



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**PROPUESTA DE MOVILIDAD ACTIVA Y MICROMOVILIDAD EN LA VÍA MONAY-
BAGUANCHI**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Automotriz

AUTORES: JOSÉ FERNANDO ESPINOZA SUÁREZ
GERARD JOSUÉ PEÑA RÍOS
TUTOR: ING. JAVIER STALIN VÁZQUEZ SALAZAR

Cuenca - Ecuador
2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, José Fernando Espinoza Suárez con documento de identificación N° 0105905277 y Gerard Josué Peña Ríos con documento de identificación N° 0107254591; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 26 de enero del 2024

Atentamente,



José Fernando Espinoza Suárez

0105905277



Gerard Josué Peña Ríos

0107254591

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, José Fernando Espinoza Suárez con documento de identificación N° 0105905277 y Gerard Josué Peña Ríos con documento de identificación N° 0107254591, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Propuesta de movilidad activa y micromovilidad en la vía Monay-Baguanchi”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 26 de enero del 2024

Atentamente,



José Fernando Espinoza Suárez

0105905277



Gerard Josué Peña Ríos

0107254591

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Javier Stalin Vázquez Salazar con documento de identificación N° 0301448353, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: PROPUESTA DE MOVILIDAD ACTIVA Y MICROMOVILIDAD EN LA VIA MONAY-BAGUANCHI, realizado por José Fernando Espinoza Suárez con documento de identificación N° 0105905277 y por Gerard Josué Peña Ríos con documento de identificación N° 0107254591, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 26 de enero del 2024

Atentamente,



Ing. Javier Stalin Vázquez Salazar

0301448353

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico a mis padres José Espinoza y Kenya Suárez que ha sido una fuente principal de apoyo, amor y cariño a lo largo de este camino. Por todos sus consejos, apoyo y aliento que me han ayudado a salir adelante, gracias a todo su sacrificio por darme la educación y confiar en mí en todo momento. Este logro es tan suyo como mío.

De igual manera le dedico a mi abuelita Deidamia Reyes, deseaba que ella pudiera ver este logro, todo el cariño y aprecio que ella me brinda es el motor que me hace seguir adelante y ello fue el mayor impulso que tenía para lograr todo esto.

A mi familia y mis amigos, que me han acompañado en este proceso y me han brindado su apoyo y ayuda.

A todos, les dedico con gratitud este paso importante en mi camino profesional.

José Fernando Espinoza Suárez

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico a mi familia, ya que siempre ha estado presente en el camino hacia el final de esta aventura, y en especial se lo dedico a mi abuelita Dorila Hidalgo que ya no está presente, pero es la que más me apoyo en mis años de estudio.

De igual forma agradezco a mi gran círculo de amigos reales, por compartir risas y largas noches de disfrute.

Dedico este paso importante en mi camino profesional a todos.

Gerard Josué Peña Ríos

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por brindarme la salud, sabiduría y paciencia por todo este proceso, a la universidad, los docentes y personal por la orientación y todo el conocimiento impartido.

Al Ing. Javier Vázquez por su mentoría, conocimientos brindados, motivación y ser un pilar fundamental para la elaboración de este proyecto y su gran guía para la elaboración de este proyecto.

A mi compañero de tesis, por su dedicación en este proyecto ya que sin él no hubiera sido posible completar con este paso.

Finalmente, agradezco a todas las personas que confiaron en mí. Su colaboración y apoyo han sido esenciales durante este proceso académico.

José Fernando Espinoza Suárez

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por darme la sabiduría para todo mi proceso académico.

Agradezco a mis profesores por orientarme y enseñarme sus conocimientos por estos años.

Al Ing. Javier Vázquez por su mentoría, conocimientos brindados, motivación y ser un pilar fundamental para la elaboración de este proyecto y su gran guía para la elaboración de este proyecto.

A mi compañero de tesis, por su dedicación en este proyecto ya que sin él no hubiera sido posible completar con este paso.

Este logro no hubiera sido posible si el contaste respaldo de quienes creyeron en mí.

Gerard Josué Peña Ríos

RESUMEN

El proyecto desarrollado se basa en análisis de tiempos de viaje con la finalidad de evaluar la posibilidad de una propuesta de movilidad activa y micromovilidad en la vía Monay-Baguanchi, la misma que pueda utilizar y promover modos de transporte sostenible y disminuir el congestionamiento vehicular. Para lograr esto se realizan varias actividades.

Se realiza un estudio de movilidad para establecer patrones y parámetros de movilidad, obteniendo de datos como: distancia, altitud, crecimiento poblacional, indicadores de uso de vehículos por persona y datos sobre los vehículos utilizados en la micromovilidad. A su vez, se efectúan pruebas experimentales para tener referencia de velocidad y tiempos de viaje en diferentes métodos de transporte, ya sea transporte tradicional o movilidad alternativa, teniendo muestras a diferentes horas del día.

Considerando toda la información, se realiza el análisis de todos los resultados obtenidos, considerando las variables seleccionadas. Los datos obtenidos se organizarán en tablas y graficas que facilitan la interpretación de los mismos, estos se analizarán para llegar a conclusiones sobre el tipo de propuesta que se pueda desarrollar.

Finalmente, se generar propuestas analizando la información previamente obtenida. En este proceso se comprueba la viabilidad de solucionar problemas de tiempos de viaje en la movilidad del sector, aplicando la metodología planteada y aplicada en el proyecto.

Palabras Clave: Micromovilidad, Movilidad, Propuesta, Problemas, Transporte.

ABSTRACT

The project developed is based on travel time analysis in order to evaluate the possibility of a proposal for active mobility and micro-mobility in the Monay-Baguanchi road, which can use and promote sustainable modes of transportation and reduce vehicular congestion. To achieve this, several activities were carried out.

A mobility study is carried out to establish mobility patterns and parameters, obtaining data such as: distance, altitude, population growth, indicators of vehicle use per person and data on vehicles used in micromobility. At the same time, experimental tests are carried out to have a reference of speed and travel times in different transportation methods, either traditional transportation or alternative mobility, having samples at different times of the day.

Considering all the information, the analysis of all the results obtained is carried out, considering the selected variables. The data obtained will be organized in tables and graphs that facilitate the interpretation of the same, these will be analyzed to reach conclusions on the type of proposal that can be developed.

Finally, a proposal is generated by analyzing the information previously obtained. In this process, the road linked to common problems encountered will be checked, taking into account the methodology applied in the project.

Palabras Clave: *Micromobility, Mobility, Proposal, Problems, Transportation.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
1. INTRODUCCIÓN.....	16
2. PROBLEMA.....	17
2.1. Antecedentes.....	17
2.2. Importancia y alcance.....	17
2.3. Delimitación.....	18
3. OBJETIVOS.....	19
3.1. Objetivo general.....	19
3.2. Objetivos Específicos.....	19
4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y ESTADO DEL ARTE.....	20
4.1. Movilidad Activa.....	20
4.2. Micromovilidad.....	21
4.3. Clasificación de vehículos para micromovilidad.....	22
4.4. Usuarios de vehículos para micromovilidad.....	23
4.5. Micromovilidad en Europa.....	24
4.6. Micromovilidad en Latinoamérica.....	27
4.7. Políticas para la micromovilidad en Latinoamérica.....	28
4.7.1. Argentina.....	28
4.7.2. Brasil.....	28
4.7.3. Chile.....	29
4.7.4. Colombia.....	29
4.7.5. México.....	30
4.7.6. Uruguay.....	30
4.8. Micromovilidad en el Ecuador.....	30

4.9.	Factores de Seguridad	32
4.10.	Accesibilidad	33
4.11.	Cultura	34
4.12.	Infraestructuras	34
4.13.	Marco legal	35
4.13.1.	Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial.....	35
4.13.2.	Reglamento a la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial 38	
4.14.	Micromovilidad en la ciudad de Cuenca	39
4.14.1.	Velocidad	39
4.14.2.	Seguridad	40
4.14.3.	Usuarios	41
5.	MARCO METODOLÓGICO.....	42
5.1.	Determinación de la ruta	42
5.1.1.	Características de la ruta.....	43
5.1.2.	Elevación de la ruta	43
5.2.	Volúmenes de transito.....	44
5.2.1.	Características de los volúmenes de tránsito	44
5.3.	Distribución y composición del volumen de tránsito.....	45
5.4.	Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda.....	47
5.4.1.	Variación horaria del volumen de tránsito	49
5.5.	Método del vehículo flotante.....	50
5.6.	Instrumentación utilizada	51
5.6.1.	Dispositivo GARMIN Edge 830	51
5.6.2.	Vehículo Toyota Hilux 2003	52
5.6.3.	Scooter eléctrico Novangua.....	53
5.6.4.	Bicicleta Specialized con asistencia eléctrica.....	53

6.	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS	54
6.1.	Análisis de distribución del volumen de tránsito	54
6.2.	Ocupantes de los vehículos	57
6.3.	Análisis de variación del volumen de tránsito	60
6.4.	Análisis de parámetros de viaje en diferentes medios de transporte.....	70
6.4.1.	Análisis de pendientes	70
6.4.2.	Análisis de velocidad y pendiente con respecto a la distancia	72
6.4.3.	Análisis Velocidad-Tiempo.....	73
6.4.4.	Análisis Velocidad-Distancia	75
6.5.	Propuesta de movilidad alternativa en la vía Monay-Baguanchi.....	78
7.	CONCLUSIONES	83
8.	RECOMENDACIONES	84
9.	BIBLIOGRAFÍA	85

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Características de la Toyota Hilux 2003	52
Tabla 2	Número y porcentaje de vehículos según la distribución día 1.....	55
Tabla 3	Número y porcentaje de vehículos según la distribución día 1.....	56
Tabla 4	Número y porcentaje de vehículos según el número de ocupantes día 1.....	57
Tabla 5	Número y porcentaje de vehículos según el número de ocupantes día 2.....	59

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación vía Monay-Baguanchi	18
Figura 2	Pirámide invertida de movilidad.....	21
Figura 3	Flujo vehicular de la ruta	42

Figura 4 Flujo vehicular de la ruta en hora valle horario de la tarde	42
Figura 5 Elevación de la ruta.....	43
Figura 6 Bicicleta convencional.....	46
Figura 7 Ejemplo de volumen de tránsito	48
Figura 8 Ejemplo de volumen de tránsito en intervalos de 15 minutos	49
Figura 9 Dispositivo GARMIN Edge® 830	51
Figura 10 Toyota Hilux 2003.....	52
Figura 11 Scooter Eléctrico Novangua	53
Figura 12 Bicicleta con asistencia eléctrica de pedaleo	54
Figura 13 Gráfico de distribución de vehículos día 1	54
Figura 14 Gráfico de distribución de vehículos día 2	56
Figura 15 Gráfico de número de ocupantes día 1.....	58
Figura 16 Gráfico de número de ocupantes día 2.....	59
Figura 17 Diagrama de flujo de vehículos en sentido Baguanchi-Monay día 1	61
Figura 18 Volumen de tránsito hora de máxima demanda Baguanchi-Monay día 1.....	62
Figura 19 Diagrama de flujo de vehículos en sentido Monay-Baguanchi día 1	63
Figura 20 Volumen de tránsito hora de máxima demanda Monay-Baguanchi día 1.....	64
Figura 21 Diagrama de flujo de vehículos en sentido Baguanchi-Monay día 2.....	65
Figura 22 Volumen de tránsito hora de máxima demanda Baguanchi-Monay día 2.....	66
Figura 23 Diagrama de flujo de vehículos en sentido Monay-Baguanchi día 2	67
Figura 24 Volumen de tránsito hora de máxima demanda Monay-Baguanchi día 2.....	68
Figura 25 Gráfica Altitud-Distancia Baguanchi-Monay.....	70
Figura 26 Gráfica Altitud-Distancia Monay-Baguanchi.....	71
Figura 27 Gráficas de Velocidad; Altitud-Distancia Monay-Baguanchi	72
Figura 28 Gráficas de Velocidad; Altitud-Distancia Baguanchi-Monay	72
Figura 29 Gráficas Velocidad-Tiempo Baguanchi-Monay.....	74
Figura 30 Gráficas Velocidad-Tiempo Monay-Baguanchi.....	75

Figura 31 Gráficas Velocidad-Distancia Baguanchi-Monay	76
Figura 32 Gráficas Velocidad-Distancia Monay-Baguanchi	77

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto planteado sobre la “Propuesta de movilidad activa y micromovilidad en la vía Monay-Baguanchi”, se enfoca en evaluar alternativas de transporte para este sector. Esta zona ha evidenciado en los últimos años un significativo crecimiento poblacional, ocasionando mayor uso vehicular, que se ha traducido en mayores tiempos de viaje, tráfico congestionado y baja utilización de modos de transporte sustentables y eco amigables.

Se evalúa la situación de la movilidad actual y en base a estos resultados se diseña una propuesta específica para incentivar el uso de medios no motorizados, como la caminata y la bicicleta, así como opciones de movilidad eléctrica, como bicicletas, patinetas y monopatines eléctricos. Este análisis de la problemática se realiza mediante un estudio integral que combine trabajo de campo, análisis de datos y la percepción de la comunidad, además de diseñar una estrategia de movilidad que se adapte a las necesidades y preferencias de los habitantes de este sector de Cuenca.

2. PROBLEMA

En el sector Monay-Baguanchi el crecimiento de la población ha sido una constante en los periodos intercensales en la parroquia de El Valle. En el último periodo intercensal 2001 – 2010 es del 2,9% que supera a la de Cuenca que es del 2,14%. La tendencia de crecimiento de la población también es una constante en la parroquia urbana de Monay, como se demuestra estadísticamente en el último periodo del 2000 – 2010 es del 3,62 (Karina Prado Farfán Mgs, 2019). Involucrado crecimiento en el parque automotor del sector, ocasionando que exista tráfico vehicular, que los tiempos de viaje entre corresponde entre el Redondel del IESS hasta llegar a la zona de Baguanchi se incrementen significativamente en los horarios de máxima demanda, además de ser una vía angosta lo que ocasiona el poco o nulo uso de sistemas alternativos de transporte. Además de destacar que el indicador de uso por vehículo es aproximado de 1,2 a 1,5 y el 32% de las personas prefieren movilizarse en transporte motorizados privados, demandando gran espacio para la movilidad de pocas personas.

2.1. Antecedentes

El crecimiento constante del parque automotor ha ido en aumento de acuerdo con la tasa de crecimiento de poblacional, por ellos el alto congestionamiento del tráfico es uno de los mayores problemas que hay en el sector, razón por la cual existe la necesidad de reducir la dependencia de los vehículos y promover modos de transporte más favorables a estilos de vida más sanos y activos.

2.2. Importancia y alcance

El beneficio va enfocado hacia la población del sector de Monay-Baguanchi con el aporte de una propuesta que promueve el uso de transportes alternativos; al implementar opciones de transporte más sostenibles y saludables, los habitantes de este sector podrían mejorar su calidad

de vida, reduciendo tiempos de traslado, disminuyendo el sedentarismo y la dependencia del automóvil.

2.3. Delimitación

Este proyecto se llevará a cabo en el sector de Monay ubicado en la ciudad de Cuenca; este sector posee una población de 21.583 habitantes, según el censo realizado en el año 2010, específicamente el área de influencia directa es la vía Monay-Baguanchi en el tramo comprendido entre el redondel del IESS hasta llegar a la iglesia de Baguanchi, este tramo posee una longitud de 5,5 km aproximadamente.

Figura 1

Ubicación vía Monay-Baguanchi



Nota: Tramo de la vía Monay-Baguanchi comprendido entre el redondel del IESS hasta llegar a la zona de Baguanchi. Tomado de *Strava*.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Desarrollar una propuesta de movilidad activa y micromovilidad en la vía Monay-Baguanchi.

3.2. Objetivos Específicos

- Establecer el marco teórico sobre la movilidad activa y micromovilidad en base a metodología, fuentes bibliográficas, normativas y ordenanzas a nivel nacional e internacional.
- Elaborar un sondeo sobre los puntos de vista de los habitantes del sector con respecto a la movilidad, además; de realizar pruebas experimentales en la zona aplicando las metodologías correspondientes.
- Desarrollar una propuesta de movilidad en donde se aplique la movilidad activa y micromovilidad enfocada en la vía Monay-Baguanchi mediante la obtención de datos.

4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y ESTADO DEL ARTE

4.1. Movilidad Activa

Es toda forma de movilidad en la que se realiza alguna actividad física significativa, lo que incluye caminar, andar en bicicleta o en patineta; es decir, medios que no tienen propulsión de ningún tipo (Arias et al., 2023).

En las ciudades grandes e intermedias del Ecuador, las principales externalidades negativas generadas por el sector transporte son: la siniestralidad, la congestión vehicular y la contaminación ambiental. Por ejemplo, en el Ecuador el transporte es responsable del 26,52% de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel nacional.

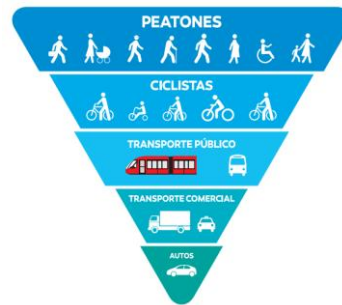
Varios estudios han demostrado que la inversión en infraestructura para movilidad activa, genera un mayor retorno de inversión en comparación con otras infraestructuras de transporte, debido al ahorro en salud pública, en productividad y en tiempos de traslado. Por ejemplo, la bicicleta es el modo de transporte más rápido y eficiente para hacer viajes de hasta cinco kilómetros, comparado con otros medios como el auto y transporte público (Arias et al., 2023).

Este método de transporte implica el desplazamiento de las personas utilizando su propio esfuerzo físico, como caminar o andar en bicicleta, esto conlleva varios riesgos asociados. Estos riesgos pueden variar según el entorno, las condiciones de tráfico y la infraestructura disponible.

Los elementos que definen el riesgo se diferencian según sus cualidades en grupos objetivos, como puede ser por el género, y subjetivos como son los usuarios de la vía con la particularidad de la vulnerabilidad, comprendida esta como una condición de riesgo que se tiene ante los demás usuarios de la vía, correspondiente a una lógica de jerarquización manejada desde la propuesta básica de la pirámide de la movilidad señalada en la Figura 2 (Municipalidad de Cuenca, 2015).

Figura 2

Pirámide invertida de movilidad



Nota: Pirámide de movilidad invertida presentada por la EMOV-EP de la municipalidad de Cuenca Tomado de *EMOV EP*

4.2. Micromovilidad

La micromovilidad ha sido concebida conforme a la estructura de la movilidad sostenible que persigue como objetivos el uso equitativo de los medios de transporte, tanto públicos como privados, así como disminuir los niveles de contaminación provocada por el uso de vehículos a combustión, disminuir la afluencia de vehículos en las vías públicas a fin de reducir la contaminación auditiva que se provoca por la alta afluencia de vehículos (Astaiza, 2017).

La movilidad sostenible pretende establecer una tendencia a la independencia de las personas respecto de los automóviles, que causan la mayor contaminación ambiental y acústica, así como alcanzar un consenso con los ciudadanos sobre el uso de vehículos públicos y privados, que dé lugar a formas de coexistencia armoniosa entre los usuarios de la carretera. Los usuarios de la carretera deben interactuar pacíficamente.

Para modificar todas las variables que la movilidad sostenible quiere cambiar, los espacios públicos deben adaptarse para ofrecer a los ciudadanos vías adecuadas para la movilización, estacionamiento, carriles para bicicletas, vías exclusivas para peatones, entre otros. Las políticas gubernamentales desempeñan un papel fundamental en el cambio que toda

sociedad necesita para poner en marcha iniciativas de movilidad sostenible. Las medidas de movilidad sostenible deben ser aplicadas por y para la sociedad.

Con el objetivo de cumplir los presupuestos de la movilidad sostenible se ha creado el concepto de micromovilidad, como una opción al transporte terrestre que tiene la finalidad de disminuir la dependencia de las personas respecto de los vehículos. Esta implica el uso de medios de transporte diferentes de menor capacidad a los automóviles clásicos, inclusive hasta vehículos unipersonales (Astaiza, 2017). No sólo se refiere al uso de estos nuevos medios de transporte, sino también a la ejecución de iniciativas encaminadas a reutilizar los medios de transporte para aligerar este tipo de servicio, así como a fomentar un cambio de hábitos como el uso de la bicicleta e incluso los desplazamientos a pie de corta distancia.

El cambio de hábitos que implica este tipo de movilidad busca evitar la dependencia de los vehículos tradicionales, optando para distancias cortas los vehículos de movilidad alternativa y para distancias largas los vehículos tradicionales. Esta ha tenido un gran auge en los últimos años debido a los avances tecnológicos y el desarrollo de vehículos de poca capacidad que funcionan de forma eléctrica sin ningún tipo de emisiones, lo que se encuentra de acuerdo con la estructura de la movilidad sostenible (Astaiza, 2017).

4.3. Clasificación de vehículos para micromovilidad

Los vehículos de micromovilidad se clasifican en dos tipos: vehículos de tracción humana y vehículos eléctricos, siendo la diferencia clave el modo de propulsión. Patinetes, bicicletas, bicicletas de carga, ciclo taxis, monopatines, patinetes y otros vehículos de tracción o electrónicos son algunos ejemplos.

Una persona promedio puede alcanzar una velocidad entre 5 a 7 km/h (Roberta Gomes Gonelli et al., 2010), mientras que la velocidad promedio que puede alcanzar una persona en una

bicicleta a tracción humana o eléctrica depende de la experticia y la vía en la que se desplace, oscila entre 15 y 35 km/h (Olaya Vargas & Salgado Mendieta, 2017).

Los scooters eléctricos poseen la forma de un monopatín, el cual posee en sus características un motor eléctrico que ayuda al impulso del vehículo sin el uso de la tracción humana, sirven para el desplazamiento de una sola persona, su autonomía de recorrido depende de la capacidad de sus baterías, por lo general en el mercado se encuentran modelos que pueden recorrer entre 20 a 40 kilómetros de autonomía y su velocidad de circulación no supera los 40 Km/h (Aguirre & Ortega, 2020).

Las motos eléctricas son vehículos parecidos a las motos convencionales; sin embargo, su motor no es a combustión siendo este una batería, la cual genera el impulso del vehículo, la diferencia con el scooter eléctrico está en su capacidad, dimensiones y peso, ya que recorre distancias mayores a 60 kilómetros y su velocidad sobrepasa los 50 kilómetros por hora.

4.4. Usuarios de vehículos para micromovilidad

Como se ha descrito, los vehículos de micromovilidad pueden circular a distintas velocidades, por lo que no todos estos equipos deben o deberían ser conducidos por menores.

Específicamente las bicicletas se usan desde muy corta edad, se estima que los niños pueden llegar a utilizar la bicicleta desde los cinco años con herramientas de apoyo (Pinto Álvaro et al., 2015). Mientras que los fabricantes de scooter y motocicletas eléctricas estiman que la edad promedio adecuada de uso de estos artefactos va a partir de los ocho años con supervisión de adultos, e inclusive otros fabricantes estiman la edad adecuada para el uso entre los 10 a los 16 años como edad suficiente para operar este tipo de vehículos.

4.5. Micromovilidad en Europa

La micromovilidad ha experimentado un crecimiento significativo en Europa en los últimos años, convirtiéndose en una parte integral de la movilidad urbana en muchas ciudades del continente. Aquí se muestra un resumen de la situación que se presenta en Europa:

En muchas ciudades europeas, los vehículos como scooters eléctricos y bicicletas compartidas, han ganado popularidad como una forma eficiente y sostenible de moverse por áreas urbanas congestionadas.

Se han implementado programas de bicicletas y patinetes compartidos en numerosas ciudades europeas, lo que permite a los usuarios alquilar estos vehículos por un período corto de tiempo. Grandes compañías y startups han desplegado flotas de vehículos en muchas ciudades.

En varios lugares, se está promoviendo la integración de la micromovilidad con el transporte público existente. Esto incluye facilitar la combinación de bicicletas y patinetes compartidos con sistemas de transporte público, como trenes y autobuses.

La movilidad alternativa en Europa también ha enfrentado desafíos, como problemas de seguridad vial, congestión de aceras y conflicto con peatones. Las regulaciones y normativas están en constante evolución para abordar estos problemas y garantizar una convivencia segura.

La adopción de este tipo de movilidad ha promovido un cambio cultural en algunas ciudades europeas, fomentando una mayor conciencia ambiental y una mayor disposición a utilizar alternativas de transporte sostenible.

Un reciente informe publicado por (EIT InnoEnergy, 2019), una de las principales impulsoras de la innovación en el ámbito de la energía sostenible a nivel mundial, ha destacado el potencial significativo de la movilidad eléctrica para reducir las emisiones de dióxido de

carbono (CO₂) en Europa y generar hasta un millón de empleos para el año 2030, siempre y cuando se aborde de manera integral y sostenible.

Los patrones de comportamiento de la micromovilidad observados en Múnich se han extrapolado a más de 100 ciudades europeas, entre ellas Barcelona, Madrid y Sevilla, según el documento. Además, estos datos se han integrado con múltiples escenarios verificados para prever los efectos de una adopción metódica de la movilidad eléctrica, compartida y en red hasta 2030.

El análisis del informe sobre la situación actual ha puesto en manifiesto importantes obstáculos para la adopción de la movilidad ligera. Entre ellos figuran las actuales restricciones a la variedad de vehículos disponibles, que son principalmente patinetes y bicicletas eléctricas, y que resultan inadecuados para el reparto de última milla, las compras y recoger niños.

El uso generalizado de estos vehículos se ve dificultado además por su limitada vida útil, los elevados gastos de funcionamiento asociados a su traslado, recarga y la falta de integración en las redes de transporte urbano europeas. Por estas razones, menos del 0,1% de los desplazamientos en zonas urbanas se realizan actualmente en medios de transporte alternativos. Esta estrategia tiene potencial para crear casi un millón de puestos de trabajo, tanto directos como indirectos, y ahorrar hasta 127 TWh de consumo anual de energía. Esto equivale al 12,5% de las emisiones de CO₂ del sector energético alemán en 2019 y aproximadamente al 23% del consumo de energía del sector del transporte del país en 2018. También puede reducir las emisiones de CO₂ en más de 30 millones de toneladas en toda Europa.

El informe calcula que la adopción de esta aproximación podría resultar en un aumento del PIB de 111 mil millones de euros, gracias a la reducción de la congestión lograda por casi 1,000 millones (999 millones) de horas de ahorro al año. Este ahorro de tiempo supera la suma de los presupuestos generales de Malta, Chipre, Letonia y Estonia. Además, se podría liberar una

extensión de 48,000 hectáreas de terreno en el corazón de las ciudades, lo que equivale a más de cuatro veces el tamaño total de París.

Si se desea que la micromovilidad desempeñe un papel relevante en la esencial reestructuración de las ciudades y sistemas de transporte, se requiere considerar una evaluación integral de la movilidad. Aprovechar las innovaciones como vehículos diseñados específicamente o estaciones de intercambio de baterías es parte de la solución. Otra parte consiste en establecer plataformas que faciliten un intercambio estructurado entre ciudades y proveedores para guiar el proceso. Se debe considerar los beneficios potenciales para la calidad de vida en las áreas urbanas, el medio ambiente y la economía, todos deberían tener un interés en respaldar y acelerar esta transición.

Aquí se presenta algunos ejemplos destacados de programas y servicios de micromovilidad en diferentes ciudades europeas:

Uno de los sistemas de bicicletas compartidas más antiguos y grandes de Europa. París ha implementado miles de bicicletas Vélib' en toda la ciudad, lo que permite a los ciudadanos y visitantes alquilar bicicletas para moverse de manera sostenible (Vélib', 2007). París también ha visto la proliferación de servicios de alquiler de scooters eléctricos, como Lime, Bird y otros, que ofrecen una forma ágil de moverse por la ciudad.

Ámsterdam es conocida por su cultura del ciclismo. Cuenta con una amplia red de carriles bici y una alta proporción de habitantes que utilizan bicicletas como su principal modo de transporte. La ciudad ofrece sistemas de bicicletas compartidas, como el programa "I Amsterdam" y otros, que permiten a los residentes y visitantes alquilar bicicletas por períodos cortos.

Londres ofrece un sistema de bicicletas compartidas patrocinado por Santander. Las bicicletas están disponibles en estaciones de alquiler en toda la ciudad. La ciudad también ha

introducido bicicletas eléctricas compartidas para abordar las distancias más largas y las pendientes pronunciadas. Santander Cycles está presente en las ciudades británicas de Londres, Milton Keynes, Swansea y Brunel, con más de 14.000 bicicletas disponibles solo en la capital; y, desde sus inicios, ha prestado más de 100 millones de servicios (Santander, 2021).

Barcelona cuenta con un sistema de bicicletas compartidas llamado Bicing, que permite a los residentes y visitantes alquilar bicicletas en estaciones repartidas por toda la ciudad, su funcionamiento es de 24 horas los 365 días del año. Bicing ofrece cobertura nocturna entre semana, además que poseen servicio con 519 estaciones mixtas (para eléctricas y mecánicas indistintamente) (Bicing, 2023).

Berlín ofrece un sistema de bicicletas compartidas, Nextbike, que permite a los usuarios alquilar bicicletas en puntos de alquiler ubicados por toda la ciudad.

4.6. Micromovilidad en Latinoamérica

La micromovilidad también ha experimentado un crecimiento significativo en varias ciudades de América Latina, donde se ha convertido en una solución popular para abordar los desafíos de movilidad urbana y mejorar la sostenibilidad.

A continuación, se presentan ejemplos y tendencias en Latinoamérica:

Ecobici - Ciudad de México, México: Es uno de los sistemas de bicicletas compartidas más grandes de América Latina. Los residentes y visitantes de la Ciudad de México pueden alquilar bicicletas en estaciones distribuidas por toda la ciudad para realizar trayectos cortos y medianos (Ecobici, 2023).

Movo - Ciudad de Buenos Aires, Argentina: Ofrece una flota de patinetes eléctricos compartidos en Buenos Aires y otras ciudades de Argentina. Los usuarios pueden alquilar patinetes a través de una aplicación móvil y usarlos para moverse por la ciudad de manera ágil.

Yellow - São Paulo, Brasil: Es una empresa que ofrece tanto; bicicletas, como scooters eléctricos en São Paulo y otras ciudades brasileñas. Los usuarios pueden acceder a los vehículos a través de una aplicación y pagar por el tiempo de uso (YellowBike, 2023).

Scoot - Santiago, Chile: Es una plataforma de motosharing que opera en Santiago, permitiendo a los usuarios alquilar patinetes eléctricos por tiempo. Estos son una opción popular para desplazamientos cortos en la ciudad (Tele13, 2018).

Chiva Scooters - Ciudad de Panamá, Panamá: Es una empresa de micromovilidad que ofrece patinetes eléctricos en Ciudad de Panamá. Los usuarios pueden alquilar los patinetes mediante una aplicación móvil y utilizarlos para moverse de manera eficiente (Chiva Scooters, 2023).

4.7. Políticas para la micromovilidad en Latinoamérica

4.7.1. Argentina

En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), las regulaciones establecen que los scooters no pueden exceder los 20 km/h de velocidad y están prohibidos en ciertas áreas como veredas y espacios verdes. Además, deben cumplir requisitos técnicos como un peso máximo de 25 kg, luces delanteras y traseras, sistema de frenos, plataforma antideslizante y geolocalización (Altamirano, 2023).

Las empresas autorizadas para operar en CABA tienen un límite máximo de 4,000 patinetes y deben pagar una tarifa mensual por el servicio.

4.7.2. Brasil

En Florianópolis, las bicicletas eléctricas y convencionales sin estaciones de anclaje deben estacionarse adecuadamente y cumplir con las normas de seguridad. Esta medida se alinea

con los objetivos de mejorar la movilidad urbana, reducir la contaminación y el tráfico (Altamirano, 2023).

En Fortaleza, las bicicletas eléctricas y convencionales deben respetar una velocidad máxima de 25 km/h y estacionarse correctamente en zonas de paisajismo y mobiliario. Las empresas de micromovilidad deben promover la integración con el transporte público y la seguridad vial, además de garantizar la accesibilidad universal.

Río de Janeiro permite el uso de monopatines eléctricos con ciertas restricciones, incluyendo una velocidad máxima de 20 km/h y el uso en carriles compartidos y carreteras urbanas no excediendo los 40 km/h. Los monopatines también pueden utilizarse en parques y plazas públicas con una velocidad máxima de 6 km/h.

4.7.3. Chile

En Santiago de Chile, se imponen regulaciones a las bicicletas, como un límite de velocidad de 20 km/h y el uso de carriles específicos. Los scooters eléctricos en Santiago están regulados en varias municipalidades, con una velocidad máxima de 25 km/h y operando en áreas designadas (Altamirano, 2023).

4.7.4. Colombia

En Bogotá, las regulaciones para patinetes eléctricos compartidos incluyen una velocidad máxima de 20 km/h y una flota máxima de 3.050 unidades. Solo pueden usarse en áreas designadas, no en aceras ni zonas verdes. Las bicicletas compartidas están autorizadas en áreas específicas de Bogotá, con requisitos de estacionamiento en lugares designados (Altamirano, 2023).

4.7.5. México

En la Ciudad de México, los scooters eléctricos deben respetar una velocidad máxima de 25 km/h y operar en áreas específicas. Los operadores deben cumplir con requisitos técnicos y pagar tarifas para proporcionar el servicio (Altamirano, 2023).

En Guadalajara, hay una velocidad máxima de 25 km/h para bicicletas eléctricas y convencionales sin estacionamiento fijo. Además, hay regulaciones sobre estacionamiento y requisitos para operadores.

4.7.6. Uruguay

En Montevideo, las bicicletas eléctricas y otros vehículos de movilidad personal deben cumplir con requisitos de seguridad, aunque no hay un límite de velocidad especificado (Altamirano, 2023).

Es importante destacar que las regulaciones y políticas pueden cambiar con el tiempo, por lo que es fundamental consultar las fuentes oficiales y estar al tanto de las actualizaciones en cada ciudad.

4.8. Micromovilidad en el Ecuador

Quito y Guayaquil son las principales ciudades de Ecuador, con más del 30% de la población total; son las más urbanizadas y las de mayor expansión geográfica; por lo que los mayores retos de movilidad se concentran y son visibles en estas ciudades y los puntos geográficos más densamente habitados, son también los lugares en donde se han buscado alternativas para promover la movilidad sostenible.

El congestionamiento vehicular implica que aquellos que se encuentran atrapados en el tráfico pierden horas solo permaneciendo allí, Quito y Guayaquil ocuparon el ranking 18 y 22 respectivamente de las ciudades con mayor congestión vehicular en el año 2018, perder tiempo

implica varios factores negativos para la economía, como el hecho de no poder aprovechar el día para realizar transacciones comerciales (Ekos Negocios, 2020).

En base a lo expresado (Aguirre & Ortega, 2020) indican que la disyuntiva generada por el uso de los vehículos tradicionales en contrapartida con el uso de los vehículos de micromovilidad se puede agrupar en los siguientes factores:

La creciente densidad poblacional y la estimación de mayor ocupación de la población en zonas urbanas provocará mayor congestión con los vehículos tradicionales, mientras que la creación de espacios como ciclovías y la regulación de este tipo de vehículos al ocupar menos espacio en las vías permitiría mejorar la circulación vehicular.

Los accidentes de tránsito son la causa de muchas muertes a nivel mundial, los vehículos tradicionales tienen características que les permiten alcanzar mayores velocidades y ante mayor velocidad el riesgo y los resultados de los accidentes de tránsito son más catastróficos; sin embargo, con el uso de vehículos de movilidad alternativa el riesgo se reduce, ya que la velocidad a la que circulan es menor.

El uso de los vehículos tradicionales contribuye a la contaminación atmosférica, que con el decurso de los años puede afectar de manera global a la producción de desastres naturales y la inminente escasez de recursos naturales, para las próximas generaciones lo que acabaría no solo con la movilidad humana, sino también con la vida misma y la supervivencia de la especie humana.

Mayor consumo de vehículos tradicionales para movilización genera el incremento en la emisión de CO₂; por otro lado, también se produce la contaminación acústica por los sonidos que emiten los motores a combustión, mientras que los vehículos eléctricos no producen ningún tipo de emisión y la contaminación acústica menor en comparación con los vehículos tradicionales.

La urbanización de las grandes ciudades demanda la expansión de estas para solventar las necesidades de la población respecto del espacio y de las vías para moverse, sin embargo, con el crecimiento poblacional y mayor urbanización también crece la necesidad de crear espacios para ubicar los vehículos, mientras que los vehículos de micromovilidad requieren de menor cantidad de espacio.

Una de las desventajas más significativas de los vehículos de movilidad eléctrica en comparación con los vehículos tradicionales es que, los primeros necesitan recargar sus baterías por largos tiempos, es decir, por horas, mientras que recargar un tanque de combustible requiere de minutos. Finalmente, la autonomía de los vehículos eléctricos en cuanto al recorrido que estos pueden realizar en comparación con los vehículos tradicionales es mucho menor (Aguirre & Ortega, 2020).

Según la OMS los vehículos a motor o eléctricos de dos o tres ruedas causaron alrededor del 23% de todos los accidentes de tránsito en el mundo, cobrando alrededor de 286.000 víctimas, esta cifra se ha mantenido constante desde el año 2013 e incluso se ha visto en aumento, debido al aumento del uso de vehículos a motor o eléctricos de dos o tres ruedas (Organización Mundial de la Salud, 2017).

4.9. Factores de Seguridad

El uso de cascos resulta ser una falta determinante de alto riesgo para aquellos conductores o pasajeros de los vehículos de micromovilidad, siendo el casco la protección en los accidentes de tránsito frente a traumatismo craneales, golpes en la cabeza y cuello son una de las principales figuras que constituyen muertes a raíz de accidentes de tránsito. Los cascos no eliminan el riesgo de consecuencias fatídicas, si lo reduce considerablemente al evitar el impacto directo de la cabeza y/o cuello sobre otras superficies al momento de un accidente de tránsito (Organización Mundial de la Salud, 2017).

Se explica que un elemento de seguridad a tomar en consideración relacionado a los factores de riesgo, es la circulación mixta de vehículos tradicionales y los vehículos de micromovilidad, ya que esto aumenta la exposición a los riesgos de los últimos mencionados; además que los conductores de los vehículos tradicionales generalmente no se encuentran familiarizados con este tipo de vehículos y pueden presentar dificultades para detectarlos en las vías, así como para calcular su velocidad o su proximidad.

La estabilidad de los vehículos juega un papel importante al momento de evitar los accidentes de tránsito, tal estabilidad depende de la velocidad de desplazamiento de los vehículos, así como de las condiciones mecánicas del vehículo; es decir, que, para permitir la utilización de vehículos alternativos, estos deben considerarse seguros de forma técnica y mecánica.

4.10. Accesibilidad

Estos vehículos pueden resultar una opción viable para la movilización, ya que su accesibilidad es más rápida, no sólo por el factor económico, sino también por la falta de regulación para el uso de estos vehículos, ya que les permite saltarse los requisitos o permisos que exige el uso de los vehículos tradicionales.

En cuanto al factor económico, los vehículos de movilidad activa pueden representar una buena opción debido a los bajos costos de inversión, por ejemplo, en el mercado ecuatoriano el costo de una bicicleta puede variar dependiendo del modelo, marca y características, pero en promedio puede costar entre 100 y 2.000 dólares (bicis.ec, 2022), lo que resulta un precio bastante asequible para el bolsillo del ecuatoriano promedio, tomando en consideración que la encuesta del Instituto Ecuatoriano de Censos y Estadísticas se puede mencionar que al menos el 70% de los ecuatorianos no cuenta con un vehículo propio (Diario El Comercio, 2020).

Por otro lado, los scooters, sea en modalidad de monopatín, bicicletas eléctricas o scooter de baja potencia pueden oscilar entre un precio desde \$300 - \$600, mientras que las motos eléctricas o los modelos de mayor potencia pueden oscilar en un precio desde 600 hasta 4.500USD (Diario El Comercio, 2021).

4.11. Cultura

Las medidas de bioseguridad, el confinamiento y las medidas restrictivas de movilidad producto de la pandemia por Covid-19 dificultaron en su momento la movilización de las personas a su trabajo o para realizar sus actividades, por lo que en Ecuador inicio un auge de su uso como solución a los problemas de movilización e inclusive como una opción viable para evitar el contagio del virus.

En junio del 2020 en la ciudad de Guayaquil, se expidió la primera ordenanza relacionada con la regulación de vehículos de micromovilidad debido al incremento en el uso de éstos y que estos vehículos en diferentes ciudades del país están siendo maniobrados por menores de edad dentro y fuera de las vías (Diario El Universo, 2022).

4.12. Infraestructuras

Según una entrevista a Diego Hurtado, experto en movilidad indica que, estos vehículos deben ser usados únicamente dentro de ciclovías; sin embargo, la falta de infraestructura vial, es decir, la falta de espacios pone en riesgo la vida de los conductores de estos vehículos. En la ciudad de Quito hasta el año 2019 había solo 46 kilómetros de ciclovía que no se encontraban interconectadas y que solo estaban ubicadas en las zonas céntricas (Diario El Comercio, 2019).

En 2020 la ciudad de Cuenca amplió a 11.3 kilómetros de ciclovía, mientras que en Guayaquil en el último año debido a la vigencia de la referida ordenanza se han aumentado más de 16 kilómetros de ciclovía a los ya existentes; sin embargo, aún no resulta ser un tipo de movilidad productiva y sostenible (Diario El Universo, 2022). Ante la falta de infraestructura

los conductores de vehículos de micromovilidad se toman las aceras para circular e intentar preservar su integridad; sin embargo, al hacer esto también ponen en riesgo la integridad de los peatones que circulan por las aceras.

4.13. Marco legal

Las leyes, ordenanzas y reglamentos, desempeñan un papel crucial para adecuar la forma en que la movilidad ligera impacta en la sociedad, la seguridad vial, la infraestructura urbana y la convivencia entre diferentes modos de transporte. Las decisiones tomadas por las autoridades gubernamentales pueden influir significativamente en aspectos como: seguridad de los usuarios, implementación de sistemas de alquiler, planificación de rutas y carriles exclusivos e integración de la micromovilidad en el sistema de transporte público existente. De esta forma se establecen las leyes y reglamentos que influyen en la movilidad alternativa y la medida que pueden abordar los desafíos y aprovechar las oportunidades que esta tendencia de movilidad urbana plantea.

4.13.1. Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial

La presente Ley fue promulgada inicialmente en 2008; sin embargo, su última reforma data del año 2021, en la misma hace la primera referencia respecto de la regulación del uso de vehículo de micromovilidad, en su transitoria trigésimo tercera, establece la competencia reguladora a los gobiernos autónomos descentralizados, para que sean éstos los que emitan las regulaciones correspondientes relacionadas al uso de estos vehículos mediante ordenanzas.

El objeto de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (en adelante Ley de Tránsito), es normar las relaciones de los usuarios de las vías con la finalidad de contribuir al desarrollo socio económico del país; así mismo se pretende establecer la planificación y control de todos los aspectos relacionados a la seguridad vial, el transporte terrestre y el tránsito en el país (Asamblea Nacional, 2008). El Artículo 4 establece la obligación del Estado de procurar la enseñanza de las personas respecto del tránsito y la seguridad vial, en

especial el respeto por aquellos grupos vulnerables en las vías como los ciclistas o aquellos conductores de vehículos de tracción humana, también debe incluir dentro de los currículos académicos información relacionada al tránsito y la seguridad vial (Asamblea Nacional, 2008).

El Artículo 5 establece que el Estado es el titular de la propiedad de las vías públicas, por lo tanto, este se encargará de regular su uso y administrar su mantenimiento, en concordancia con el Artículo 7 que establece el derecho a la libre movilidad de las personas, sean en transportes públicos o privados, siempre que se sujeten a las disposiciones relacionadas a la seguridad vial, aquellas específicas para el tipo de transporte y circulación por las vías. Y el Artículo 9 establece que los usuarios de las vías se sujetarán a los dispuesto en el ordenamiento jurídico ecuatoriano (Asamblea Nacional, 2008).

El Artículo 30.3 delega las competencias de regulación y control del tránsito, transporte terrestre y seguridad vial a los gobiernos autónomos descentralizados regionales, metropolitanos o municipales, para que estos emitan las normas jurídicas y ejerzan las funciones de planificación del uso de las vías según la estructura emitida por la Agencia Nacional de Tránsito, por esta razón es que los gobiernos autónomos descentralizados tienen la potestad de organizar todo lo relacionado al uso de las vías, ejerciendo esta potestad pueden emitir ordenanzas en función de las necesidades específicas de cada población en el País (Asamblea Nacional, 2008).

El Artículo 88 establece los objetivos de la presente Ley en materia de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial, que son la organización y regulación de la circulación y la seguridad vial de los usuarios de las vías públicas, establecer los referentes teóricos y prácticos adecuados para la formación de conductores profesionales y no profesionales, promoción de programas de seguridad vial, capacitación continua para que los usuarios de las vías se adapten a los cambios viales, establecer políticas relacionadas a la prevención y a reducir los accidentes de tránsito, determinar los elementos de seguridad necesarios para la circulación vial, promover

la movilidad sostenible y reducir los índices de contaminación que puedan producirse por los vehículos que forman parte de la circulación vial de cada circunscripción, entre otros (Asamblea Nacional, 2008).

En el Título II, Capítulo I de esta Ley a partir del Artículo 89 y siguientes hacen referencia respecto de la licencia de conducir como único documento habilitante para la conducción de vehículos automotores en Ecuador, además se establece que sean mayores de edad (salvo el caso de los mayores adultos), estar en goce de sus derechos constitucionales, y haber obtenido el título habilitantes; es decir, la licencia de conducir acorde según el tipo de vehículo que se pretenda conducir, los mismos que se encuentran detallados en el Reglamento a esta ley; sin embargo, no hace referencia a la licencia de conducir para vehículos eléctricos (Asamblea Nacional, 2008).

En el Título II, Capítulo II de esta Ley, establece la regulación respecto de los documentos habilitantes para los vehículos en general, siendo el primer requisito la matriculación vehicular, como el acto a través del cual se registra las características de los vehículos ante la autoridad de tránsito nacional, a efectos de la emisión de la matrícula vehicular que es el documento habilitante para la circulación de todo vehículo y constará además como título de propiedad de la persona a favor de quien se encuentre la matrícula (Asamblea Nacional, 2008).

El Artículo 181 establece los lineamientos que definen el comportamiento adecuado de los usuarios de las vías que, de forma general cuando las personas se encuentren en uso de las vías en la calidad que sea, estos se encuentran obligados a tener una conducta que no entorpezca la circulación, provoque riesgos o daños a personas o bienes. Para los conductores específicamente indica que estos deben tener el control del vehículo en todo momento, evitando la conducción negligente o temeraria, mientras que el uso del cinturón de seguridad será de forma obligatoria para todos los ocupantes de automotores sea; público, comercial o particular (Asamblea Nacional, 2008).

4.13.2. Reglamento a la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial

El Artículo 300 establece las siguientes normas específicas de seguridad dirigidas a los conductores y pasajeros de motocicletas, motonetas, bici motos, y cuatrimotos; portar en todo momento el casco de seguridad que deberá ser uno homologado; utilizar chalecos con cintas reflectivas; no subirse al vehículo cuando el espacio destinado para el pasajero se encuentre ocupado por objetos; sentarse en el espacio específico destinado para el pasajero y nunca interponerse entre el conductor y el manubrio (Asamblea Nacional, 2012).

El Artículo 302 establece que los ciclistas por su parte tienen derecho a que los agentes de tránsito atiendan sus denuncias por obstaculizaciones en las vías de circulación destinadas a bicicletas, así como por el irrespeto de sus derechos en la vía; tener preferencia de paso en un cruce con semáforo respecto de los vehículos impulsados a motor; el derecho de circular por las ciclo rutas y en caso de existir estas, el derecho de circular por la calzada siempre manteniendo la derecha y circular en el mismo sentido de la vía (Asamblea Nacional, 2012).

Además, los ciclistas tienen la obligación de tener sus vehículos con los siguientes aditamentos de seguridad: Frenos de pie y de mano en buen estado, equipar sus vehículos con objetos reflectantes tanto en la parte delantera de color blanco y en la parte trasera de color rojo, para la circulación nocturna deben contar además con luces delanteras y traseras, cuidar el estado de las llantas, no portar audífonos u objetos que dificulten la audición durante la conducción, conceder el paso a los peatones en especial para aquellos que forman parte de los grupos prioritarios, no circular por vías de media y alta velocidad así como por aceras o espacios destinados exclusivos para peatones, no sostenerse de vehículos en movimiento o realizar maniobras peligrosas, entre otros (Asamblea Nacional, 2012).

4.14. Micromovilidad en la ciudad de Cuenca

El Municipio de Cuenca regulará la circulación de: scooters, twikes, monopatines eléctricos, bicicletas eléctricas o de combustible, miniautos, ciclomotores, segways, hoverboards, patines eléctricos, longboards, monociclos eléctricos y monowheels (Diario El Mercurio, 2022b).

Son pequeños vehículos, en su mayoría unipersonales, cuya presencia en las calles y avenidas de esta ciudad se ha incrementado en los últimos dos años. En algunos casos pueden superar una velocidad de 70 kilómetros por hora (km/h).

Actualmente estos ruedan libremente por cualquier espacio de la ciudad, incluso por parques, veredas, parterres, áreas verdes, plazas, plazoletas y también por las ciclovías.

Diego Morales, concejal de Cuenca y presidente de la Comisión de Movilidad, Tránsito y Transporte, del Concejo Cantonal de Cuenca, explicó que para poner reglas a esta “micromovilidad” han diseñado una propuesta normativa.

Se trata de la Ordenanza para la Promoción, Fortalecimiento y Regulación de la Movilidad Activa y Micromovilidad en el cantón Cuenca, tiene 63 Artículos y está en socialización previo a ser debatida por los concejales.

En esta consta que la municipalidad “proporcionará los medios necesarios para que las personas puedan elegir libremente la forma de desplazarse de manera segura, a través del establecimiento de políticas públicas de movilidad (...)”.

4.14.1. Velocidad

Esta regulación contempla solamente a los vehículos de este tipo que no superen los 25 km/h; cuyo peso sea menor o igual a 100 kilogramos (kg); y que sean de tracción humana o energías limpias (Diario El Mercurio, 2022b).

Asimismo, que su tamaño sea menor o igual a un área de 1.30 x 1.95 x 2.70 metros (m), y que tengan una capacidad de carga menor o igual a 300 kg o un metro cuadrado (m³). Se denomina Vehículos de Movilidad Personal (VMP).

Esta ordenanza dispone que pueden transitar por todas las vías públicas excepto en aquellas en las que la infraestructura ponga en riesgo su seguridad, como: túneles, pasos a desnivel y carriles exclusivos del Tranvía de Cuenca.

Determina que también tienen preferencia de vía o circulación en los desvíos de avenidas y carreteras, cruce de caminos, intersecciones no señalizadas; así como el acceso a carriles compartidos de circulación lenta.

Los conductores de estos VMP podrán estacionarlos en las diferentes áreas de estacionamiento de bicicletas y tienen derecho a ser atendidos inmediatamente por los agentes de tránsito sobre sus denuncias por la obstaculización a su circulación.

4.14.2. Seguridad

Quienes conduzcan estos vehículos tienen que usar preferentemente elementos retro-reflectivos y de seguridad, así como el uso de luces que permitan la identificación y distinción, en especial en las noches (Diario El Mercurio, 2022b).

También: “De preferencia, y por seguridad, el usuario de VMP deberá usar un casco de protección, y no llevar artículos que no permitan una correcta audición del entorno”.

El Artículo 36 de esta reglamentación dispone, que los usuarios de los VMP deberán respetar en todo momento las señales de tránsito, fundamentalmente, todo lo relacionado con normas de circulación.

Asimismo, que, en ciclovías ubicadas en calzadas la velocidad máxima será de cinco km/h; y en ciclovías localizadas en aceras no deberán ir a más de 20 km/h. En otros espacios peatonales no podrán pasar los 10 km/h.

En esta ordenanza se determina que la Empresa de Movilidad (EMOV EP) creará un sistema de registro gratuito de bicicletas y VMP, mismo que será voluntario para usuarios existentes y obligatorio para nuevos usuarios.

Los conductores de los VMP que no cumplan esta normativa serán sancionados con una multa equivalente al 5% de un Salario Básico Unificado (SBU), que equivale a 21,25 dólares.

Las medidas sancionatorias podrán ser sustituidas por servicio comunitario por 24 horas. Este se deberá hacer bajo la coordinación y mecanismos que implemente la EMOV EP.

4.14.3. Usuarios

Marco Guanga es mecánico automotriz y utiliza scooters y segways, pues considera que estos vehículos le permiten movilizarse con mayor rapidez y además son fáciles de guardar y estacionar.

Considera que, si bien es necesaria una regulación, cree que también se tiene que concienciar a quienes utilizan carros para que respeten más a este tipo de movilidad alternativa.

“Somos una movilidad que ocupa menos espacios en las calles, que no contamina, que apoya para que no haya congestionamiento, entonces es necesario que nos valoren más como actores de la movilidad...”, expresó.

Detalló que estos vehículos además son económicos, pues se los puede encontrar desde 400 dólares, y tienen poco consumo de energía eléctrica. Una recarga de una noche puede servir para unas cinco o seis horas o unos 100 km.

“Se habla de la protección al medio ambiente a nivel mundial, entonces utilizar estos vehículos eléctricos es una buena forma de aportar para cuidar a la tierra...”, expresó (Diario El Mercurio, 2022b).

5. MARCO METODOLÓGICO

5.1. Determinación de la ruta

El estudio se realiza en la vía Monay-Baguanchi, se determina esta ruta, ya que en horas de máxima demanda posee una alta densidad de vehículos, como se puede observar en la Figura 3 y 4. Esta es una de las vías principales de acceso a la ciudad, dando lugar a un aumento significativo en los tiempos de viaje y congestión.

Figura 3

Flujo vehicular de la ruta en hora de máxima demanda



Nota: Flujo vehicular presente en la vía Monay-Baguanchi en hora valle en el horario de la mañana. Tomado de *Autores*

Figura 4

Flujo vehicular de la ruta en hora de máxima demanda de la tarde



Nota: Flujo vehicular presente en la vía Monay-Baguanchi en el horario de la tarde. Tomado de *Autores*

5.1.1. Características de la ruta

La ruta específica seleccionada es el tramo comprendido entre el redondel del IEES hasta llegar a la iglesia de Baguanchi, este posee una longitud de 5,5km aproximadamente.

El tipo de calzada es en su mayoría de asfalto, aunque posee algunos pequeños tramos de tierra o lastre, el ancho del carril es de 3,65 metro dando un total de 7,3 metros de toda la calle con 0,5 metros para los espaldones.

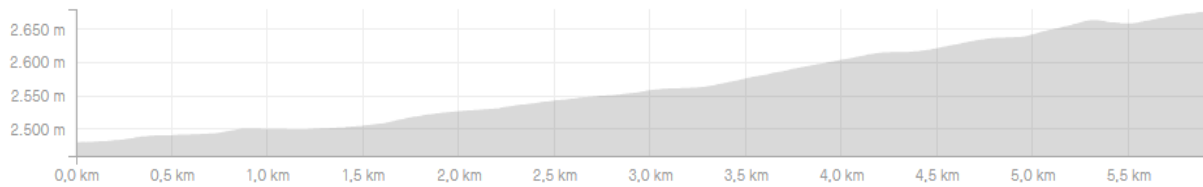
Además, esta vía es transitable con un máximo de velocidad de 50 a 60 km/h y posee dos carriles uno en sentido pendiente ascendente y otro de pendiente descendente, y tiene gradientes transversales para pavimento y espaldones de 2% (Karina Prado Farfán Mgs, 2019).

5.1.2. Elevación de la ruta

La elevación de la ruta seleccionada es de una máxima de 2680 msnm y una mínima de 2500 msnm aproximadamente, tal como se presenta en la Figura 5.

Figura 5

Elevación de la ruta



Nota: Perfil de elevación de la ruta seleccionada para el estudio realizado. Tomado de *Strava*

5.2. Volúmenes de tránsito

En el marco del proyecto planteado, el estudio del volumen de tránsito cumple un papel fundamental para comprender y evaluar la demanda y distribución de vehículos en la zona, lo que facilita la planificación y ejecución de soluciones de movilidad sostenible.

El volumen de tránsito es la cantidad de vehículos que pasan por un punto específico de una vía de transporte durante un período de tiempo determinado. Este término se utiliza para medir la intensidad del tráfico en una; carretera, calle, intersección u otro segmento de la red de transporte.

5.2.1. Características de los volúmenes de tránsito

Los volúmenes de tránsito siempre deben ser considerados como dinámicos, por lo que solamente son precisos para el período de duración de los aforos. Sin embargo, debido a que sus variaciones son generalmente rítmicas y repetitivas, es importante tener un conocimiento de sus características, para planificar la recopilación de datos, comparar volúmenes en diferentes momentos y lugares, y anticipar las acciones de las fuerzas encargadas del control del tráfico, labores preventivas y conservación de la infraestructura vial.

Por lo tanto, es fundamental en la planeación y operación de la circulación vehicular conocer las variaciones periódicas de los volúmenes de tránsito dentro de las horas de máxima demanda, en las horas del día, en los días de la semana y en los meses del año. Aún más, es también importante conocer las variaciones de los volúmenes de tránsito en función de su

distribución por; carriles, distribución direccional y su composición (Cal y Mayor Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales, 2007).

5.3. Distribución y composición del volumen de tránsito

Es importante considerar la distribución de volúmenes de tráfico por carriles en el diseño y operación de calles y carreteras. En vías con tres o más carriles, se compara el flujo de tráfico con una corriente hidráulica. En entornos urbanos, el carril central suele tener mayor velocidad y capacidad, mientras que los carriles extremos experimentan fricciones que ralentizan el tráfico, siendo el carril cercano a la acera el de menor volumen. En carreteras, especialmente con bajos y medios volúmenes, la dinámica puede invertirse, reservando el carril cerca de la faja central para vehículos más rápidos. En autopistas con tres carriles y alto tráfico, generalmente hay mayores volúmenes en el carril cercano a la faja central. En términos de distribución direccional, se observa un patrón común de volúmenes máximos hacia el centro en las mañanas y hacia la periferia en las tardes y noches, similar al flujo y reflujo de los fines de semana. Este fenómeno es más notorio en arterias radiales, mientras que ciertas arterias urbanas que conectan "centros de gravedad" importantes no muestran variaciones direccionales pronunciadas en los volúmenes de tráfico (Cal y Mayor Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales, 2007).

De manera similar, en los análisis de flujos de tráfico, a menudo resulta beneficioso obtener información sobre la composición y variabilidad de los diversos tipos de vehículos. La composición vehicular se cuantifica mediante porcentajes en relación con el volumen total, como los porcentajes de automóviles, autobuses y camiones. En naciones más desarrolladas con un mayor grado de motorización, los porcentajes de autobuses y camiones en los flujos de tráfico suelen ser bajos. Contrariamente, en países menos desarrollados, la proporción de estos vehículos grandes y de baja velocidad es mayor. De acuerdo a (Cal y Mayor Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales, 2007) señalan que, "En nuestro medio, como es el caso de México y

Colombia, a nivel rural, es muy común encontrar porcentajes típicos o medios del orden de 60% automóviles, 10% autobuses y 30% camiones, con variaciones de $\pm 10\%$, dependiendo del tipo de carretera, la hora del día y el día de la semana.

En el caso de estudio para la vía Monay-Baguanchi, se realiza una segmentación de los vehículos según la normativa ecuatoriana NTE INEN 2656-1: Clasificación vehicular. Esta norma establece la clasificación de los vehículos motorizados y no motorizados, identificados mediante características generales de diseño y uso (INEN, 2016).

Como transporte alternativo se utiliza una bicicleta, según (García R, 2009), es un medio de transporte sostenible impulsado por fuerza humana o en algunos casos con asistencia eléctrica que consta de un cuadro, dos ruedas, pedales, una cadena y engranajes que transmiten la potencia del ciclista a la rueda trasera.

En la Figura 6 se presenta una bicicleta que implementó la Municipalidad de Cuenca para impulsar la movilidad sostenible en la ciudad.

Figura 6

Bicicleta convencional



Nota: Bicicleta convencional que circula en la ciudad de Cuenca. Tomado de *Municipalidad de Cuenca*

5.4. Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de máxima demanda para una calle o intersección específica puede llegar a ser repetitiva y consistente durante varios días de la semana. Sin embargo, puede ser bastante diferente de un tipo de calle o intersección a otro, para el mismo período máximo. En cualquiera de estos casos, es importante conocer la variación del volumen dentro de las horas de máxima demanda y cuantificar la duración de los flujos máximos (Cal y Mayor Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales, 2007).

Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que se conserve la misma frecuencia del flujo durante toda la hora. Esto significa que existen períodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo mucho mayores a las de la hora misma. Para la hora de máxima demanda, se llama factor de la hora de máxima demanda FHMD, a la relación entre el volumen horario de máxima demanda VHMD, y el volumen máximo $Q_{máx}$, que se presenta durante un período dado dentro de dicha hora.

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{máx})} \quad (1)$$

$N =$ número de periodos durante la hora de maxima demanda

Los períodos dentro de la hora de máxima demanda pueden ser de 5, 10 ó 15 minutos, utilizándose este último con mayor frecuencia, en cuyo caso el factor de la hora de máxima demanda es:

$$FHMD_{15} = \frac{VHMD}{4(Q_{15\ máx})} \quad (2)$$

Para períodos de 5 minutos, el factor de la hora de máxima demanda es:

$$FHMD_5 = \frac{VHMD}{12(Q_5\ máx)} \quad (3)$$

Igualmente, el VHMD se puede expresar en unidades de volúmenes en períodos inferiores a una hora, de la siguiente manera:

$$VHMD_{(Como\ un\ Q5)} = \frac{VHMD}{12}$$

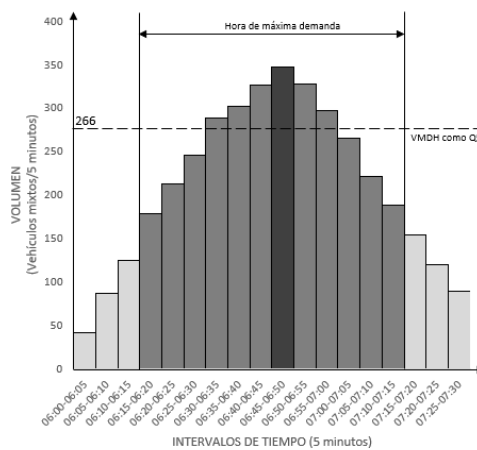
$$VHMD_{(Como\ un\ Q15)} = \frac{VHMD}{4}$$
(4)

El factor de la hora de máxima demanda 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. Su mayor valor es la unidad, lo que significa que existe una distribución uniforme de flujos máximos durante toda la hora. Valores bastante menores que la unidad indican concentraciones de flujos máximos en períodos cortos dentro de la hora (Cal y Mayor Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales, 2007).

Las Figuras 7 y 8 ilustran gráficamente ejemplos de la variación del volumen de tránsito dentro de la hora de máxima demanda, bajo los periodos de 5 y 15 minutos.

Figura 7

Ejemplo de volumen de tránsito en intervalos de 5 minutos

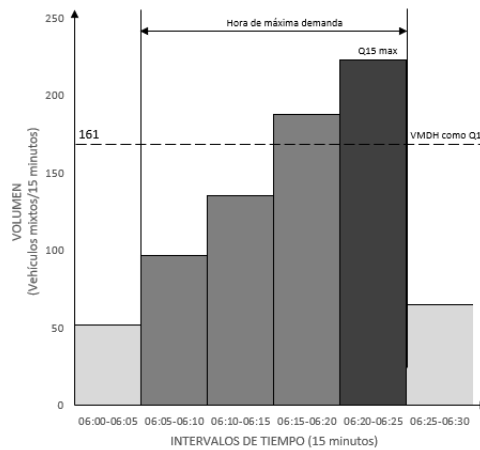


Nota: Ejemplo de un estudio realizado sobre volumen de tránsito en intervalos de 5 minutos.

Tomado de *Cal y Mayor Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales*

Figura 8

Ejemplo de volumen de tránsito en intervalos de 15 minutos



Nota: Ejemplo de un estudio realizado sobre volumen de tránsito en intervalos de 15 minutos.

Tomado de *Cal y Mayor Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales*

5.4.1. Variación horaria del volumen de tránsito

Las variaciones de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día dependen del tipo de ruta, según las actividades que prevalezcan en ella, puesto que hay rutas de tipo turístico, agrícola, comercial, etc.

Según lo señalado por (Cal y Mayor Reyes Spíndola & Cárdenas Grisales, 2007), en zonas agrícolas las variaciones horarias dentro de la época de cosecha son extraordinarias; puede ser que en ciertas horas de la noche no haya absolutamente ningún vehículo y, sin embargo, a determinadas horas del día hay tal cantidad de vehículos que pueden llegar a saturar, por ejemplo, una carretera de dos carriles. En el caso de una carretera de tipo turístico, durante los días entre semana existe un tránsito más o menos normal a lo largo de todas las horas, pero los sábados y domingos puede llegar a volúmenes supremamente altos, encontrándose varias horas del día con demandas máximas. El día sábado, desde las 8 de la mañana hasta las 11:00 o 12:00 el volumen horario es muy grande, en la tarde baja y ya en la noche es bastante pequeño. El domingo, en la

mañana presenta volúmenes de horarios medianos, y en la tarde máximos en las horas del regreso a la ciudad, ocurriendo largas filas de automóviles. Son variaciones horarias que ocurren en cualquier parte del mundo, que se pueden prever mediante los estudios necesarios.

En las ciudades se tiene una variación típica de la siguiente manera: la madrugada empieza con bajo volumen de vehículos, el cual se va incrementando hasta alcanzar cifras máximas entre las 7:30 y las 9:30 horas. De las 9:30 a las 13:00 horas vuelve a bajar y empieza a ascender para llegar a otro máximo entre las 14:00 y las 15:00 horas. Vuelve de nuevo a disminuir entre las 14:00 y las 18 :00 horas, en que asciende otra vez para alcanzar un tercer valor máximo entre las 18:00 y las 20:00 horas. De esta hora en adelante tiende a bajar al mínimo en la madrugada.

En zonas urbanas, para el caso de intersecciones, se acostumbra a tomar los datos de volúmenes de tránsito según sus movimientos direccionales.

5.5. Método del vehículo flotante

El método del vehículo flotante, consiste en cronometrar el tiempo de recorrido de cada tipo de vehículo. Esta medición se realiza por persecución, lo que significa que el tipo de vehículo objeto de muestreo es rastreado, por el equipo del estudio de campo. Cuando se trata de turismos, quienes miden los tiempos de viaje son realmente los usuarios del vehículo (Vargas & Pérez, 2002).

El tiempo de recorrido en una red en la que se presenta la situación de ruta con el proyecto se calcula utilizando la velocidad del proyecto, que depende de las características geométricas de los segmentos que forman parte de la ruta.

El análisis de una red con múltiples alternativas de viaje se basa en la comparación de los tiempos de recorrido de cada alternativa. La ruta con el menor tiempo de recorrido será

considerada como la ruta con proyecto, mientras que las demás serán consideradas como rutas en la situación actual.

Cuando la relación entre los tiempos de recorrido de dos alternativas de estudio es igual a 1, cada uno de los arcos considerados tendría la misma distribución teórica, es decir, se le asignaría el 50% a cada una de las rutas en estudio.

5.6. Instrumentación utilizada

Un GPS es un sistema que tiene como objetivo la determinación de las coordenadas espaciales de puntos respecto de un sistema de referencia mundial. Los puntos pueden estar ubicados en cualquier lugar del planeta, pueden permanecer estáticos o en movimiento y las observaciones pueden realizarse en cualquier momento del día.

5.6.1. Dispositivo GARMIN Edge 830

El dispositivo utilizado para el levantamiento de tiempos y distancias de la ruta es el GARMIN Edge® 380 como se puede ver en la Figura 9, este dispositivo tiene gran sensibilidad y la capacidad de toma de datos tanto tiempo como distancia es precisa.

Figura 9

Dispositivo GARMIN Edge® 830



Nota: Dispositivo utilizado para medir la velocidad, distancia y tiempo en la ruta. Tomado de GARMIN®

5.6.2. Vehículo Toyota Hilux 2003

En la Figura 10 se observa el vehículo utilizado para la obtención de datos del estudio realizado, se tomó muestras de velocidad y tiempo del transporte tradicional por la ruta seleccionada con este vehículo como instrumento.

Figura 10

Toyota Hilux 2003



Nota: Vehículo utilizado para la toma de datos en la ruta, Toyota Hilux 2003. Tomado de *Autores*

Tabla 1

Características de la Toyota Hilux 2003

MODELO	TIPO	CILINDRADA	POTENCIA	TORQUE
2RZ-FE	4 EN LINEA, DOHC 16 VALVULAS	2494cc	103kW a 5000rpm	212Nm a 4000rpm

Nota: Características del vehículo Toyota Hilux 2003, tales como modelo de motor, tipo, cilindrada, potencia y torque. Tomado de *Autores*

5.6.3. Scooter eléctrico Novangua

El scooter eléctrico de marca Novangua (Figura 11) posee doble motor de tracción con 800w de potencia, con una capacidad de 21km/h con tres velocidades, al igual viene equipado con una batería de 48v 14.5Ah con un rango de autonomía aproximada de 50km (Amazon, 2024).

Figura 11

Scooter Eléctrico Novangua



Nota: Scooter eléctrico utilizado para la toma de datos en la ruta, Novangua. Tomado de *Amazon*

5.6.4. Bicicleta Specialized con asistencia eléctrica

Una bicicleta eléctrica de pedaleo asistido ofrece un medio de transporte más seguro que una motocicleta. Al carecer de motor, estas bicicletas son más silenciosas y no emiten gases nocivos, lo que reduce su impacto ambiental. Además, al tener una velocidad máxima limitada por no contar con motor propio, se reduce considerablemente el riesgo de accidentes.

Ofrece numerosas ventajas, como el ahorro de combustible, la reducción del tiempo de trayecto, la disminución del ruido ambiental y la mitigación de la contaminación. Además, proporcionan una experiencia de conducción mucho más entretenida que la de un automóvil (LaBicicletaElectrica.com, 2022).

La bicicleta que se presenta en la Figura 12, fue proporcionada por la UPS para la recolección de datos como transporte alternativo, tanto de velocidad como de tiempo, por la ruta seleccionada.

Figura 12

Bicicleta con asistencia eléctrica de pedaleo



Nota: Bicicleta con pedaleo asistido eléctrico marca Specialized utilizada para la toma de datos en la ruta. Tomado de *Autores*

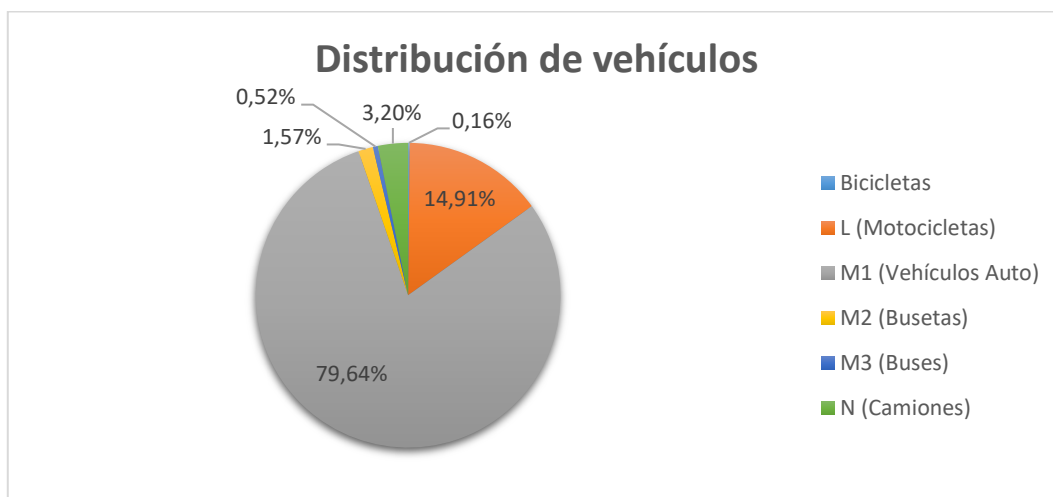
6. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS

6.1. Análisis de distribución del volumen de tránsito

Este estudio se realiza mediante observación directa para el conteo de los diferentes tipos de vehículos basándose en la normativa NTE INEN 2656-1, se efectúa dos días de la semana para obtener una mayor muestra de vehículos, en las Figura 13 y 14 se presenta los resultados de la sección de los diferentes tipos de vehículos que transitan en la vía Monay-Baguanchi.

Figura 13

Gráfico de distribución de vehículos día 1



Nota: Porcentajes de vehículos dependiendo de la distribución según la normativa en el día 1 del estudio. Tomado de *Autores*

Tabla 2

Número y porcentaje de vehículos según la distribución día 1

Tipos de Vehículos	N° de Vehículos	%
Bicicletas	26	0,16%
L (Motocicletas)	2387	14,91%
M1 (Vehículos Auto)	12752	79,64%
M2 (Busetas)	251	1,57%
M3 (Buses)	84	0,52%
N (Camiones)	512	3,20%
Total Vehículos	16012	100,00%

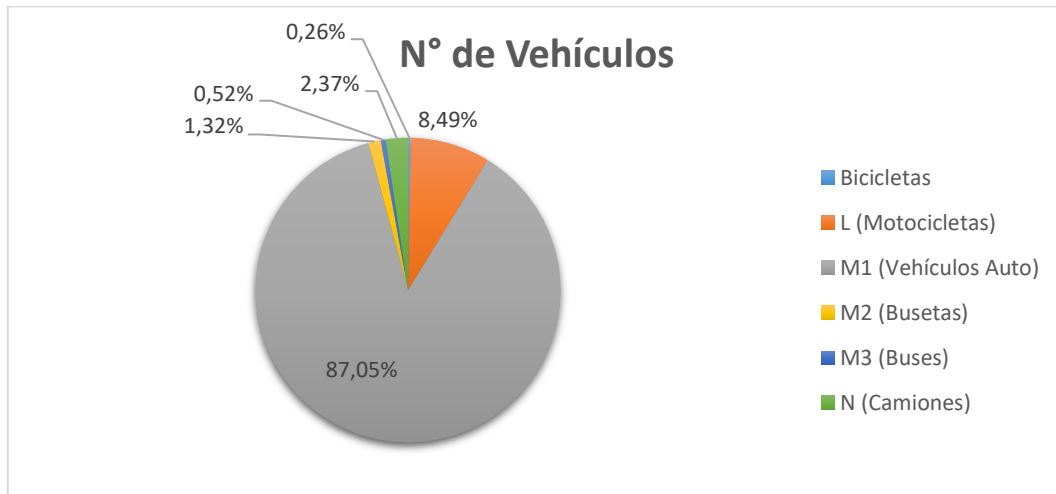
Nota: Número y porcentaje de vehículos clasificados según la normativa NTE INEN 2656-1.

Tomado de *Autores*

Al realizar el conteo minucioso de los diferentes tipos de vehículos en la vía Monay Baguanchi los resultados que brinda la Tabla 7 son: 16012 vehículos totales que transitan por dicha vía, referenciado en la clasificación vehicular se obtiene un 0.16% de bicicletas, un 0.52% de buses de transporte urbano, un 1,57% de busetas privada y escolares, un 3,20% de camiones, un 14.91% de motocicletas, y el que predomina con un significativo 79.64% es el vehículo privado.

Figura 14

Gráfico de distribución de vehículos día 2



Nota: Porcentajes de vehículos dependiendo de la distribución según la normativa en el día 2 del estudio. Tomado de *Autores*

Para no quedarse con una sola referencia de datos, se realiza el conteo de vehículos otro día más, en donde se implementa la misma metodología y el mismo procedimiento de conteo, terminado la prueba de obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 3

Número y porcentaje de vehículos según la distribución día 1

Tipos de Vehículos	N° de Vehículos	%
Bicicletas	43	0,26%
L (Motocicletas)	1381	8,49%
M1 (Vehículos Auto)	14165	87,05%
M2 (Busetas)	214	1,32%
M3 (Buses)	85	0,52%
N (Camiones)	385	2,37%
Total Vehículos	16273	100,00%

Nota: Número y porcentaje de vehículos clasificados según la normativa NTE INEN 2656-1.

Tomado de *Autores*

Un 0.26% de bicicletas, 0.52% de motocicletas, 1.32% de busetas entre privadas y escolares, 2.37% de camiones, 8.49% de motocicletas, y un 87.05% de vehículos privados son los valores que presenta la Tabla 8.

Estos valores de alguna forma representan los patrones de movilidad en la vía Monay-Baguanchi, por lo tanto se puede determinar la razón de la movilidad en la población, el poco uso de bicicletas se le asocia a la falta de ciclovía, por ello un cierto porcentaje de población utiliza la motocicleta como medio de transporte, evitando el tráfico en las horas pico, el uso de vehículo privado tan frecuente se ocasiona, ya que existe una gran población que se encuentra ubicada a los alrededores de dicha vía en donde no llega buses de transporte urbano y tienen que optar por un vehículo privado, generando de cierta forma más tráfico, ya que muchas veces estos vehículos circulan con uno o dos ocupantes.

6.2. Ocupantes de los vehículos

Se llevó a cabo el conteo del número de ocupantes de los vehículos en circulación mediante observación directa para determinar el número de ocupantes, este estudio se realiza en dos días de la semana para obtener una mayor muestra. Este enfoque fue seleccionado con el propósito de obtener una comprensión detallada de los patrones de movilidad. La observación directa, a pesar de su simplicidad, se considera una herramienta para recolectar datos en tiempo real.

El objetivo principal es proporcionar información precisa sobre la ocupación de los vehículos, analizando la distribución de los ocupantes en diferentes momentos del día. Al entender mejor estos patrones, se busca evaluar la demanda de transporte en distintos segmentos de la población.

Tabla 4

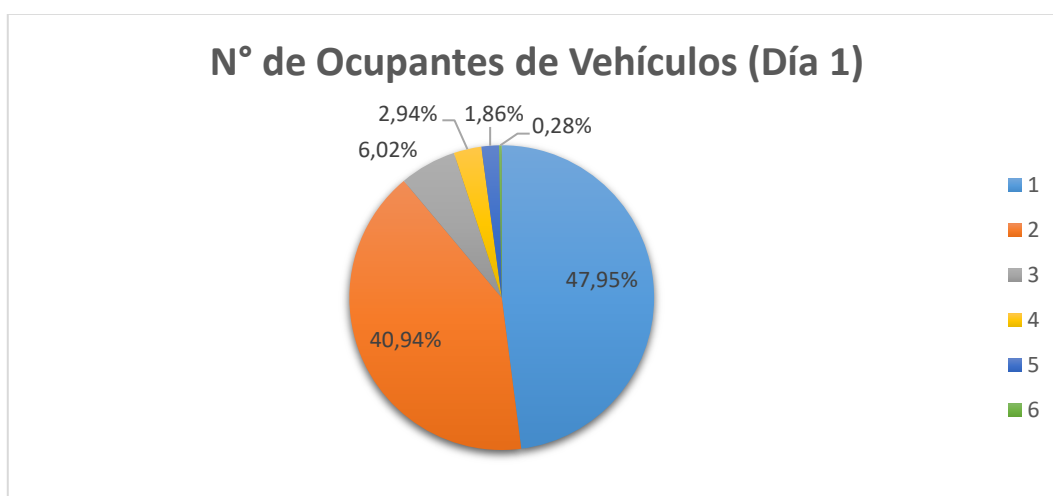
Número y porcentaje de vehículos según el número de ocupantes día 1

N° de Ocupantes	N° de Vehículos	%
1	7638	47,95%
2	6521	40,94%
3	959	6,02%
4	469	2,94%
5	296	1,86%
6	45	0,28%
Total Ocupantes	15928	100,00%

Nota: Número y porcentaje de vehículos según el número de ocupantes que circulan en él, realizado el día 1 del estudio. Tomado de *Autores*

Figura 15

Gráfico de número de ocupantes día 1



Nota: Porcentajes de vehículos que llevan diferente número de ocupantes en el día 1 del estudio.

Tomado de *Autores*

Según muestra la Figura 15, se determina el número de ocupantes en vehículos el día 1 de la elaboración del estudio, se toma en cuenta el total de número de vehículos observados, pero con la excepción del transporte urbano, ya que este medio de transporte tiene complejidad al observar el número de ocupantes. El estudio brinda los siguientes datos que se exponen en la Tabla 9: En el 0.28% de vehículos se movilizaban alrededor de seis personas, en el 1,86% de vehículos se movilizaban cinco personas, en el 2,94% de vehículos se movilizaban cuatro

personas, en el 6,02% de vehículos se encontraban tres personas, en el 40,94% de vehículos se encontraban dos personas y en el 47,95% de vehículos se encontraba una persona, indicando que alrededor del 88% de los usuarios de la vía utilizan entre una o dos personas por vehículo.

Tabla 5

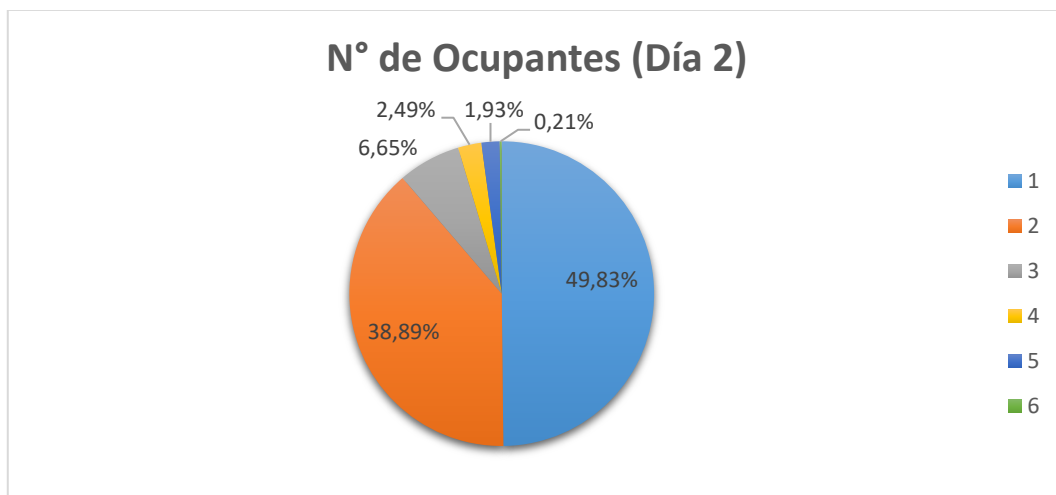
Número y porcentaje de vehículos según el número de ocupantes día 2

N° de Ocupantes	N° de Vehículos	%
1	8034	49,83%
2	6271	38,89%
3	1072	6,65%
4	401	2,49%
5	311	1,93%
6	34	0,21%
Total Ocupantes	16123	100,00%

Nota: Número y porcentaje de vehículos según el número de ocupantes que circulan en él, realizado el día 2 del estudio. Tomado de *Autores*

Figura 16

Gráfico de número de ocupantes día 2



Nota: En el gráfico se presenta los porcentajes de vehículos que llevan diferente número de ocupantes en el día 2 del estudio. Tomado de *Autores*

En la Figura 16 se presentan el número de ocupantes en vehículos el día 2 de la elaboración del estudio. Después de registrar los vehículos y sus ocupantes como se muestra en la Tabla 10, se obtuvo los siguientes resultados: En el 0.21% de vehículos estaban alrededor de 6 personas, en el 1,93% de vehículos se movilizaban 5 personas, en el 2,49% de vehículos se desplazaban 4 personas, en el 6,65% de vehículos se encontraban 3 personas, en el 38.89% de vehículos se encontraban 2 personas y en el 49,83% de vehículos se movilizaba 1 persona.

Se destaca alto índice de vehículos con un solo ocupante, representando un significativo 47,95% y 49,83% del total registrado.

Asimismo, se observa que el 40,94 y 38.89% de los vehículos analizados transportaban a dos personas, lo que indica una tendencia significativa hacia viajes compartidos.

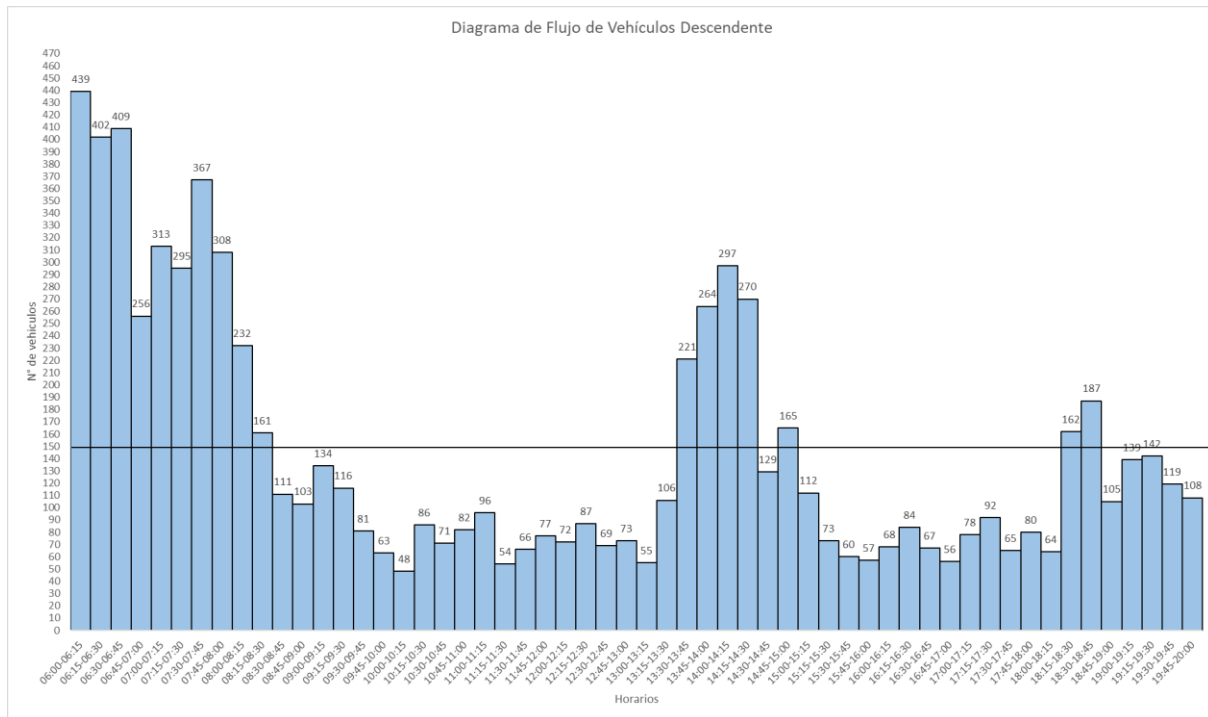
Es relevante señalar que, aunque en una proporción menor, se identificó vehículos con una ocupación de 3 a 6 personas, estos casos, aunque representan porcentajes más bajos esto podría ser aprovechado para fomentar estrategias de movilidad más sostenibles, como la promoción del carpooling.

6.3. Análisis de variación del volumen de tránsito

En las Figuras 17 y 19 se puede visualizar los datos obtenidos en la observación del número de vehículos que circulan por la ruta, el cual se realiza durante todo el primer día de estudio, empezando la hora de máxima demanda que en este caso son las 06h00am, se efectúa la tabulación de datos en intervalos de 15 minutos por 14 horas, gracias a la gran cantidad de datos recolectados se puede determinar con exactitud las horas de mayor demanda vehicular, lo que permite cuantificar los flujos máximos de vehículos, además, identificar los momentos críticos donde se produce un alto congestionamiento vehicular.

Figura 17

Diagrama de flujo de vehículos en sentido Baguanchi-Monay día 1



Nota: Flujo de los vehículos el día 1 de estudio que circulan en la vía en sentido Baguanchi-Monay, esto en periodos de 15 minutos. Tomado de *Autores*

En la Figura 17, se establece que el total de vehículos que transitan por la vía son 8096 vehículos mixtos/día, el cual corresponde al sentido desde la iglesia de Baguanchi hacia el redondel del hospital del IESS. Además, se puede observar las horas críticas de congestión vehicular, la hora donde existe mayor flujo vehicular en la vía Monay-Baguanchi es desde las 06h00am hasta las 07h00 am, específicamente en el mayor volumen horario (de 06h00 a 06h15) se produce un estado de tráfico considerable, llegando a los 439 vehículos en circulación. Con un volumen horario de:

$$VHMD = 439 + 402 + 409 + 256 = 1506 \text{ vehículos mixtos/hora}$$

En este caso, el FHMD, según la ecuación 2:

$$FHMD_{15} = \frac{1506}{4(439)}$$

$$FHMD_{15} = 0,857$$

Esto indica concentraciones de flujos máximos en períodos cortos dentro de la hora, ya que el valor es menor que la unidad. Lo cual determina que la frecuencia de paso de los vehículos en períodos cortos es mucho más alta; períodos dentro de los cuales se encontrarían problemas de tránsito.

A su vez según la ecuación 4, se determina el VHMD en unidades de volúmenes en periodos inferiores dentro de la hora determinada:

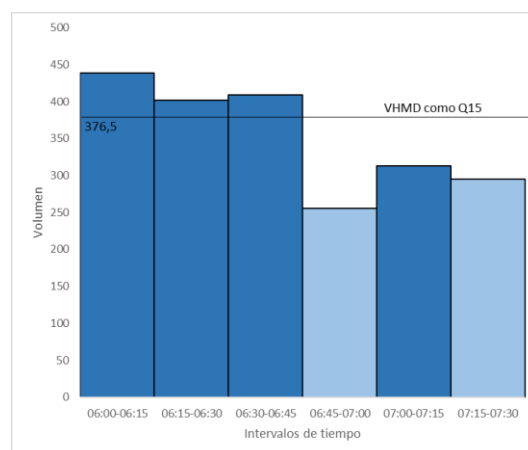
$$VHMD_{(Como\ un\ Q15)} = \frac{1506}{4}$$

$$VHMD_{(Como\ un\ Q15)} = 376,5\ veh\acute{u}culos\ mixtos/15\ minutos$$

En la Figura 18, se ilustra gráficamente la variación del volumen de tránsito dentro de la hora de máxima demanda:

Figura 18

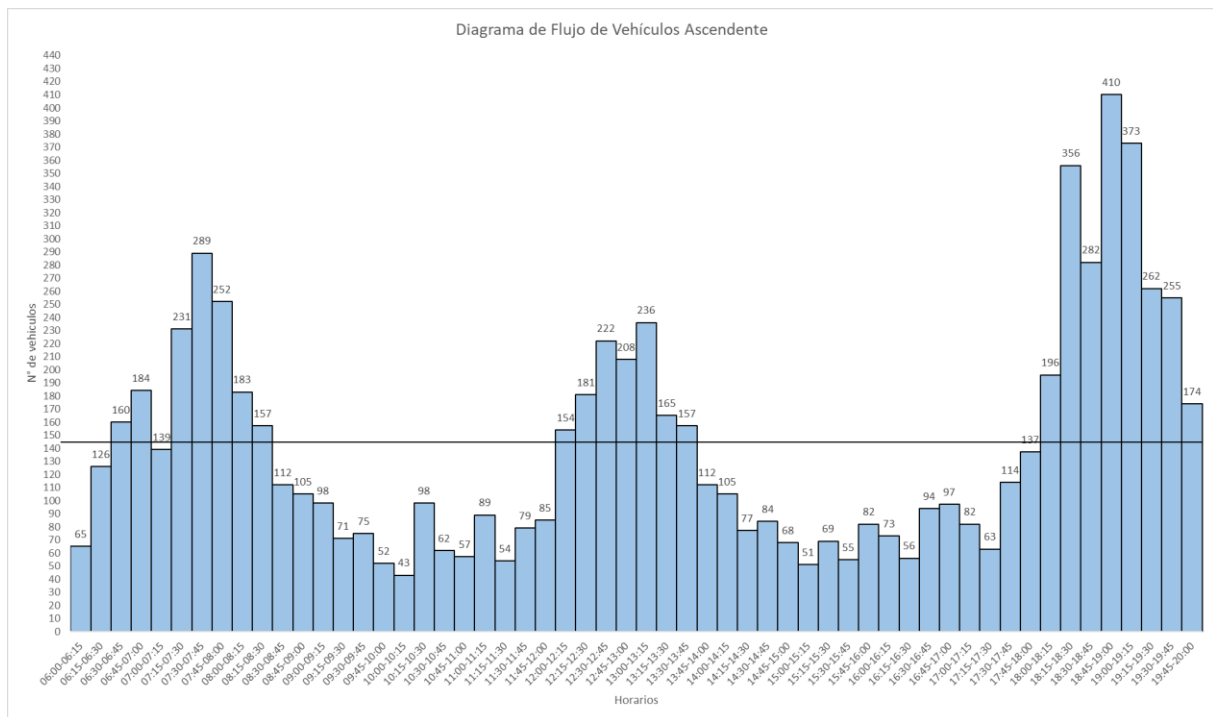
Volumen de tránsito hora de máxima demanda Baguanchi-Monay día 1



Notas: Variación de volumen que se presenta en la hora de máxima demanda en sentido Baguanchi-Monay el día 1 del estudio en periodos cortos de 15 minutos dentro de la hora establecida. Tomado de *Autores*

Figura 19

Diagrama de flujo de vehículos en sentido Monay-Baguanchi día 1



Nota: Flujo de los vehículos el día 1 de estudio que circulan en la vía en sentido Monay-Baguanchi, esto en periodos de 15 minutos. Tomado de *Autores*

En la Figura 19, se determina que el total de vehículos que transitan por la vía son 7916 vehículos mixtos/día, en el sentido del tránsito, redondel del Hospital del IESS hacia la iglesia de Baguanchi. La hora donde existe mayor flujo vehicular en la vía Monay-Baguanchi es desde las 18h15pm hasta las 19h15 pm, específicamente en el mayor volumen horario (de 18h45 a 19h00) se produce un estado de tráfico máximo, llegando a los 410 vehículos en circulación. Con un volumen horario de:

$$VHMD = 356 + 282 + 410 + 373 = 1421 \text{ veh\u00edculos mixtos/hora}$$

En este caso, el FHMD, seg\u00fan la ecuaci\u00f3n 2:

$$FHMD_{15} = \frac{1421}{4(410)}$$

$$FHMD_{15} = 0,866$$

A su vez seg\u00fan la ecuaci\u00f3n 4, se determina el VHMD en unidades de vol\u00fmenes en periodos inferiores dentro de la hora determinada:

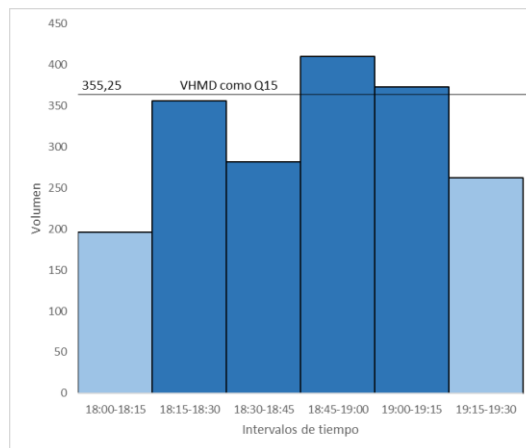
$$VHMD_{(Como\ un\ Q15)} = \frac{1421}{4}$$

$$VHMD_{(Como\ un\ Q15)} = 355,25 \text{ veh\u00edculos mixtos/15 minutos}$$

En la Figura 20, se ilustra la variaci\u00f3n del volumen de tr\u00e1nsito dentro de la hora de m\u00e1xima demanda:

Figura 20

Volumen de tr\u00e1nsito hora de m\u00e1xima demanda Monay-Baguanchi d\u00eda 1

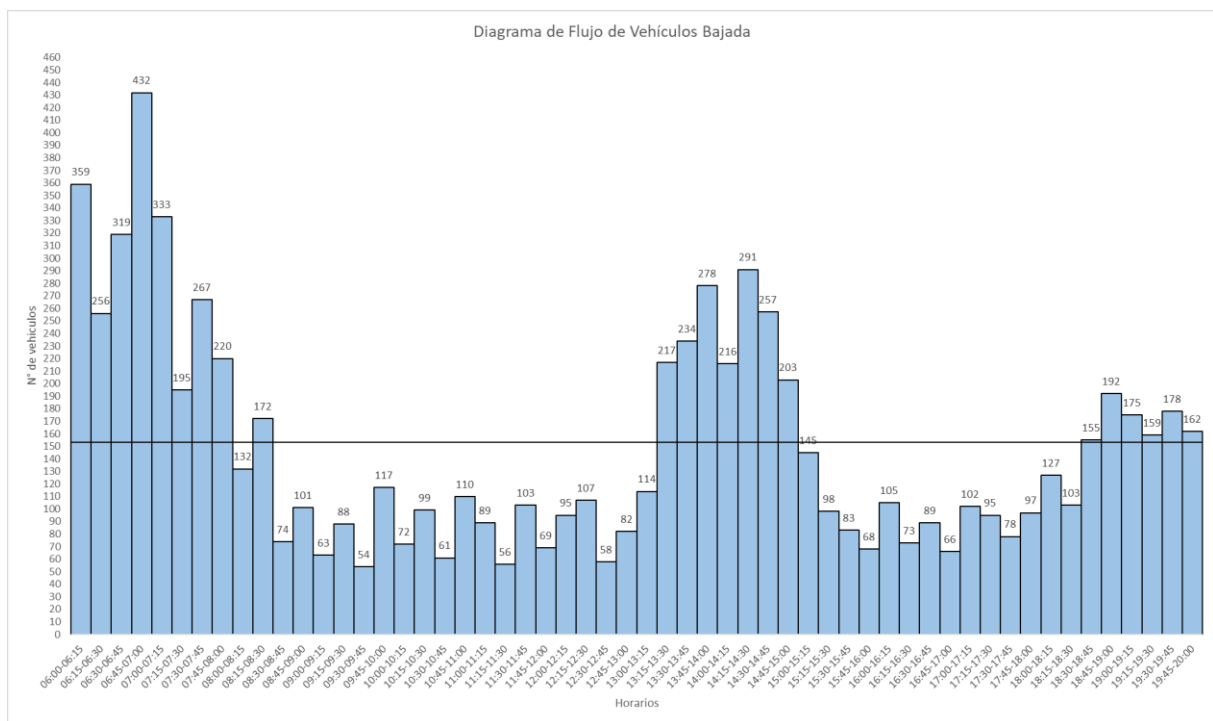


Notas: Variación de volumen que se presenta en la hora de máxima demanda en sentido Monay-Baguanchi el día 1 del estudio en periodos cortos de 15 minutos dentro de la hora establecida. Tomado de *Autores*

En las Figuras 21 y 23 se puede contemplar los datos obtenidos en la observación de vehículos, el cual se realiza durante todo el segundo día de estudio, empezando nuevamente a la hora de máxima demanda 06h00am, tomando los mismos intervalos de 15 minutos por 14 horas, con ello se puede determinar los puntos críticos donde se produce un alto congestionamiento vehicular el día en específico.

Figura 21

Diagrama de flujo de vehículos en sentido Baguanchi-Monay día 2



Nota: Vehículos el día 2 de estudio que circulan en la vía en sentido Baguanchi-Monay, esto en periodos de 15 minutos. Tomado de *Autores*

En la Figura 21, se establece que el total de vehículos que transitan por la vía son 8343 vehículos mixtos/día, en sentido Baguanchi-Monay. La hora donde existe mayor flujo vehicular en la vía es desde las 06h00am hasta las 07h00 am, así que se repite el mismo patrón que el día anteriormente analizado, específicamente en el mayor volumen horario (de 06h45 a 07h00) se produce un alto flujo vehicular, llegando a los 432 vehículos en circulación. Con un volumen horario de:

$$VHMD = 256 + 319 + 432 + 333 = 1340 \text{ veh\u00edculos mixtos/hora}$$

En este caso, el FHMD, seg\u00fan la ecuaci\u00f3n 2:

$$FHMD_{15} = \frac{1340}{4(432)}$$

$$FHMD_{15} = 0,775$$

A su vez seg\u00fan la ecuaci\u00f3n 4, se determina el VHMD en unidades de vol\u00fmenes en periodos inferiores dentro de la hora determinada:

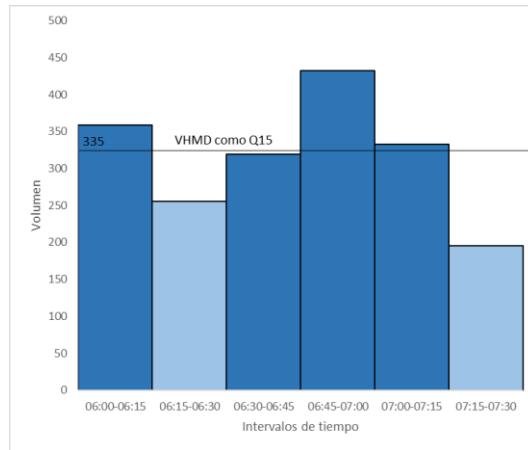
$$VHMD_{(Como\ un\ Q_{15})} = \frac{1340}{4}$$

$$VHMD_{(Como\ un\ Q_{15})} = 335 \text{ veh\u00edculos mixtos/15 minutos}$$

En la Figura 22, se ilustra gr\u00e1ficamente la variaci\u00f3n del volumen de tr\u00e1nsito dentro de la hora de m\u00e1xima demanda:

Figura 22

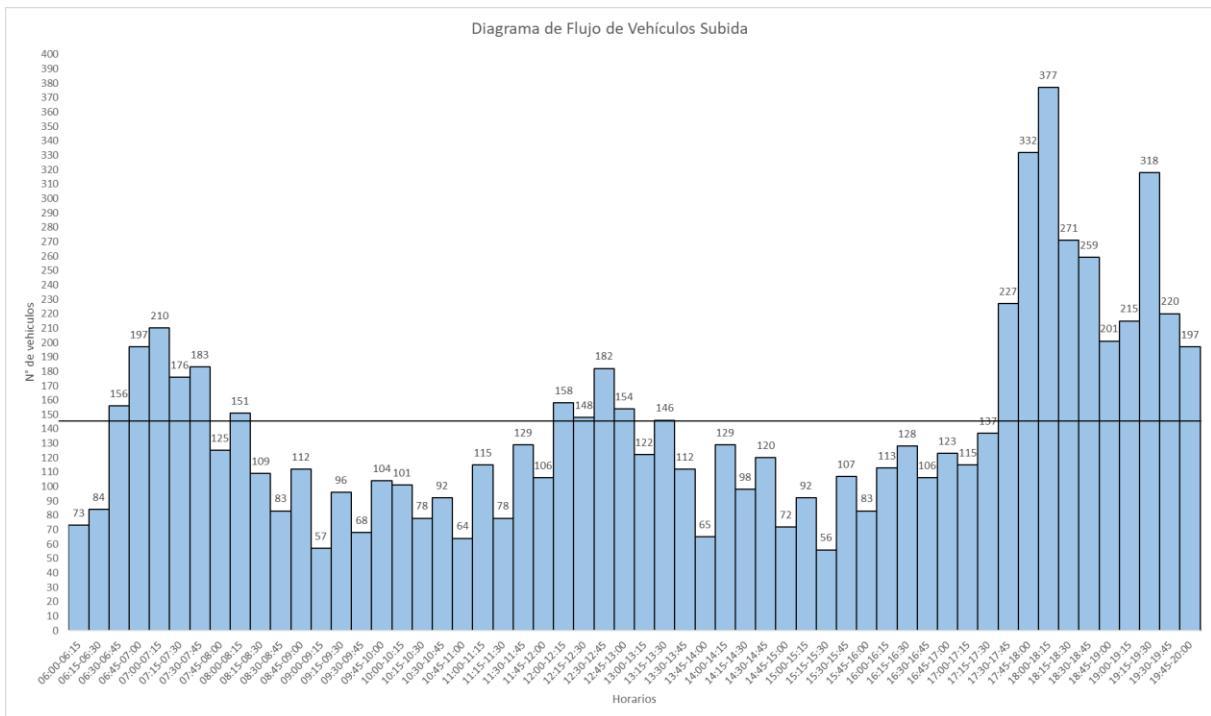
Volumen de tr\u00e1nsito hora de m\u00e1xima demanda Baguanchi-Monay d\u00eda 2



Notas: Variación de volumen que se presenta en la hora de máxima demanda en sentido Baguanchi-Monay el día 2 del estudio en periodos cortos de 15 minutos dentro de la hora establecida. Tomado de *Autores*

Figura 23

Diagrama de flujo de vehículos en sentido Monay-Baguanchi día 2



Nota: Flujo de los vehículos el día 2 de estudio que circulan en la vía en sentido Monay-Baguanchi, esto en periodos de 15 minutos. Tomado de *Autores*

En la Figura 23, se determina que el total de vehículos que transitan por la vía son 7930 vehículos mixtos/día, sentido Monay-Baguanchi. La hora donde existe mayor flujo vehicular en la vía es desde las 17h30pm hasta las 18h30 pm, específicamente en el mayor volumen horario (de 18h00 a 18h15) se produce un estado de tráfico considerable, llegando a los 377 vehículos en circulación. Con un volumen horario de:

$$VHMD = 227 + 332 + 377 + 271 = 1207 \text{ veh\u00edculos mixtos/hora}$$

En este caso, el FHMD, seg\u00fan la ecuaci\u00f3n 2:

$$FHMD_{15} = \frac{1207}{4(377)}$$

$$FHMD_{15} = 0,8$$

A su vez seg\u00fan la ecuaci\u00f3n 4, se determina el VHMD en unidades de vol\u00fmenes en periodos inferiores dentro de la hora determinada:

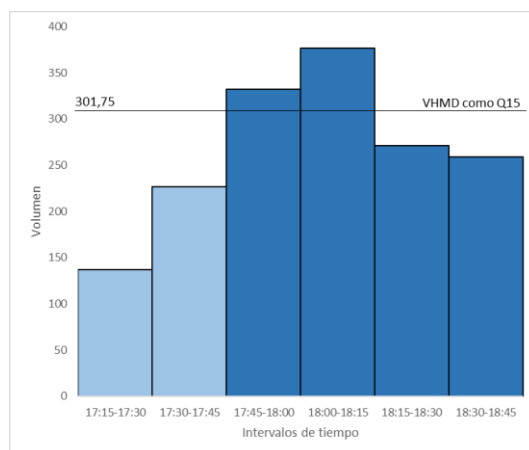
$$VHMD_{(Como\ un\ Q_{15})} = \frac{1207}{4}$$

$$VHMD_{(Como\ un\ Q_{15})} = 301,75 \text{ veh\u00edculos mixtos/15 minutos}$$

En la Figura 24, se ilustra gr\u00e1ficamente la variaci\u00f3n del volumen de tr\u00e1nsito dentro de la hora de m\u00e1xima demanda:

Figura 24

Volumen de tr\u00e1nsito hora de m\u00e1xima demanda Monay-Baguanchi d\u00eda 2



Notas: Variación de volumen que se presenta en la hora de máxima demanda en sentido Monay-Baguanchi el día 2 del estudio en periodos cortos de 15 minutos dentro de la hora establecida. Tomado de *Autores*

El estudio de observación de vehículos en la vía Monay-Baguanchi durante dos días revela patrones de movilidad de los habitantes del sector en horas específicas. En el primer día, se identifica momentos críticos de alto tráfico en el sentido de la iglesia de Baguanchi hacia el redondel del hospital del IESS, con el mayor flujo registrado entre las 06H00 y las 06H15. En el segundo día, de modo similar el momento crítico se da entre las 06H45 y las 07H00. Asimismo, se identifica horas críticas en el sentido opuesto, desde el redondel del hospital del IESS hacia la iglesia de Baguanchi, produciéndose la mayor fila de autos en el sector antes de llegar al redondel del IESS, con picos de tráfico entre las 18H45 y las 19H00 en el primer día; y entre las 17H30 y las 18H30 en el segundo día. Además, se puede notar que en el horario del medio día existe un pequeño índice de congestión vehicular entre 12H00 hasta las 14H00 de subida y entre 13H00 hasta las 15H00 de bajada. Estos resultados permiten cuantificar los flujos máximos de vehículos y señalan claramente las horas específicas en los que se produce un alto congestión vehicular en la vía estudiada.

6.4. Análisis de parámetros de viaje en diferentes medios de transporte

Una vez analizado todas las horas donde se producen mayor congestión vehicular, se realiza un estudio sobre los tiempos de viajes en los diferentes medios de transporte, como vehículo particular, bicicleta y scooter eléctrico. Este análisis busca proporcionar una idea clara sobre la variabilidad de los tiempos de viaje, considerando factores como la distancia, la congestión vehicular, la accesibilidad y velocidad de circulación de los vehículos.

6.4.1. Análisis de pendientes

En las Figuras 25 y 26 se presenta la pendiente recorrida con los diferentes medios de transporte, con una altura máxima de 2678 msnm y una altura mínima de 2495 msnm, se realizó un recorrido de 5573 m en total, a su vez, un ascenso y descenso de 183m, con un porcentaje del 2.09% de pendiente.

$$\tan\theta = \left(\frac{o}{a}\right)$$

$$\tan\theta = \left(\frac{183}{5573}\right)$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{183}{5573}\right)$$

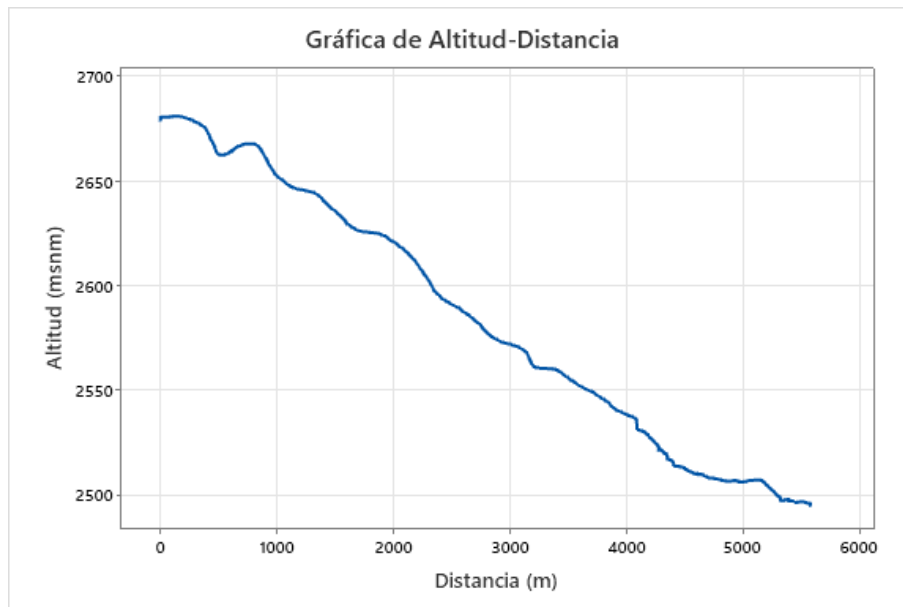
$$\theta = 1.88^\circ$$

$$\frac{90^\circ}{1.88} = \frac{100\%}{x}$$

$$x = 2.09\%$$

Figura 25

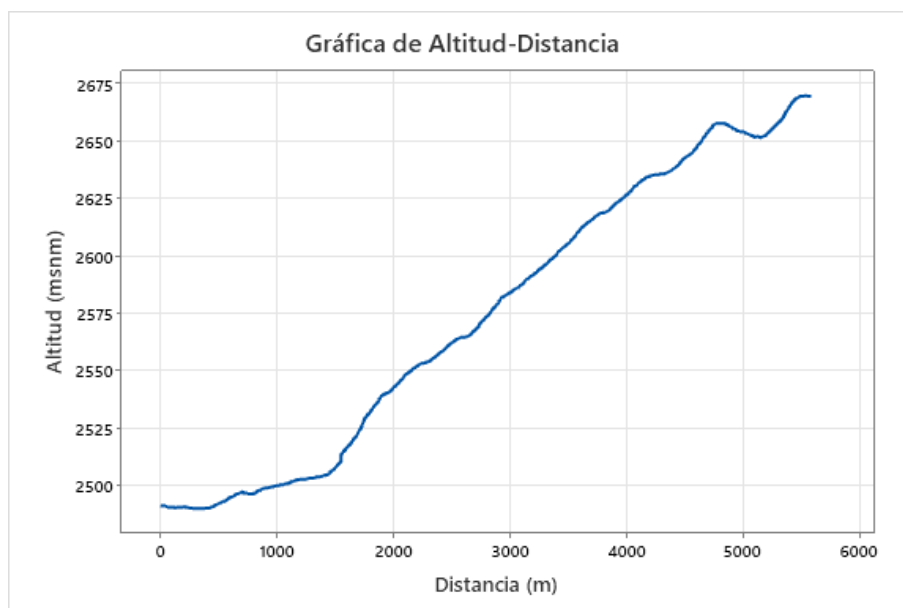
Gráfica Altitud-Distancia Baguanchi-Monay



Nota: Gráfica de altitud con respecto a la distancia en sentido de circulación de la iglesia de Baguanchi hasta el redondel del IESS. Tomado de *Autores*

Figura 26

Gráfica Altitud-Distancia Monay-Baguanchi



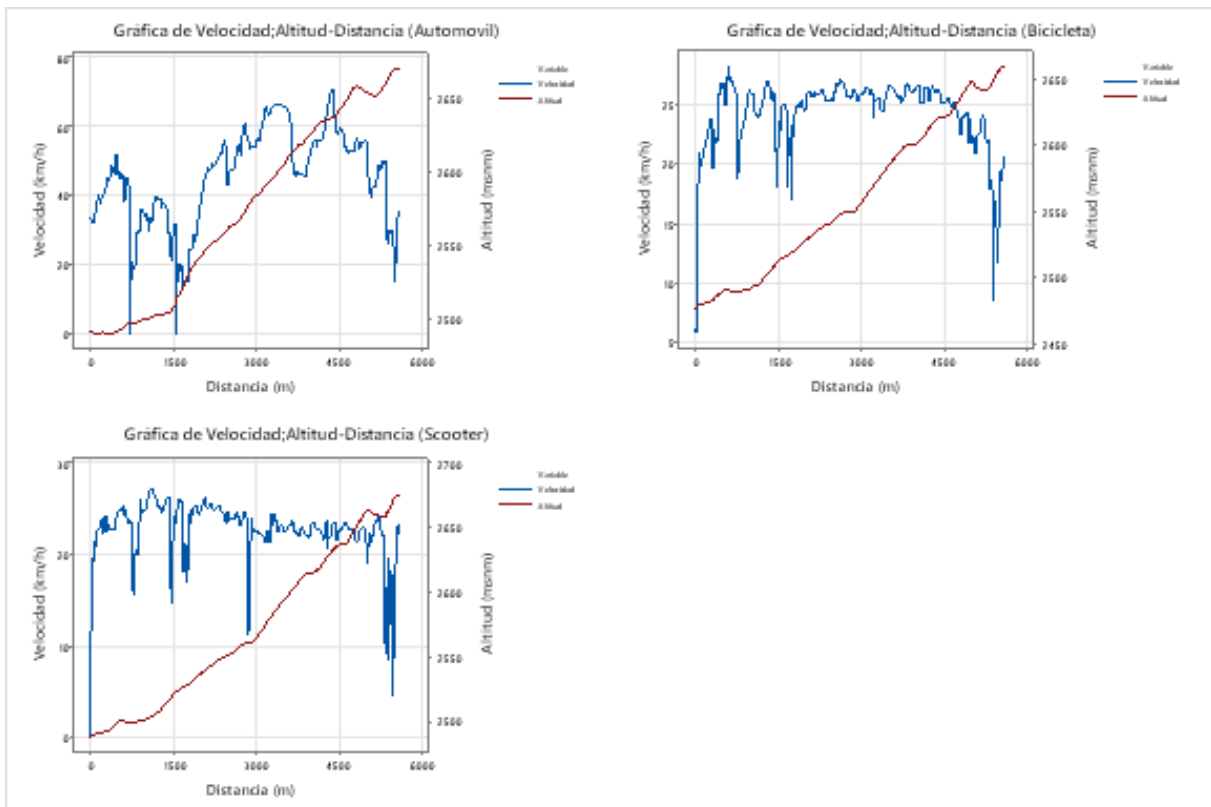
Nota: Gráfica de altitud con respecto a la distancia en sentido de circulación del redondel del IESS hasta la iglesia de Baguanchi. Tomado de *Autores*

6.4.2. Análisis de velocidad y pendiente con respecto a la distancia

En este caso de estudio, la velocidad y la pendiente no se puede relacionar directamente, ya que a pesar de la misma pendiente la velocidad de los diferentes medios de transporte se modifica, como se puede observar en las Figuras 27 y 28, con ello, ayuda a comprender la relación entre el terreno por donde se transita y el movimiento de los objetos.

Figura 27

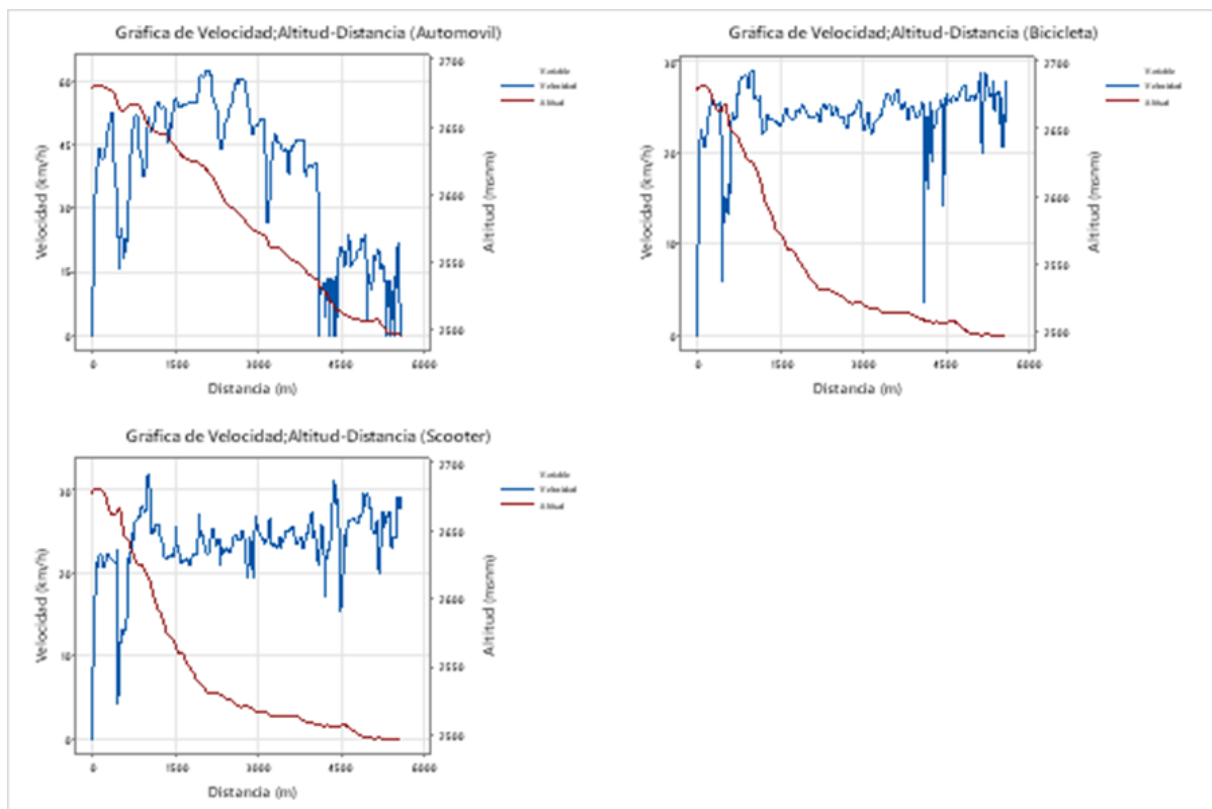
Gráficas de Velocidad; Altitud-Distancia Monay-Baguanchi



Nota: Grupo de gráficas de velocidad y altitud con respecto a la distancia en sentido Monay-Baguanchi. Tomado de *Autores*

Figura 28

Gráficas de Velocidad; Altitud-Distancia Baguanchi-Monay



Nota: Grupo de gráficas de velocidad y altitud con respecto a la distancia Baguanchi-Monay.

Tomado de *Autores*

6.4.3. Análisis Velocidad-Tiempo

Sentido de circulación de la iglesia de Baguanchi hasta el redondel del IESS

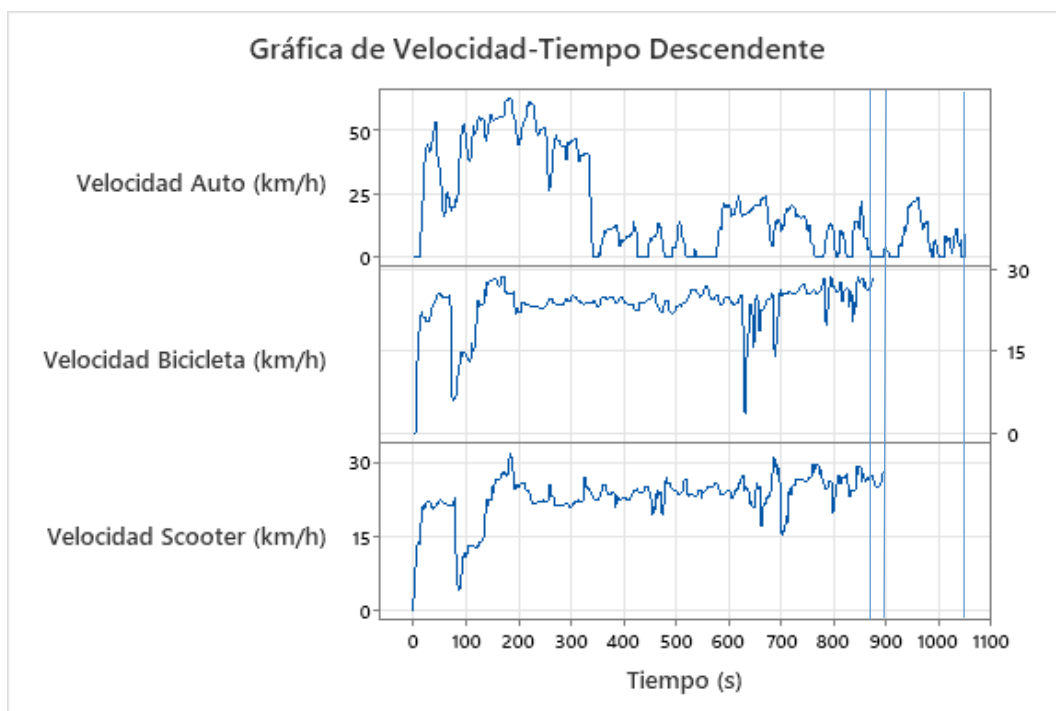
En la representación que enseña la Figura 29, se denota un significativo incremento de tiempo del auto con respecto a la movilidad eléctrica, esto debido a que las pruebas se realizan en hora pico, donde el comprobado incremento de tráfico vehicular perjudica el tiempo de llegada hasta el final de la ruta, desde los 350 segundos el automóvil no sobrepasa los 25 km/h a comparación de la movilidad alternativa, en donde la velocidad es constante y al evitar de cierta forma el tráfico vehicular el tiempo de llegada es mucho menor al del vehículo.

En cambio, el tiempo de viaje realizado en scooter y bicicleta eléctrica es más rápido, ya que realiza la ruta en menor tiempo, debido a la agilidad y flexibilidad de estos medios de

transporte para sortear el tráfico de manera eficiente. Al analizar el tiempo de recorrido y basándose en el método de vehículo flotante, que considera la velocidad constante y la capacidad de adaptación a diferentes condiciones de tráfico, se evidencia que esta alternativa se debe considerar como una ruta con proyecto, ya que los scooters y bicicletas eléctricas superan a otros medios de transporte en distancias cortas.

Figura 29

Gráficas Velocidad-Tiempo Baguanchi-Monay



Nota: Gráficas de velocidad con respecto al tiempo en los tres diferentes medios de transporte utilizados en sentido Baguanchi-Monay. Tomado de *Autores*

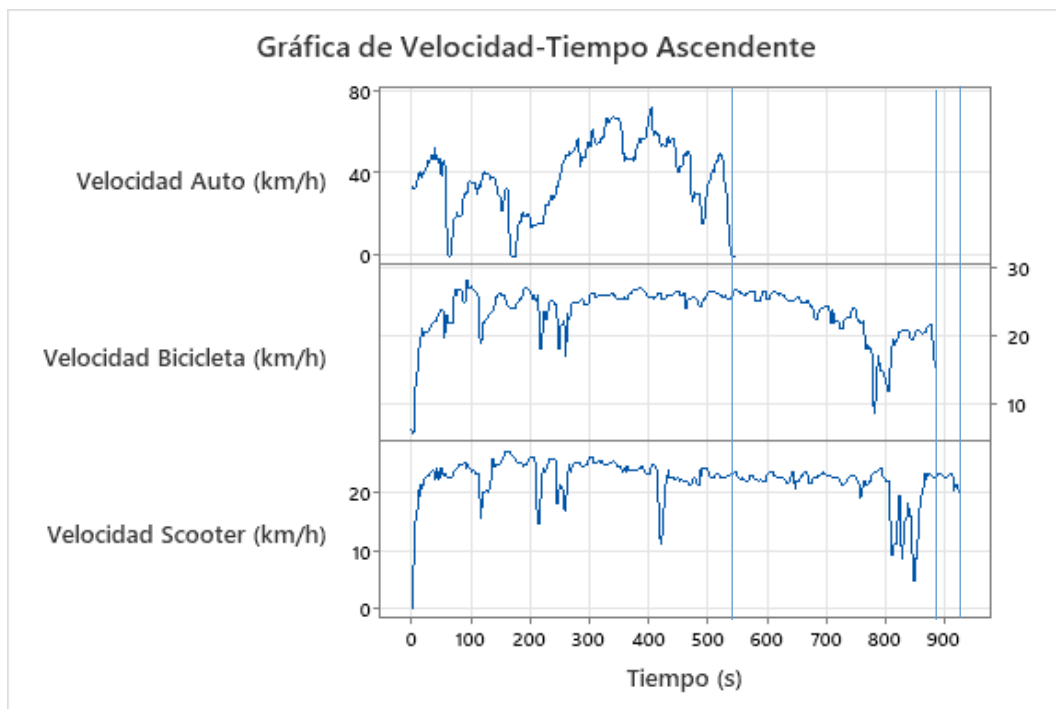
Sentido de circulación del redondel del IESS hasta la iglesia de Baguanchi

Según se visualiza en la Figura 30, el tiempo que le toma al vehículo automotor llegar a la iglesia de Baguanchi es significativamente menor al del scooter y al de la bicicleta, esto debido a que este medio de transporte alternativo tienen varios limitantes, uno de ellos es la pendiente

que posee la ruta, ya que esta es pronunciada por lo cual desencadena en otros limitantes individuales de cada uno de los medios de transporte, en el caso del scooter el limitante es la capacidad del motor y las baterías, ya que si llega a esforzar demás los motores, la batería se consume más rápido, esto llega a ser perjudicial a la vida útil de la batería, por tanto manejar el scooter a una velocidad constante nos afirma seguridad y un ligero alargamiento de la vida de las baterías, en el caso de la bicicleta con asistencia eléctrica el factor limitante es la fatiga humana, esta va a variar dependiendo de la condición física de cada individuo.

Figura 30

Gráficas Velocidad-Tiempo Monay-Baguanchi



Nota: Gráficas de velocidad con respecto al tiempo en los tres diferentes medios de transporte utilizados en sentido Monay-Baguanchi. Tomado de *Autores*

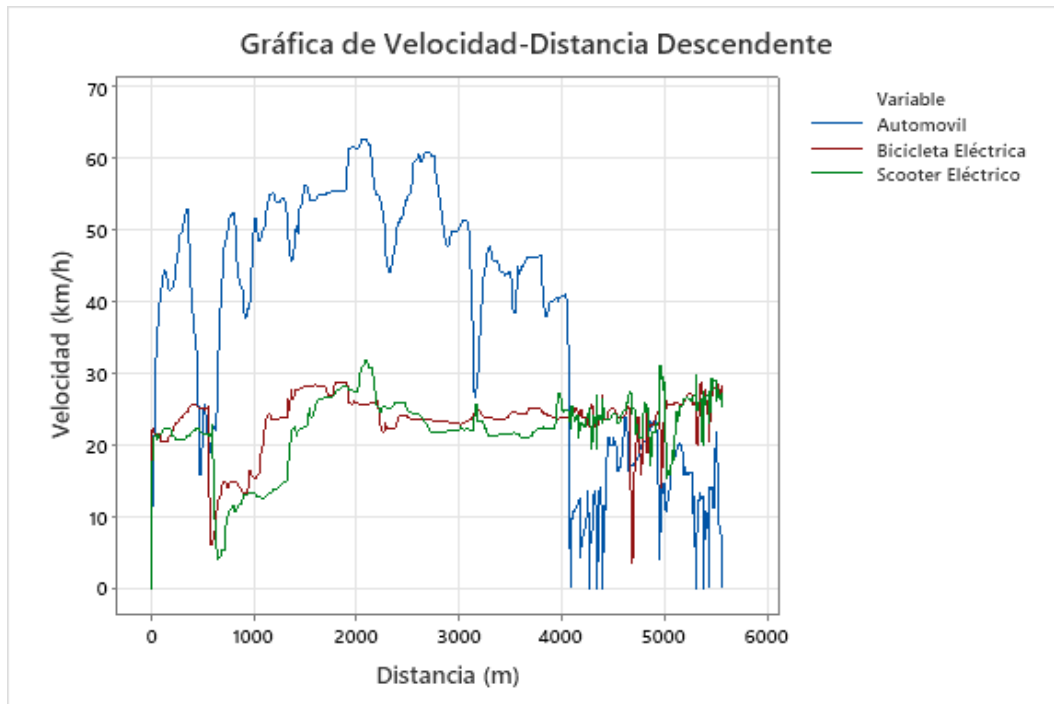
6.4.4. Análisis Velocidad-Distancia

Sentido de circulación de la iglesia de Baguanchi hasta el redondel del IESS

De acuerdo con la Figura 31, se realiza una comparativa de las diferentes velocidades con cada uno de los medios de transporte utilizados, esto con la misma distancia recorrida, como se puede observar durante los primeros 4000m recorridos existe una superioridad de velocidad del automóvil con respecto a los demás transportes, esto es debido a que el vehículo no posee un limitante de velocidad y seguridad, ya que en la bicicleta y en el scooter eléctrico mientras más velocidad la probabilidad que exista un desequilibrio de estos es mayor, del tramo de los 4000m hasta los 5573m se denota una velocidad mucho menor en el vehículo, llegando a las mismas velocidades que la bicicleta y el scooter, esto debido a que convergen todas las vías aledañas donde existe una gran ocupación poblacional, por tanto se genera un mayor tráfico para los automóviles.

Figura 31

Gráficas Velocidad-Distancia Baguanchi-Monay



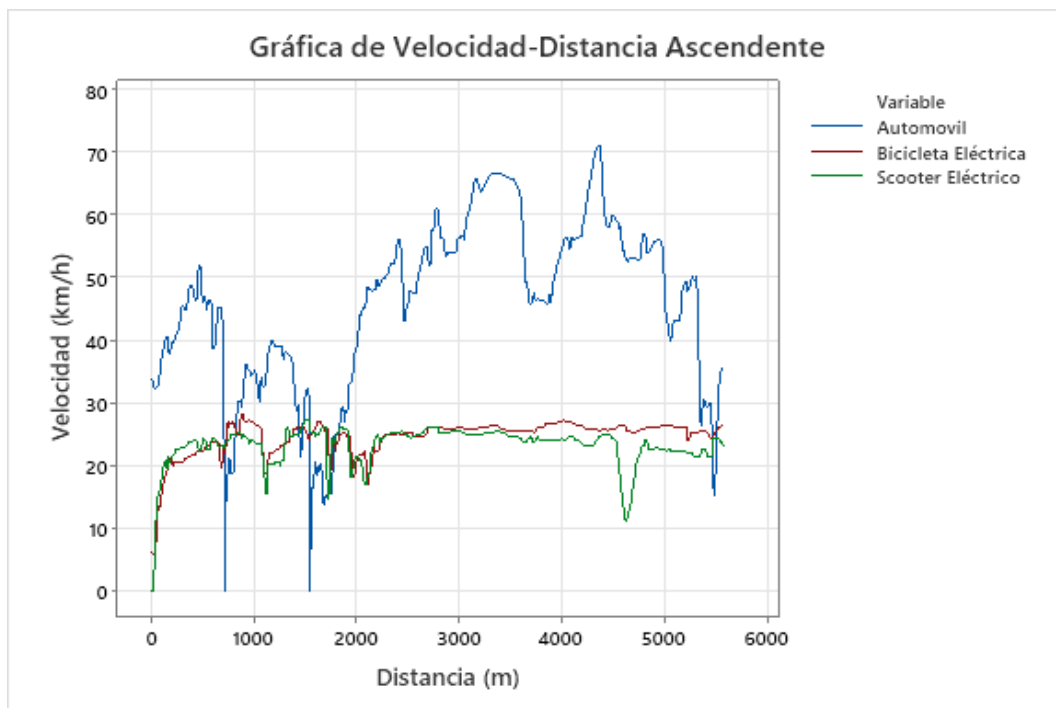
Nota: Gráficas de velocidad con respecto a la distancia en los tres diferentes medios de transporte utilizados en sentido Baguanchi-Monay. Tomado de *Autores*

Sentido de circulación del redondel del IESS hasta la iglesia de Baguanchi

Se realizó una comparativa de la distancia recorrida por los diferentes medios de transporte y las diferentes velocidades de estos, a través de la Figura 32 se puede apreciar que en el primer tramo desde el comienzo de la ruta hasta los 1850 m, se visualiza el incremento de velocidad, se denota la constante velocidad de los elementos eléctricos durante todo el recorrido a diferencia del vehículo el cual debe ir en constante desaceleración y aceleración esto afecta de alguna manera al consumo de combustible.

Figura 32

Gráficas Velocidad-Distancia Monay-Baguanchi



Nota: Gráficas de velocidad con respecto a la distancia en los tres diferentes medios de transporte utilizados en sentido Monay-Baguanchi. Tomado de *Autores*

6.5. Propuesta de movilidad alternativa en la vía Monay-Baguanchi

En la actualidad, la bicicleta ya no se utiliza solo como una fuente de entretenimiento, sino que han evolucionado para convertirse en un medio de transporte, llegando a ser incluso una corriente común de circulación en algunas ciudades. Aunque en los estudios de movilidad se tiene en cuenta a los ciclistas con mayor frecuencia, en entornos urbanos enfrentan diversos riesgos, como accidentes, inseguridad, condiciones climáticas adversas y la topografía local. El término "ciclovía" se refiere genéricamente a la parte de la infraestructura pública destinada a proporcionar espacios exclusivos para el tráfico seguro de bicicletas, ya sea a lo largo de las calles o de forma paralela a las carreteras de acceso a las ciudades.

El transporte público se destaca por su capacidad y velocidad en distancias largas. La bicicleta puede desempeñar un papel complementario en el transporte público debido a su economía, practicidad y flexibilidad en trayectos cortos. Para lograr una integración efectiva y un desplazamiento óptimo, los sistemas de transporte público deben ser accesibles y eficientes, permitiendo que la bicicleta se convierta en la elección más adecuada para la intermodalidad urbana.

En países bajos, alrededor del 40% de los usuarios optan por la bicicleta para llegar a las estaciones de tren, sirviendo como referencia de la viabilidad de integrar la bicicleta en el transporte público. Para fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte integrado, es esencial que los gobiernos locales establezcan infraestructuras como estaciones, paradas y lugares en buses para el transporte de bicicletas.

En París, se ha logrado una exitosa integración del transporte alternativo mediante la aplicación de restricciones de velocidad y la creación de zonas exclusivas para el uso de bicicletas. Se imponen multas a los conductores que no cumplen con las normas, lo que contribuye a un entorno más propicio para la movilidad sostenible.

En base a los resultados obtenidos se podría determinar que el 87% de la población que habita a los alrededores de la vía Monay-Baguanchi se moviliza en vehículo privado. Según la Secretaría de Movilidad, en el país el parque automotor se ha incrementado a 7,5% anual, esto se traduce a que cada año se integran 35 000 vehículos, mientras que la capacidad vial se reduce continuamente creando una saturación considerable.

El tráfico actual ocasiona una demora de aproximado 17 minutos, lo que ocasionaría un nivel de servicio (LOS) E. Considerando esta situación y de acuerdo con la dinámica de la ciudad de Cuenca, en donde el índice de uso de las ciclovías es del 7%, se podría estimar un cambio en la movilidad para los usuarios de esta vía en este mismo valor, ocasionando un uso de 74 usuarios, disminuyendo el espacio en un aproximado de 440 m.

Considerando este uso en la hora de máxima demanda se estima que se podría tener hasta 600 usuarios al día de movilidad alternativa, por lo cual se busca opciones para satisfacer esta demanda.

Generar vías para ciclistas, ocasionaría que un estimado del 2% de la población vehicular disminuya, a su vez, reduciendo los tiempos de viaje.

En las diferentes graficas realizadas, se puede demostrar que existe un notable congestionamiento vehicular en la vía Monay-Baguanchi, para intentar mitigar esa problemática se plantea la construcción de un espacio exclusivo para movilidad activa.

Al implementar un carril exclusivo para bicicleta u otro medio de transporte alternativo, se fomenta de cierta forma su uso, con esto el tráfico vehicular registrado en las horas de mayor afluencia se reduciría, de igual manera se acortaría el tiempo de viaje ya que no se tendría las largas filas que se extienden hasta los dos kilómetros.

De igual forma al construirse un carril exclusivo para movilidad alternativa se logra separar el tráfico de bicicletas, scooters, entre otros; del tráfico de vehículos motorizados, dando

como resultado una reducción de riesgos de accidentes mejorando la seguridad vial para todos los usuarios de la vía.

Como toda obra va a tener un coste, el ex alcalde Pedro Palacios manifestó que la obra de 13,5 km adicionales a los 67 km de ciclovías tuvo una inversión de \$8 081 380 dólares americanos, con ello el metro cuadrado de construcción de la ciclovía es de \$230,23 dólares americanos, para estimar un valor de construcción de la ciclovía Monay-Baguachi, se toma en cuenta la distancia del recorrido y el ancho de la ciclovía que en este caso es de 5600 m y 1,3 m respectivamente, considerando que en el Reglamento de Señalización – Ciclovías “RTE INEN 004 Señalización vial”, expone que el ancho mínimo para una ciclovía unidireccional debe ser de 1,2 m, con los datos proporcionados se puede presentar un valor aproximado de coste para los 5,6 km de ruta. La ciclovía Monay-Baguachi tendría un área aproximada de 7280 metros cuadrados, teniendo en cuenta el valor proporcionado por la Municipalidad de Cuenca se logra determinar una inversión de \$1 676 074 dólares americanos aproximadamente ya que en el presupuesto no se considera el mantenimiento correspondiente a la ciclovía para que en todo momento se encuentre en óptimas condiciones de uso (Diario El Mercurio, 2022a).

Al poseer un carril exclusivo para bicicletas, scooter, entre otros; se aspira generar una mayor comodidad en el transporte. Una idea que está revolucionando el mundo de la propulsión es la energía eléctrica de tal forma que a la actualidad una bicicleta eléctrica ya se encuentra al alcance de cualquier usuario, esto implicaría un gasto fuerte para cualquier consumidor de este medio de transporte.

Para ello una alternativa muy viable es el implementar bicicletas eléctricas públicas lo cual ofrece una solución sostenible y eficiente para la movilidad urbana. Son diferentes puntos a considerar como saber en donde se pueden colocar las estaciones de renta, la calidad de las bicicletas, el sistema de pago y capacitación del uso de este medio.

Las estaciones de renta y recarga de las bicicletas deben estar en puntos estratégicos, estas estaciones tendrán 10 bicicletas por cada estación para la demanda de los usuarios, los puntos considerados son dos. El primero en el sector de la Iglesia de Baguanchi, y el otro en el redondel del hospital del IEES, estos dos puntos se han considerado claves ya que, en el primer caso los usuarios se reúnen mayormente en este punto para comenzar su viaje hacia su lugar de trabajo, con ello es mucho más cómodo la accesibilidad de las personas a las bicicletas, de igual forma el segundo punto llega a conectar con diferentes líneas de buses a diferencia de la única línea que transita en la vía.

El sistema planificado de micromovilidad busca una integración con el transporte público de la zona, por lo que se debe realizar un redimensionamiento del mismo si existe una gran demanda de usuarios de movilidad alternativa. Con el fin de facilitar una transición segura y fluida entre los diversos modos de transporte, se debe implementar una infraestructura compartida y mayor número de unidades que circulan por esta vía. Además, se considerará ajustar las frecuencias y horarios del transporte público para satisfacer las necesidades de los usuarios, lo que promoverá un sistema de movilidad más eficiente y sostenible en beneficio de la comunidad.

El siguiente punto a considerar es la calidad de las bicicletas ya que con eso la comodidad y confiabilidad que se brindará a los usuarios será mayor. Una buena opción es la bicicleta de la marca HOTEBIKE, esta ofrece garantía en sus componentes y presenta varias funciones con un coste de aproximadamente \$750 dólares americanos (HOTBIKE, 2023), en relación calidad precio es una buena opción para su implementación.

Para que el proyecto no fracase siempre debe estarse innovando, por tal razón se debe incluir un sistema de pago que sea sencillo y accesible. Actualmente en la ciudad de Cuenca para el transporte público se utiliza una tarjeta la cual acredita el uso de este medio de transporte, una forma de integrar el sistema de bicicletas de renta, sería utilizar el mismo sistema, de esa forma

se haría mucho más fácil el pago del servicio de bicicletas. El coste de alquiler de las bicicletas es un aspecto que se debería estudiar más a fondo ya que si el servicio resulta ser demasiado caro, ningún consumidor optaría por esta alternativa. Para los usuarios los cuales poseen un teléfono inteligente se podría crear una aplicación la cual escaneando un simple código QR permita acceder a este servicio.

Por último, un punto no menos importante es el de crear responsabilidad y respeto hacia los consumidores de la movilidad activa y micromovilidad, para lograr este cometido se debe llevar a cabo campañas informativas sobre los beneficios del sistema de movilidad alternativa y promover su uso responsable.

De igual forma el implementar este sistema de renta de bicicletas representa una inversión, según (Sheykin, 2023) ronda entre los \$49 000 y \$143 000 dólares americanos aproximadamente, este valor representa la implementación de dos estaciones de renta y recarga de las bicicletas eléctricas, en estas estaciones se tendría un aproximado de 10 bicicletas por estación dejando dos puestos de carga sobrantes, de igual manera se considera el valor de la creación y mantenimiento de la aplicación para la renta de bicicletas, y de la incorporación del sistema de pago mediante tarjeta MOVILIZATE. Esta inversión se vería devuelta en un cierto tiempo, ya que este sistema representa un ingreso para la empresa financiadora del proyecto.

En el caso específico de la vía Monay-Baguanchi la implementación de bicicleta eléctrica es imprescindible ya que posee una considerable pendiente, al ofrecer esta opción, de cierta forma brinda una gran ayuda y una mayor comodidad para el usuario.

La introducción de un sistema de bicicletas eléctricas públicas de renta no solo mejorará la movilidad urbana, sino que también contribuirá al bienestar de la comunidad y al medio ambiente.

7. CONCLUSIONES

Se logró establecer un marco teórico sólido sobre la movilidad activa y la micromovilidad. La metodología utilizada para la recopilación de información, incluyendo fuentes bibliográficas, normativas y ordenanzas a nivel nacional e internacional, permitió obtener una visión integral y actualizada del estado del arte en este campo.

La realización de un sondeo visual sobre los patrones de movilidad del sector proporcionó valiosa información sobre las percepciones y preferencias de la comunidad con respecto a la movilidad, lo cual es esencial para diseñar propuestas de movilidad efectivas y socialmente aceptadas.

La realización de pruebas experimentales, utilizando las metodologías adecuadas, demostró ser una estrategia efectiva para recopilar datos empíricos sobre la movilidad en el área de estudio. Estos datos no solo respaldan los análisis realizados, sino que también proporcionan información cuantitativa que ayudará a tomar decisiones sobre las propuestas.

Este estudio se basó en los datos concretos recopilados durante el sondeo visual y las pruebas experimentales. Se centró en la vía Monay-Baguanchi, dado que la propuesta se ajusta a las necesidades y deseos de la comunidad local, este enfoque basado en la evidencia aumenta la viabilidad y la efectividad del proyecto.

La propuesta diseñada incorpora de manera efectiva tanto la micromovilidad como la movilidad activa. La integración ofrece una solución más completa y sostenible que fomenta hábitos de movilidad saludables y reduce la dependencia de los medios de transporte convencionales. Esto ayuda a crear un mundo más sostenible y amigable con el medio ambiente.

La combinación de un sólido marco teórico, la comprensión de las perspectivas de la comunidad local y la aplicación de pruebas experimentales ha permitido desarrollar una propuesta de movilidad integral y fundamentada para la vía Monay-Baguanchi.

8. RECOMENDACIONES

El estudio realizado estuvo enfocado en analizar los patrones de movilidad que poseen la población de Monay-Baguanchi, además, de conocer variables de movilidad dependiendo del congestionamiento y transporte que se utilice, pero se podría llevar a demás sectores de la ciudad de Cuenca que cuentan con vías principales de acceso que poseen un alto flujo vehicular, de esta manera se puede llevar a cabo diversas propuestas de movilidad activa y micromovilidad en estos lugares; por lo tanto, se recomienda dar continuidad a este tipo de proyectos que tienen como objetivo buscar alternativas de movilidad mucho más sostenibles que dan una solución viable al problema del congestionamiento vehicular y ambiental.

En este proyecto, se obtuvo datos mediante equipos altamente costosos por lo cual se recomienda tener cuidado con la manipulación de los instrumentos; además, se obtienen datos mediante la utilización de transportes de movilidad alternativa, por esta razón se debe tener en cuenta el factor climático, ya que puede existir probabilidad de lluvia durante la realización de las pruebas.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, C. F., & Ortega, C. J. (2020). *Estudio para la implementación del scooter eléctrico como sistema alternativo de movilidad vehicular en la ciudad de Cuenca.*
- Altamirano, J. (2023). *Así es el mapa de los países latinoamericanos con regulaciones en micromovilidad.* <https://mobilityportal.lat/regulacion-latam-micromovilidad/>
- Amazon. (2024). *NOVANGUA Scooter Eléctrico Plegable para Adultos, Patín Eléctrico Adulto, 41 km/h 3 velocidades 48V 14.5Ah,800W Motor Dual, Rango de 50 km, Pantalla LED, Frenos de Disco, Patines del Diablo Eléctricos.* <https://www.amazon.com.mx/NOVANGUA-El%C3%A9ctrico-Plegable-velocidades-El%C3%A9ctricos/dp/B0C3735QFF>
- Arias, C., Miguel, T., Reguero, Á., De Proyecto, C., Bravo, J. C., & Cueva, A. R. (2023). *Guía N°3 de la PNMUS-Movilidad Activa y Micromovilidad.*
- Asamblea Nacional. (2008). *LEY ORGÁNICA DE TRANSPORTE TERRESTRE TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL.* www.lexis.com.ec
- Asamblea Nacional. (2012). *REGLAMENTO A LEY DE TRANSPORTE TERRESTRE TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL.* www.lexis.com.ec
- Astaiza, O. (2017). *VEHÍCULO PARA LA MOVILIDAD EN EL TRANSPORTE UNIPERSONAL EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ.* Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano.
- Bicing. (2023). *El servicio Bicing.* <https://www.bicing.barcelona/es/nou-servei-bicing>
- bicis.ec. (2022). *Bicicletas.* <https://www.bicis.ec/collections/bicicleta>
- Cal y Mayor Reyes Spíndola, Rafael., & Cárdenas Grisales, James. (2007). *Ingeniería de tránsito : fundamentos y aplicaciones.* Alfaomega.

Chiva Scooters. (2023). *Sobre nosotros*. <https://chivascooters.com/about-us/>

Diario El Comercio. (2019, October 28). *El Municipio de Quito trabaja en regulación para control de “scooters.”* <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/quito-regulacion-escuterres-transporte-transito.html>

Diario El Comercio. (2020). *Uso de bicicletas subió un 650% en Quito durante la emergencia sanitaria.* <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/bicicletas-transporte-quito-emergencia-coronavirus.html>

Diario El Comercio. (2021). *La demanda de escúteres y motos eléctricas aumenta en Quito.* <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/demanda-escuterres-motos-electricas-quito-movilidad-motocicletas-negocios.html>

Diario El Mercurio. (2022a). *Cuenca suma 13.5 kilómetros de ciclovías.* <https://elmercurio.com.ec/2022/04/11/cuenca-suma-13-5-kilometros-de-ciclovias/>

Diario El Mercurio. (2022b, March 20). *En Cuenca regularán circulación de scooters y otros vehículos de este tipo.* <https://elmercurio.com.ec/2022/03/20/en-cuenca-regularan-circulacion-de-scooters-y-otros-vehiculos-de-este-tipo/>

Diario El Universo. (2022, February 15). *Conducción de ‘scooters.’* <https://www.eluniverso.com/opinion/editoriales/conduccion-de-scooters-nota/>

Ecobici. (2023). *Descubre más sobre Ecobici.* <https://ecobici.cdmx.gob.mx/noticias/>

EIT InnoEnergy. (2019, November 19). *El proyecto EIT Urban Mobility arranca en Barcelona para transformar la movilidad de las ciudades europeas.* <https://eit.europa.eu/library/nota-de-prensa-el-proyecto-eit-urban-mobility-arranca-en-barcelona-para-transformar-la>

- Ekos Negocios. (2020). *Quito es la ciudad # 18 con mayor congestión vial en el mundo*.
<https://ekosnegocios.com/articulo/quito-es-la-ciudad-18-con-mayor-congestion-vial-en-el-mundo#:~:text=Dentro%20de%20las%2025%20ciudades,horas%20perdidas%20en%20el%20a%C3%B1o.>
- García R, L. B. R. O. Á. D. R. L. (2009). *INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS SOCIALES Y ADMINISTRATIVAS “PLAN DE NEGOCIOS PARA ENSAMBLE Y COMERCIALIZACIÓN DE UNA BICICLETA ELÉCTRICA AUTOSUSTENTABLE ECOLOCLETA.”*
- GARMIN®. (n.d.). *GARMIN Edge® 830*. Retrieved January 10, 2024, from <https://garmin.ec/tienda/deportivo-y-fitness/ciclismo/ciclocomputadores/garmin-edge-830/>
- HOTBIKE. (2023). *Bicicletas HOTBIKE*. <https://www.hotebike.com/es/>
- INEN. (2016). *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2656-1: CLASIFICACIÓN VEHICULAR*.
- Karina Prado Farfán Mgs, I. (2019). *ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL*.
- LaBicicletaElectrica.com. (2022). *¿Qué Son Las Bicicletas Eléctricas Con Asistencia Al Pedaleo?* <https://labicicletaelectrica.com/bicicletas-electricas-con-asistencia-al-pedaleo-una-opcion-versatil/#:~:text=Una%20bicicleta%20el%C3%A9ctrica%20con%20asistencia%20al%20pedaleo%20es,al%20usuario%20a%20moverse%20sin%20tener%20que%20pedaleo.>

Municipalidad de Cuenca. (2015). *Plan de movilidad y espacios públicos*.

Olaya Vargas, K. J., & Salgado Mendieta, C. Y. (2017). *Análisis comparativo de tiempos de desplazamiento e influencia de la longitud del recorrido entre bicicleta convencional y eBike en Bogotá*. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil

Organización Mundial de la Salud. (2017). *Seguridad de los vehículos de motor de dos y tres ruedas*.

Pinto Alvaro, N., Fuentes, F., & Alcivar, D. (2015). *La situación de la bicicleta en Ecuador: avances, retos y perspectivas*.

Roberta Gomes Gonelli, P., Gimenez Filho, E., Carraro, R., & Imaculada de Lima Montebelo Marcelo de Castro Cesar, M. (2010). *Comparación entre las Respuestas Cardiopulmonares Producidas por Caminar y Correr a la Misma Velocidad en Cinta Rodante en Mujeres Jóvenes*. PubliCE 1 PubliCE.

Santander. (2021). *Bicicletas Santander: nuestro patrocinio para una movilidad sostenible en las ciudades*. <https://www.santander.com/es/stories/bicicletas-santander-nuestro-patrocinio-para-una-movilidad-sostenible-en-las-ciudades>

Sheykin, H. (2023). *¿Cuánto cuesta iniciar una estación de alquiler de bicicletas eléctricas?* <https://finmodelslab.com/es/blogs/startup-costs/electric-bike-rental-station-startup-costs#:~:text=Sin%20embargo%2C%20las%20estaciones%20de%20carga%20m%C3%A1s%20avanzadas,costar%20m%C3%A1s%20de%20%24%202%2C000%20a%20%24%205%2C000>

Tele13. (2018). *Así son los nuevos scooters eléctricos que ya están disponibles en Las Condes*. <https://www.t13.cl/noticia/nacional/video-asi-son-nuevos-scooters-electricos-ya-estan-disponibles-condes>

Vargas, G., & Pérez, J. (2002). *MÉTODOS DE ASIGNACIÓN DE TRÁNSITO EN REDES REGIONALES DE CARRETERAS: DOS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN*.

Vélib'. (2007). *El servicio Vélib'*. <https://www.velib-metropole.fr/es/service>

YellowBike. (2023). *Discover the freedom of cycling*. <https://yellowbike.biz/>