	2	2.5	42
14:15	14:30	25	3	2	1	2	2.5	36
14:30	14:45	32	5	0	1	2	2.5	42
14:45	15:00	30	6	0	1	2	2.5	42
15:00	15:15	27	6	1	1	2	2.5	42
15:15	15:30	22	4	1	1	2	2.5	33
15:30	15:45	24	6	0	1	2	2.5	36
15:45	16:00	19	3	1	1	2	2.5	28
16:00	16:15	27	4	2	1	2	2.5	40
16:15	16:30	20	6	1	1	2	2.5	35
16:30	16:45	29	5	1	1	2	2.5	42
16:45	17:00	26	4	2	1	2	2.5	39
Volumen diario		852	149	37				

Determinación de velocidades en el sentido sur – norte en la av. Malecón Simón Bolívar
Andrade.

TRAMO:	AV. MALECON SIMON BOLIVAR		SENTIDO:	SUR – NORTE
TIPO DE CONTADOR:	Manual	FECHA: 10 DE DICIEMBRE DEL 2024		
RANGO HORARIO:	Pico	RESULTADOS DE VELOCIDADES		
PERIODO		VEHICULOS	TIEMPOS	LONGITUD
INICIO	FIN	Veh	seg	m
8:00	9:00	1	9.28	80.00
		2	9.34	
		3	10.08	
		4	9.21	
		5	10.33	
		6	9.55	
		7	10.68	
		8	8.62	
		9	10.61	
		10	8.8	
		11	10.03	
		12	9.03	
		13	9.67	
		14	9.18	
		15	9.48	
		16	9.49	
		17	10.28	
		18	11.84	
		Promedio	9.75	

TRAMO:	AV. MALECON SIMON BOLIVAR	SENTIDO:	SUR – NORTE	
TIPO DE CONTADOR:	Manual	FECHA: 10 DE DICIEMBRE DEL 2024		
RANGO HORARIO:	Pico	RESULTADOS DE VELOCIDADES		
PERIODO		VEHICULOS	TIEMPOS	LONGITUD
INICIO	FIN	Veh	seg	m
9:00	10:00	1	8.47	80.00
		2	19.2	
		3	7.78	
		4	7.38	
		5	7.78	
		6	26.18	
		7	5.76	
		8	9	
		9	7.02	
		10	14.4	
		11	7.02	
		12	8.73	
		13	11.08	
		14	18	
		15	13.71	
		16	8.47	
		17	12	
		18	16.94	
		Promedio	11.61	

TRAMO:	AV. MALECON SIMON BOLIVAR		SENTIDO:	SUR – NORTE
TIPO DE CONTADOR:	Manual	FECHA: 10 DE DICIEMBRE DEL 2024		
RANGO HORARIO:	Valle	RESULTADOS DE VELOCIDADES		
PERIODO		VEHICULOS	TIEMPOS	LONGITUD
INICIO	FIN	Veh	seg	m
10:00	11:00	1	3.6	80.00
		2	3.95	
		3	7.38	
		4	9.29	
		5	7.78	
		6	3.69	
		7	8	
		8	2.46	
		9	2.4	
		10	3.79	
		11	4.17	
		12	2.59	
		13	2.85	
		14	6.55	
		15	2.5	
		16	7.2	
		17	6.13	
		18	6.55	
		Promedio	5.05	

TRAMO:	AV. MALECON SIMON BOLIVAR		SENTIDO:	SUR – NORTE
TIPO DE CONTADOR:	Manual	FECHA: 10 DE DICIEMBRE DEL 2024		
RANGO HORARIO:	Pico	RESULTADOS DE VELOCIDADES		
PERIODO		VEHICULOS	TIEMPOS	LONGITUD
INICIO	FIN	Veh	seg	m
11:00	12:00	1	7.61	80.00
		2	6.68	
		3	7.75	
		4	7.2	
		5	7.69	
		6	7.56	
		7	6.56	
		8	7.7	
		9	6.62	
		10	7.47	
		11	7.67	
		12	6.68	
		13	6.97	
		14	7.75	
		15	7.47	
		16	7.39	
		17	7.21	
		18	4.9	
		Promedio	7.16	

TRAMO:	AV. MALECON SIMON BOLIVAR		SENTIDO:	SUR – NORTE
TIPO DE CONTADOR:	Manual	FECHA: 10 DE DICIEMBRE DEL 2024		
RANGO HORARIO:	Pico	RESULTADOS DE VELOCIDADES		
PERIODO		VEHICULOS	TIEMPOS	LONGITUD
INICIO	FIN	Veh	seg	m
12:00	13:00	1	11.84	80.00
		2	10.32	
		3	12.37	
		4	11.58	
		5	10.28	
		6	11.19	
		7	12.19	
		8	10.83	
		9	10.59	
		10	11.19	
		11	10.54	
		12	12.46	
		13	11.1	
		14	10.99	
		15	10.62	
		16	11.49	
		17	11.23	
		18	10.43	
		Promedio	11.18	

TRAMO:	AV. MALECON SIMON BOLIVAR		SENTIDO:	SUR – NORTE
TIPO DE CONTADOR:	Manual	FECHA: 10 DE DICIEMBRE DEL 2024		
RANGO HORARIO:	Pico	RESULTADOS DE VELOCIDADES		
PERIODO		VEHICULOS	TIEMPOS	LONGITUD
INICIO	FIN	Veh	seg	m
13:00	14:00	1	15.23	80.00
		2	15.98	
		3	14.9	
		4	16.1	
		5	15.34	
		6	16.45	
		7	15	
		8	15.77	
		9	15.89	
		10	14.85	
		11	15.66	
		12	15.42	
		13	15.21	
		14	16	
		15	15.13	
		16	15.95	
		17	14.87	
		18	15.97	
		Promedio	15.54	

TRAMO:	AV. MALECON SIMON BOLIVAR		SENTIDO:	SUR – NORTE
TIPO DE CONTADOR:	Manual	FECHA: 10 DE DICIEMBRE DEL 2024		
RANGO HORARIO:	Pico	RESULTADOS DE VELOCIDADES		
PERIODO		VEHICULOS	TIEMPOS	LONGITUD
INICIO	FIN	Veh	seg	m
14:00	15:00	1	10.2	80.00
		2	11.2	
		3	12.75	
		4	13.1	
		5	11.05	
		6	12.3	
		7	12.31	
		8	12.32	
		9	12.33	
		10	12.34	
		11	12.35	
		12	12.36	
		13	12.37	
		14	12.38	
		15	12.39	
		16	12.4	
		17	12.41	
		18	14.94	
		Promedio	12.31	

TRAMO:	AV. MALECON SIMON BOLIVAR		SENTIDO:	SUR – NORTE
TIPO DE CONTADOR:	Manual	FECHA: 10 DE DICIEMBRE DEL 2024		
RANGO HORARIO:	Pico	RESULTADOS DE VELOCIDADES		
PERIODO		VEHICULOS	TIEMPOS	LONGITUD
INICIO	FIN	Veh	seg	m
15:00	16:00	1	12.89	80.00
		2	9.67	
		3	10.42	
		4	11.15	
		5	13.24	
		6	8.95	
		7	10.08	
		8	12.33	
		9	11.76	
		10	9.31	
		11	14.02	
		12	10.57	
		13	11.94	
		14	8.73	
		15	13.5	
		16	10.21	
		17	11.03	
		18	10.94	
		Promedio	11.15	

TRAMO:	AV. MALECON SIMON BOLIVAR		SENTIDO:	SUR – NORTE
TIPO DE CONTADOR:	Manual	FECHA: 10 DE DICIEMBRE DEL 2024		
RANGO HORARIO:	Pico	RESULTADOS DE VELOCIDADES		
PERIODO		VEHICULOS	TIEMPOS	LONGITUD
INICIO	FIN	Veh	seg	m
16:00	17:00	1	16.23	80.00
		2	18.47	
		3	19.12	
		4	15.68	
		5	20.31	
		6	17.09	
		7	17.15	
		8	19.55	
		9	17.42	
		10	18.76	
		11	15.97	
		12	17.5	
		13	16.05	
		14	19.33	
		15	17.18	
		16	20.07	
		17	15.1	
		18	20.27	
		Promedio	17.85	

Tabla de cálculo de velocidades por rango horario en la av. Malecón Simón Bolívar

Sentido: Sur – Norte			ANÁLISIS OPERACIONAL		
Periodo					
Inicio	Fin	Distancia (m)	Tiempo promedio (s)	Velocidad (km/h)	Velocidad (mi/h)
8:00	9:00	80	9.75	29.54	18.36
8:15	9:15	80	10.22	28.19	17.52
8:30	9:30	80	10.68	26.97	16.76
8:45	9:45	80	11.15	25.84	16.06
9:00	10:00	80	11.61	24.81	15.42
9:15	10:15	80	9.97	28.89	17.95
9:30	10:30	80	8.33	34.57	21.49
9:45	10:45	80	6.69	43.05	26.76
10:00	11:00	80	5.05	57.03	35.44
10:15	11:15	80	5.58	51.64	32.09
10:30	11:30	80	6.11	47.17	29.32
10:45	11:45	80	6.63	43.42	26.99
11:00	12:00	80	7.16	40.22	25.00
11:15	12:15	80	8.17	35.27	21.92
11:30	12:30	80	9.17	31.41	19.52
11:45	12:45	80	10.18	28.30	17.59
12:00	13:00	80	11.18	25.76	16.01
12:15	13:15	80	12.27	23.47	14.59
12:30	13:30	80	13.36	21.56	13.40
12:45	13:45	80	14.45	19.93	12.39
13:00	14:00	80	15.54	18.53	11.52
13:15	14:15	80	14.73	19.55	12.15
13:30	14:30	80	13.93	20.68	12.85
13:45	14:45	80	13.12	21.96	13.65
14:00	15:00	80	12.31	23.40	14.54
14:15	15:15	80	12.02	23.96	14.89
14:30	15:30	80	11.73	24.55	15.26
14:45	15:45	80	11.44	25.17	15.65
15:00	16:00	80	11.15	25.83	16.05
15:15	16:15	80	12.83	22.46	13.96
15:30	16:30	80	14.50	19.86	12.34
15:45	16:45	80	16.18	17.81	11.07
16:00	17:00	80	17.85	16.13	10.03