



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

INCIDENCIA DE LA ELECTROMOVILIDAD EN EL TRAFICO
VEHICULAR DE LA VÍA MACHALA - PASAJE, PROVINCIA DE EL ORO

PEREZ CORDOVA CRISTINA AMELIA
INGENIERA CIVIL

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**INCIDENCIA DE LA ELECTROMOVILIDAD EN EL TRAFICO
VEHICULAR DE LA VÍA MACHALA - PASAJE, PROVINCIA DE
EL ORO**

**PEREZ CORDOVA CRISTINA AMELIA
INGENIERA CIVIL**

**MACHALA
2020**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

INCIDENCIA DE LA ELECTROMOVILIDAD EN EL TRAFICO VEHICULAR DE LA
VÍA MACHALA - PASAJE, PROVINCIA DE EL ORO

PEREZ CORDOVA CRISTINA AMELIA
INGENIERA CIVIL

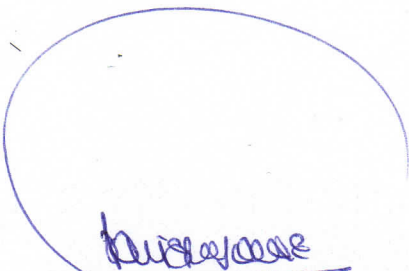
OYOLA ESTRADA ERWIN JAVIER

MACHALA, 19 DE FEBRERO DE 2020


MACHALA
19 de febrero de 2020

Nota de aceptación:


Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado INCIDENCIA DE LA ELECTROMOVILIDAD EN EL TRAFICO VEHICULAR DE LA VÍA MACHALA - PASAJE, PROVINCIA DE EL ORO, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



OYOLA ESTRADA ERWIN JAVIER
0702019738
TUTOR - ESPECIALISTA 1



CARRILLO LANDIN ANGEL ANTONIO
0701210668
ESPECIALISTA 2



MEDINA SANCHEZ YUDY PATRICIA
0703642850
ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: miércoles 19 de febrero de 2020 - 16:21

INCIDENCIA DEL BUS ELÉCTRICO BYD EN LA CONGESTIÓN VEHICULAR DE LA VÍA MACHALA – PASAJE, PROVINCIA DE EL ORO

por Cristina Amelia Perez Cordova

Fecha de entrega: 10-feb-2020 03:16p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1254971547

Nombre del archivo: I_N_VEHICULAR_DE_LA_V_A_MACHALA_PASAJE,_PROVINCIA_DE_EL_ORO.docx
(48.63K)

Total de palabras: 4084

Total de caracteres: 22562

INCIDENCIA DEL BUS ELÉCTRICO BYD EN LA CONGESTIÓN VEHICULAR DE LA VÍA MACHALA – PASAJE, PROVINCIA DE EL ORO

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

2%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.ug.edu.ec

Fuente de Internet

1%

2

Submitted to Infile

Trabajo del estudiante

<1%

3

www.ufro.cl

Fuente de Internet

<1%

4

www.yucatan.gob.mx

Fuente de Internet

<1%

5

Submitted to Universidad Andina Nestor
Caceres Velasquez

Trabajo del estudiante

<1%

6

www.losverdesdeandalucia.org

Fuente de Internet

<1%

7

antropologeando.blogspot.com

Fuente de Internet

<1%

8

www.unep.ch

Fuente de Internet

<1%

9

Submitted to Escuela Superior Politécnica del Litoral

Trabajo del estudiante

<1%

10

www.assisleader.com

Fuente de Internet

<1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 5 words

Excluir bibliografía

Activo

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, PEREZ CORDOVA CRISTINA AMELIA, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado INCIDENCIA DE LA ELECTROMOVILIDAD EN EL TRAFICO VEHICULAR DE LA VÍA MACHALA - PASAJE, PROVINCIA DE EL ORO, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 19 de febrero de 2020

Cristina Pérez

PEREZ CORDOVA CRISTINA AMELIA
0706722774

RESUMEN

La movilidad es la necesidad de transportarse dentro o fuera de la ciudad, utilizando transporte público acorde a las necesidades socioeconómicas locales; sin embargo, su excesiva demanda por el crecimiento poblacional trae consecuencias adversas como contaminación, gasto imprudente de recursos energéticos y afectaciones tanto a la salud humana como ambiental. Por ello, la carrera de ingeniería civil específicamente en el área de trazado geométrico de carreteras e infraestructura vial indaga en la problemática del tráfico vehicular en las rutas interprovinciales desde la perspectiva de la sostenibilidad, al analizar la implementación de autobuses eléctricos para trasladarse de Machala a Pasaje en función de la densidad y seguridad vehicular.

El objetivo del presente proyecto es analizar la incidencia de la electro movilidad en la vía Pasaje a Machala mediante las variables de nivel de servicio, tráfico y densidad para ajustarse a los criterios del plan nacional de desarrollo 2017-2021.

Se aplica una metodología de carácter analítico, comparando e induciendo conjeturas lógicas al tratar los datos de campo y concatenar las apreciaciones con criterios teóricos recopilados a través de una investigación documentada sustentando el proyecto desde la perspectiva epistemológica, para luego demostrar su viabilidad técnica al procesar los datos del aforo de tráfico.

En virtud de lo expuesto, se estima los volúmenes de tráfico, densidades actuales y futuras para determinar cuál bus eléctrico se ajusta mejor a las necesidades de la vía analizada, en contraste con la sostenibilidad de la movilidad interprovincial.

Palabras clave: Tráfico vehicular, bus eléctrico, TPDA, vía interprovincial.

ABSTRACT

Mobility is the need for transport inside or outside the city, the use of public transport according to local socio-economic needs; However, its excess demand for population growth has adverse consequences such as pollution, reckless expenditure of energy resources and effects on both human and environmental health. Therefore, the specific civil engineering career in the area of geometric road design and road infrastructure investigates the problem of vehicular traffic on interprovincial routes from the perspective of sustainability, when analyzing the implementation of electric buses to move from Machala Passage depending on the density and vehicle safety.

The objective of this project is to analyze the incidence of electro mobility in the Passage to Machala via the variables of service level, traffic and density to adjust to the criteria of the national development plan 2017-2021.

An analytical methodology is applied, comparing and inducing logical conjectures when treating the field data and concatenating the findings with theoretical criteria collected through a documented investigation supporting the project from the epistemological perspective, to then demonstrate its technical feasibility at the same time traffic capacity data.

By virtue of the above, traffic volumes, current and future densities are estimated to determine the electric bus is better suited to the needs of the analyzed road, in contrast to the sustainability of interprovincial mobility.

Keywords: Vehicular traffic, electric bus, TPDA, interprovincial route.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
ÍNDICE DE CONTENIDOS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE ANEXOS	5
INTRODUCCIÓN	7
1.1 Problemática	8
1.1.1 Macro.	8
1.1.2 Meso.	8
1.1.3 Micro.	9
1.1.1 Formulación del problema.	9
1.2 Metodología	9
1.3 Objetivo General	9
1.3.1 Objetivos Específicos.	9
DESARROLLO	11
2.1 Marco Teórico.	11
2.1.1 Ingeniería Civil.	11
2.1.2 Diseño vial.	11
2.1.3 Movilidad Urbana.	12
2.1.4 Desarrollo sostenible.	12
2.1.5 Sustentabilidad del transporte	13
2.1.5 Congestión vehicular.	13
2.1.6 Nivel de servicio.	13
2.1.7 Velocidad de circulación.	14
2.1.8 Densidad vehicular.	14
2.1.9 Autobuses eléctricos.	15
Caso Práctico:	15
2.2.1 TPDA tráfico liviano.	16
2.2.2 TPDA para Buses.	17
2.2.3 TPDA total de vehículos pesados	18
2.2.4 Densidad vehicular y nivel de servicio de la vía Pasaje a Machala	20
2.2.5 Categoría actual de la vía.	21
2.2.6 Ventajas y desventajas de implementar bus BYD.	22
2.2.7 Afectaciones a la congestión de la vía.	23

2.2.7 Análisis de factibilidad	24
CONCLUSIONES:	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
ANEXOS	36

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
ÍNDICE DE CONTENIDOS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE ANEXOS	5
INTRODUCCIÓN	7
1.1 Problemática	8
1.1.1 Macro.	8
1.1.2 Meso.	8
1.1.3 Micro.	9
1.1.1 Formulación del problema.	9
1.2 Metodología	9
1.3 Objetivo General	9
1.3.1 Objetivos Específicos.	9
DESARROLLO	11
2.1 Marco Teórico.	11
2.1.1 Ingeniería Civil.	11
2.1.2 Diseño vial.	11
2.1.3 Movilidad Urbana.	12
2.1.4 Desarrollo sostenible.	12
2.1.5 Sustentabilidad del transporte	13
2.1.5 Congestión vehicular.	13
2.1.6 Nivel de servicio.	13
2.1.7 Velocidad de circulación.	14
2.1.8 Densidad vehicular.	14
2.1.9 Autobuses eléctricos.	15
Caso Práctico:	15

2.2.1 TPDA tráfico liviano.	16
2.2.2 TPDA para Buses.	17
2.2.3 TPDA total de vehículos pesados	18
2.2.4 Densidad vehicular y nivel de servicio de la vía Pasaje a Machala	20
2.2.5 Categoría actual de la vía.	21
2.2.6 Ventajas y desventajas de implementar bus BYD.	22
2.2.7 Afectaciones a la congestión de la vía.	23
2.2.7 Análisis de factibilidad	24
CONCLUSIONES:	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
ANEXOS	36

ÍNDICE DE ANEXOS

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
ÍNDICE DE CONTENIDOS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE ANEXOS	5
INTRODUCCIÓN	7
1.1 Problemática	8
1.1.1 Macro.	8
1.1.2 Meso.	8
1.1.3 Micro.	9
1.1.1 Formulación del problema.	9
1.2 Metodología	9
1.3 Objetivo General	9
1.3.1 Objetivos Específicos.	9
DESARROLLO	11
2.1 Marco Teórico.	11
2.1.1 Ingeniería Civil.	11
2.1.2 Diseño vial.	11
2.1.3 Movilidad Urbana.	12
2.1.4 Desarrollo sostenible.	12
2.1.5 Sustentabilidad del transporte	13
2.1.5 Congestión vehicular.	13
2.1.6 Nivel de servicio.	13

2.1.7 Velocidad de circulación.	14
2.1.8 Densidad vehicular.	14
2.1.9 Autobuses eléctricos.	15
Caso Práctico:	15
2.2.1 TPDA tráfico liviano.	16
2.2.2 TPDA para Buses.	17
2.2.3 TPDA total de vehículos pesados	18
2.2.4 Densidad vehicular y nivel de servicio de la vía Pasaje a Machala	20
2.2.5 Categoría actual de la vía.	21
2.2.6 Ventajas y desventajas de implementar bus BYD.	22
2.2.7 Afectaciones a la congestión de la vía.	23
2.2.7 Análisis de factibilidad	24
CONCLUSIONES:	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
ANEXOS	36

1. INTRODUCCIÓN

La sociedad contemporánea se desarrolla sobre nuevas tendencias, donde prima la seguridad, sostenibilidad y eficiencia al suplir las necesidades en la vida cotidiana. La ingeniería civil es la encargada de solucionar situaciones adversas a través de obras e infraestructuras funcionales, viables, duraderas e integras equilibrando sus prestaciones hacia la comunidad.

Un requerimiento principal es la movilidad, el transportarse de un sitio a otro o comercializar productos para establecer relaciones económicas es imperioso en todo lugar, el trazado geométrico de carreteras es la disciplina encomendada a diseñar e implementar obras viales con el objeto de dar calidad, comodidad y seguridad al circular por una avenida.

Uno de los paradigmas transversales en la gestión de conocimientos es la *sustentabilidad* y sus afectaciones al diseñar o construir estructuras, por lo cual es importante migrar de soluciones viables económicamente a medidas factibles ecológicamente, en este proyecto se analiza cómo influye la circulación de un bus eléctrico en la congestión vehicular en la vía Machala a Pasaje.

El plan nacional de desarrollo 2017 a 2021 indica que es un derecho migrar a una movilidad eficiente respetando los derechos de la naturaleza [1]; la ley de eficiencia energética que busca mejorar la sustentabilidad de los recursos energéticos en todos los ámbitos productivos y reducir las incidencias adversas sobre la salud tanto ambiental como humana [2]; por lo tanto, se argumenta que es una la necesidad conocer la incidencia de la electro movilidad en las carreteras locales en función de sus características técnicas.

Para analizar el tráfico de una vía, se necesitan las variables; densidad de tráfico, velocidad de circulación y nivel de servicio. El enfoque del presente proyecto de investigación es determinar cómo afectaría incluir buses eléctricos a la actual flota de transporte público que circula por la vía, considerando que es una autopista principal conectada a la red vía interprovincial, para lo cual se necesitan aforos de velocidad y tráfico.

1.1 Problemática

Hoy en día el país mantiene la necesidad de migrar a tecnologías más eficientes en la movilidad terrestre, para lo cual es relevante y preciso conocer las variables: nivel de servicio, tráfico y densidad en función de datos actualizados.

La avenida Pasaje a Machala es uno de los accesos principales a la provincia de El Oro, por lo tanto, es una de las más concurridas seleccionandola como vía piloto para analizar la incidencia de la electro movilidad en el tráfico interprovincial.

La problemática se alinea a los criterios del plan nacional de desarrollo 2017-2022 enfocándose en el derecho a una movilidad eficiente y garantizar los derechos de la naturaleza a las futuras generaciones; además se ajusta a las imposiciones descritas de la ley orgánica de eficiencia energética.

1.1.1 Macro.

En las grandes ciudades del continente asiático, la congestión y contaminación del aire han dado paso a la *asfixia de la movilidad urbana*; planteándose ambiciosos planes solventados en transportes electrónicos capaces de automatizar los procesos de conducción, dinamizar el tráfico, evitar errores humanos y sobre todo frenar las emisiones de gases nocivos [1]. La solución general es reemplazar el transporte a combustible por autos eléctricos e inclusive automatizar la movilidad urbana mediante vehículos inteligentes, que eviten tanto accidentes como la contaminación del aire.

1.1.2 Meso.

A nivel nacional se destacan esfuerzos por contrarrestar el deterioro de la calidad del ambiente aire, absolviendo al transporte eléctrico como autos, motos, buses y bicicletas de la ordenanza *pico y placa*, para aliviar el estrés del tráfico tradicional que utiliza combustibles fósiles [2].

En Guayaquil circulan actualmente una flota de 20 buses BYD en las líneas 89 a un costo de \$0.35, demostrando que la electro movilidad es la solución ideal al problema analizado.

1.1.3 Micro.

En el contexto micro, en la provincia de El Oro particularmente en la ciudad de Machala se cita al presente estudio, como antecedente en proponer soluciones sustentables a la congestión observada en las carreteras locales.

1.1.1 Formulación del problema.

El problema en particular es ¿Cómo incide la electro movilidad en el tráfico de la avenida Machala – Pasaje? Se parte de un aforo manual al caracterizar el tráfico, estimar el nivel de servicio para luego analizar las implicaciones de un bus eléctrico considerando su velocidad, capacidad, autonomía y gasto energético al solventar la movilidad urbana en una forma sostenible.

1.2 Metodología

La metodología aplicada es un análisis deductivo e inductivo al interpretar los datos del aforo manual, revisión literaria documentos indexados e información de campo con el afán de comprender la problemática al buscar alternativas de solución factibles en el contexto socioeconómico local; gracias a que el estudio involucra concepciones tanto técnicas como culturales al transformar el transporte público.

La matriz productiva nacional debe trascender a un sistema socioeconómico sustentable, siendo la electro movilización la metodología adecuada para dar sostenibilidad al transporte, dinamizando el transporte sin efectos colaterales al ecosistema.

1.3 Objetivo General

El objetivo general del proyecto es Determinar la incidencia de la electro movilidad en el tráfico de la vía Machala a Pasaje, provincia de El Oro, analizando su densidad, nivel de servicio y TPDA actuales para alinearse al plan nacional de desarrollo.

1.3.1 Objetivos Específicos.

Los objetivos específicos que delinear la elaboración del proyecto en forma estructurada se describen a continuación:

- Recopilar criterios teóricos mediante una investigación bibliográfica para fundamentar epistemológicamente el estudio.

- Registrar el tráfico en la vía Pasaje a Machala mediante un aforo manual para calcular el TPDA por cada tipo de vehículo (liviano, buses y pesados).
- Analizar la incidencia de la electro movilidad en el tráfico vehicular de la vía Pasaje a Machala empleando los datos obtenidos en campo para determinar el bus eléctrico que se ajusta mejor a las condiciones actuales de la carretera aforada.

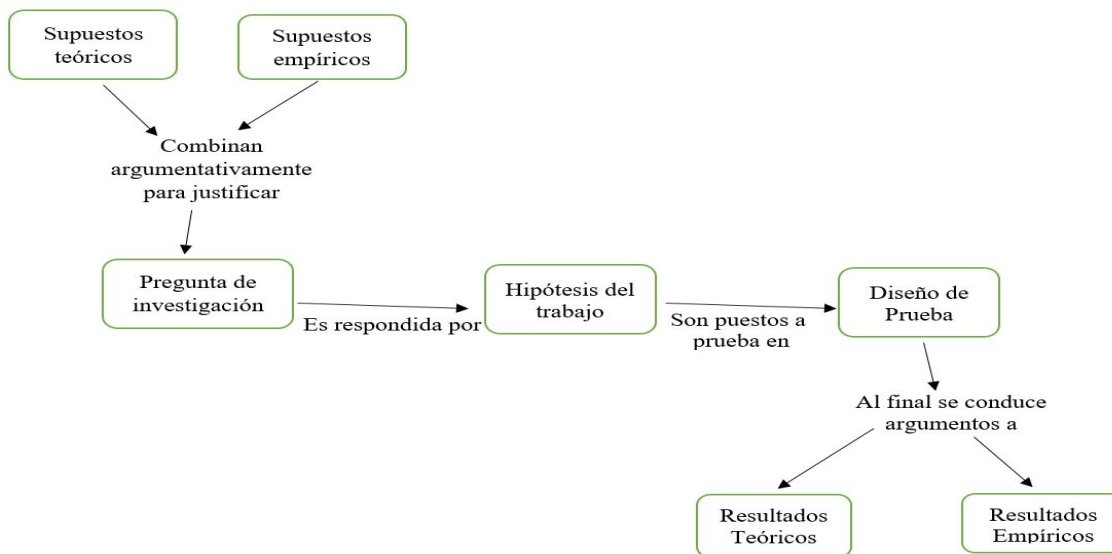
En los resultados se postulan los hallazgos, las valoraciones de los datos, análisis entre variables y apreciaciones técnicas al resolver el caso práctico, observadas desde la perspectiva del autor; al no tener la cantidad exacta de buses eléctricos se proponen tres escenarios donde la demanda de buses BYD crece progresivamente hasta suplir completamente al transporte público local.

2. DESARROLLO

2.1 Marco Teórico.

Es un conjunto de conceptos sintetizados para esquematizar la problemática, se presentan las definiciones e interpretaciones necesarias para cimentar epistemológicamente la gestión del proyecto, a la vez permite devengar fuentes bibliográficas para argumentar opiniones e inducir al lector sobre la relevancia del estudio, dirimiendo apreciaciones cognitivas desde la postura del autor.

Figura 1. Estructura de un proyecto investigativo



Fuente: Cómo se construye el marco teórico de la investigación

2.1.1 Ingeniería Civil.

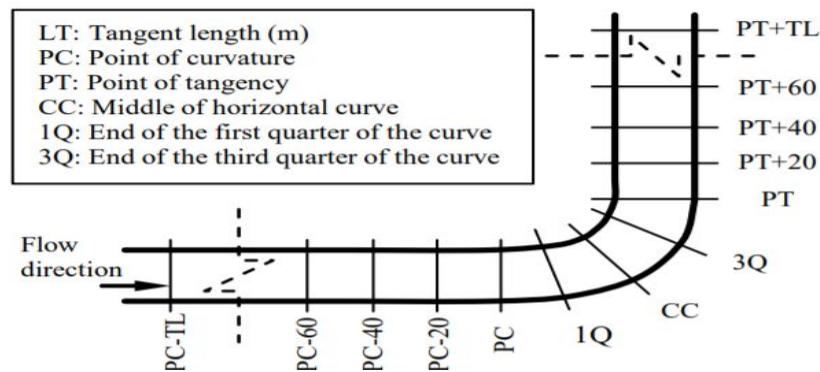
Es una ciencia interdisciplinaria que busca planificar, diseñar, construir y mantener obras e infraestructuras en armonía con el medio ambiente, a la vez expresa la responsabilidad social de invertir sabiamente los recursos públicos, laborando con ética, honestidad e integridad [4]. Se debe comprender su campo de acción al ejercerla; por ende, en este estudio es aplicada desde una perspectiva holística.

2.1.2 Diseño vial.

Es un área de la ingeniería civil, enfocada a dimensionar y caracterizar una carretera en función de la topografía, velocidades, tráfico e inferencias en el comportamiento del conductor. En este estudio se indaga en la interacción entre el tipo de tráfico y congestión,

para proyectar la movilidad mediante un bus eléctrico sin sacrificar la comodidad ni seguridad que caracterizan a una avenida de primer orden.

Figura 2. Secciones de una curva en perfil de aceleraciones



Fuente: Modelos de Aceleración y Desaceleración en Curvas Horizontales en Carreteras Rurales de dos Carriles en San Juan, Argentina

2.1.3 Movilidad Urbana.

Es una terminología muy extensa, donde convergen factores socioeconómicos, culturales, ordenamiento territorial, psicológicos, geografía, industrialización e intereses personales al valorar la facilidad de trasladarse de un sitio a otro para desempeñar sus actividades diarias [6]. Las vías hoy en día están ligadas a la sostenibilidad, debido al impacto de las emisiones de CO₂ y la cantidad de recursos utilizados al construirlas.

2.1.4 Desarrollo sostenible.

Es la sintonización entre sociedad, medio ambiente y economía para suplir las necesidades sin poner en riesgo la supervivencia de la especie. Entonces, se deduce que como responsabilidad social de la carrera es necesario indagar en formas más eficientes de solventar la movilidad urbana. Desde el punto de vista de la movilidad urbana se consideran los siguientes objetivos:

- “Energía Asequible y no contaminante
- Industria, innovación e infraestructura
- Ciudades sostenibles

- Consumo responsable
- Acción por el cambio climático” [7].

2.1.5 Sustentabilidad del transporte

Es un concepto innovador, nacido de la ingeniería en virtud de canalizar las necesidades medio ambientales con una economía dinámica, al mejorar las prestaciones de las redes viales buscando reducir recursos/contaminación al incrementar la rentabilidad [8]. Por tales razones, se analiza las afectaciones de introducir un bus eléctrico en el sistema vial local al transitar desde Machala a Pasaje.

2.1.5 Congestión vehicular.

Es un fenómeno en la movilidad urbana, que se presenta al sobrepasar las capacidades de circulación de la vía, causando demora, tiempos de espera, retrasos innecesarios, gastos energéticos y emociones negativas en los usuarios [9].

Está íntimamente relacionado con el nivel de servicio, velocidad de circulación y densidad vehicular, en conjunto describen la fluidez de una carretera.

Figura 3. Variables que intervienen en la congestión vehicular



Fuente: Elaboración Propia

2.1.6 Nivel de servicio.

Es un indicador cualitativo de la calidad de circulación vehicular, cuantifica la operatividad de la carretera al permitir la fluidez del tráfico en forma libre y sin interferencias, que puedan ocasionar demora, accidentes o siniestros viales. En este caso se debe estimar el nivel de

servicio actual y proyectar la cantidad de buses eléctricos que tolera la vía acorde a la demanda aforada.

Figura 4. Niveles de servicio viales

Nivel de Servicio	Velocidad de flujo libre [km/h]	Densidad [aut/km/carril]
A	Todas	0 - 7
B	Todas	>7 - 11
C	Todas	>11 - 16
D	Todas	>16 - 22
E	96	>22 - 25
	88	>22 - 26
	80	>22 - 27
	72	>22 - 28
F	Demanda excede la capacidad	
	96	>22 - 25
	88	>22 - 26
	80	>22 - 27
	72	>22 - 28

Fuente: Ministerio de Obras Públicas de la Nación (Argentina),

2.1.7 Velocidad de circulación.

Es la velocidad que alcanzan los vehículos para movilizarse en forma cómoda y segura, su valor depende del tipo de carretera, categoría del transporte, señalética, nivel de servicio, entre otros factores.

Para vehículos livianos se recomienda de 90 a 120 km/h, para semipesado de 80 a 90 km/h y para buses se aconseja de 90 hasta 100 km/h en avenidas rurales interprovinciales.

Un criterio importante es que la velocidad de operación, debe ser medida directamente en el campo, preferiblemente en tramos rectos y que los vehículos no interfieran entre sí, es decir la autopista permita un flujo libre de tráfico [11]; de esta manera se da confiabilidad a los datos al estimar el grado de congestión en la vía Pasaje a Machala por medio de un aforo manual durante una semana.

2.1.8 Densidad vehicular.

Es el volumen de tráfico por unidad de tiempo, esta medida se estima mediante un aforo manual para calcular el tráfico promedio diario anual (TPDA), partiendo del tráfico promedio diario semanal (TPDS) al contabilizar los vehículos durante una semana de lunes a domingo, desde las 630 am hasta 630 pm; su ecuación es la sumatoria de todos los días aforados en promedio [12].

$$TPDS = \frac{\sum LUNES + \sum MARTES + \sum MIERCOLES + \sum JUEVES + \sum VIERNES + \sum SABADO + \sum DOMINGO}{7}$$

$$TPDA_{max-min} = TPDS \pm K * \sigma$$

Donde:

- TPDA: Tráfico promedio diario anual
- K= Nivel de confiabilidad 90% equivale a 1,64
- σ = Desviación estandar poblacional estimada

2.1.9 Autobuses eléctricos.

La marca china BYD, tiene las mejores prestaciones con un consumo de 324 kWh, 80 pasajeros de capacidad, autonomía hasta una distancia de 240 km y un rendimiento de 1.3 kWh [13]; haciendo más rentable la inversión a la vez que se mitiga la emisión de gases contaminantes, a diferencia de los tradicionales no exige infraestructura compleja ni tiene problemas al frenar, llegando a desarrollar hasta 70 km/h haciéndolo ideal para el tramo Machala a Pasaje. Actualmente existen una gama de autobuses eléctricos, pero en Ecuador en particular la ciudad de Ambato y Guayaquil están implementando un plan a gran escala de migrar de los troles tradicionales a buses autónomos, con el afán de evitar las repercusiones nocivas del CO2.

2.2 Caso Práctico:

Comprende la recopilación de datos hasta su interpretación al explicar cómo soluciona la problemática analizada, se detallan los cálculos a partir de los datos de campo, concepciones técnicas, normativas viales, publicaciones u obras textuales que permitan construir una

solución factible a la problemática de la congestión al anexar buses eléctricos en la vía Pasaje a Machala.

2.2.1 TPDA tráfico liviano.

Se afora durante siete días y luego se categoriza el flujo vehicular, en este caso el tránsito Promedio Diario Semanal da 9248.43 autos; luego se calcula la desviación estándar muestral dando 2234 vehículos al día, finalmente se estima la desviación poblacional con una confiabilidad el 90%, es decir un $k= 1,64$ dando alrededor de 7875 a 10624 automóviles livianos que transitan en la avenida mencionada.

$$TPDS = \frac{\sum_{LUNES} + \sum_{MARTES} + \sum_{MIERCOLES} + \sum_{JUEVES} + \sum_{VIERNES} + \sum_{SABADO} + \sum_{DOMINGO}}{7}$$

$$TPDS = \frac{8324 + 8676 + 9304 + 7462 + 10206 + 13708 + 7066}{7}$$

$$TPDS = 9249.429$$

Figura 5. Vehículos livianos que circulan en la vía Pasaje a Machala

FECHA	LIVIANOS
LUNES	8324
MARTES	8676
MIERCOLES	9304
JUEVES	7462
VIERNES	10206
SABADO	13708
DOMINGO	7066

Fuente: Elaboración Propia

$$\sigma = \frac{S}{\sqrt{n}} \left(\sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right)$$

$$\sigma = \frac{2234}{\sqrt{7}} \left(\sqrt{\frac{365-7}{365-1}} \right)$$

$$\sigma = 838 \text{ VEHICULOS MIXTOS POR DIA}$$

$$TPDA_{max} = TPDS + K * \sigma$$

$$TPDA_{max} = 9249.429 + 1.64 * 838$$

$$TPDA_{max} = 10624 \text{ VEHICULOS MIXTOS POR DIA}$$

$$TPDA_{min} = TPDS + K * \sigma$$

$$TPDA_{min} = 9249.429 - 1.64 * 838$$

$$TPDA_{min} = 7875 \text{ VEHICULOS MIXTOS POR DIA}$$

2.2.2 TPDA para Buses.

Luego de aforar, se estima el tránsito promedio diario semanal dando 451 vehículos; con una desviación estándar muestral de 82 a una poblacional de 30 vehículos por día, al ser estimado con una veracidad del 90%, como resultado se tiene un rango del TPDA desde 403 a 501 autobuses al día.

$$TPDS = \frac{\sum_{LUNES} + \sum_{MARTES} + \sum_{MIERCOLES} + \sum_{JUEVES} + \sum_{VIERNES} + \sum_{SABADO} + \sum_{DOMINGO}}{7}$$

$$TPDS = \frac{446 + 446 + 448 + 305 + 464 + 586 + 468}{7}$$

$$TPDS = 451.857$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TD_i - TPDS)^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^7 (TD_i - TPDS)^2}{7 - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{(8324 - 9249.429)^2 + (8676 - 9249.429)^2 + (9304 - 9249.429)^2 + (7462 - 9249.429)^2 + (10206 - 9249.429)^2 + \dots + (13708 - 9249.429)^2 + (7066 - 9249.429)^2}{7 - 1}}$$

$$S = 2234 \text{ VEHICULOS MIXTOS POR DIA}$$

Figura 6. Cantidad de buses que transitan en la vía Pasaje a Machala

FECHA		BUSES
LUNES	6-ene-20	446
MARTES	7-ene-20	446
MIERCOLES	8-ene-20	448
JUEVES	9-ene-20	305
VIERNES	10-ene-20	464
SABADO	11-ene-20	586
DOMINGO	12-ene-20	468

Fuente: Elaboración Propia

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TD_i - TPDS)^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^7 (TD_i - TPDS)^2}{7 - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{(446 - 451.857)^2 + (446 - 451.857)^2 + (448 - 451.857)^2 + (305 - 451.857)^2 + (464 - 451.857)^2 + \dots + (586 - 451.857)^2 + (468 - 451.857)^2}{7 - 1}}$$

$S = 82$ VEHICULOS MIXTOS POR DIA

$$\sigma = \frac{S}{\sqrt{n}} \left(\sqrt{\frac{N - n}{N - 1}} \right)$$

$$\sigma = \frac{82}{\sqrt{7}} \left(\sqrt{\frac{365 - 7}{365 - 1}} \right)$$

$\sigma = 30$ VEHICULOS MIXTOS POR DIA

$$TPDA_{min} = TPDS + K * \sigma$$

$$TPDA_{min} = 451.857 - 1.64 * 30$$

$TPDA_{min} = 403$ VEHICULOS MIXTOS POR DIA

$$TPDA_{max} = TPDS + K * \sigma$$

$$TPDA_{max} = 451.857 + 1.64 * 30$$

$TPDA_{max} = 501$ VEHICULOS MIXTOS POR DIA

2.2.3 TPDA total de vehículos pesados

El tráfico pesado es importante, gracias a que mantiene el suministro de materias primas y el comercio en general, en este estudio se tiene un tráfico diario semanal de 1204 automotores de carga, una desviación estándar muestra de 146 y una poblacional de 54 que dan un rango

de por día 1115 a 1292 vehículos pesados al día en la vía Pasaje a Machala con un 90% de veracidad.

Figura 7. Detalla diario de vehículos pesados en la vía Pasaje a Machala

FECHA		PESADOS
LUNES	6-ene-20	1285
MARTES	7-ene-20	1060
MIÉRCOLES	8-ene-20	1074
JUEVES	9-ene-20	1041
VIERNES	10-ene-20	1356
SABADO	11-ene-20	1392
DOMINGO	12-ene-20	1219

Fuente: Elaboración Propia

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TD_i - TPDS)^2}{n - 1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^7 (TD_i - TPDS)^2}{7 - 1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{(1285 - 1203.857)^2 + (1060 - 1203.857)^2 + (1074 - 1203.857)^2 + (1041 - 1203.857)^2 + (1356 - 1203.857)^2 + \dots + (1392 - 1203.857)^2 + (1219 - 1203.857)^2}{7 - 1}}$$

$s = 146$ VEHICULOS MIXTOS POR DIA

$$\sigma = \frac{s}{\sqrt{n}} \left(\sqrt{\frac{N - n}{N - 1}} \right)$$

$$\sigma = \frac{146}{\sqrt{7}} \left(\sqrt{\frac{365 - 7}{365 - 1}} \right)$$

$\sigma = 54$ VEHICULOS MIXTOS POR DIA

$$TPDA_{max} = TPDS + K * \sigma$$

$$TPDA_{max} = 1203.857 + 1.64 * 54$$

$$TPDA_{max} = 1292 \text{ VEHICULOS MIXTOS POR DIA}$$

$$TPDA_{min} = TPDS + K * \sigma$$

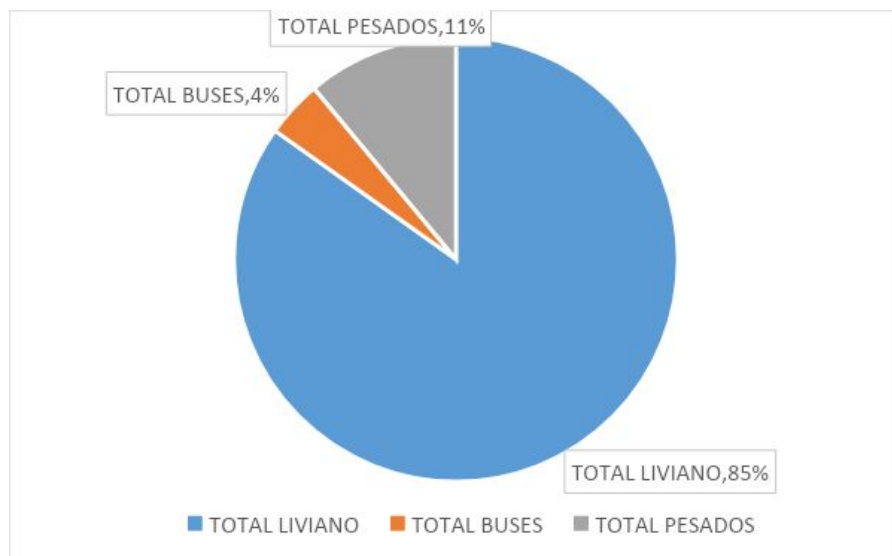
$$|TPDA_{min} = 1203.857 - 1.64 * 54$$

$$TPDA_{min} = 1115 \text{ VEHICULOS MIXTOS POR DIA}$$

2.2.4 Densidad vehicular y nivel de servicio de la vía Pasaje a Machala

Se aplica una metodología analítica, comparando los datos de campo con las apreciaciones teóricas, deduciendo la mejor manera de implementar los buses BYD desde su factibilidad técnica y ecológica, sobre la viabilidad económica. La vía tiene un tránsito prominente de vehículos livianos 85% del total, mientras que un 4% es de buses y un 11% de tráfico pesado.

Figura 8. Resultados del aforo en porcentajes



Fuente: Elaboración Propia

Esto indica que la vía puede tolerar un incremento en los buses del transporte público; de acuerdo con, la normativa INEN para zonas rurales con anchos de carril entre 3 a 3,5 m, los buses pueden circular a una velocidad máxima de 90 km/h [14].

La vía Pasaje a Machala tiene un total de 501 autobuses, circulando a dos carriles, la distancia de la vía es 30.1 km tardándose un tiempo promedio de 29 minutos en ir desde terminal al centro de Pasaje. Se tiene 8.32 de bus/km/carril, lo cual de acuerdo con la norma de diseño vial en la figura 4 la vía ostenta un nivel de servicio **B**, en lo relacionado a buses gracias a

que la velocidad de circulación supera a los 90 km/h, pero se espera que decrezca a futuro por el incremento del parque automotor.

$$D_B = \frac{\text{Total de vehiculos}}{\# * km} = \frac{501}{2 * 30.1} = 8.32$$

$$D_B = \frac{\text{Total de vehiculos}}{\# * km} = \frac{501 + 900}{2 * 30.1} = 23.3$$

Para estar congestionada la carretera puede solventar hasta un incremento de 900 buses circulando diariamente, a una velocidad menor a los 72 km/h para bajar sus prestaciones a nivel **E-F**, donde la demanda excede a la capacidad de circulación. Es necesario enfatizar que el estudio se enfoca en los buses, es decir el transporte público para analizar cómo se afecta a la congestión, al introducir buses eléctricos.

2.2.5 Categoría actual de la vía.

La carreta es rural, de carácter interprovincial por lo tanto su clase de diseño es *PRIMER ORDEN I*; al clasificarla por su TPDA de 9432 a 12378 vehículos se revalora como carretera RI-RII principal, es decir su densidad vehicular ha crecido incrementando la demanda de la vía Pasaje a Machala, además se considera que tiene dos carriles al ser una autopista interprovincial.

$$TPDA_{min} = TPDS + K * \sigma$$

$$TPDA_{min} = 10905.143 - 1.64 * 898$$

$$TPDA_{min} = 9432 \text{ VEHICULOS MIXTOS POR DIA}$$

$$TPDA_{max} = TPDS + K * \sigma$$

$$TPDA_{max} = 10905.143 + 1.64 * 898$$

$$TPDA_{max} = 12378 \text{ VEHICULOS MIXTOS POR DIA}$$

Figura 9. Relación de función, clase MOP y tráfico

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA (según MOP)	TPDA (1) (AÑO FINAL DE DISEÑO)
CORREDOR ARTERIAL	RI - RII (2)	>8000
	I	3000 – 8000
COLECTORA	II	1000 – 3000
	III	300 – 1000
VECINAL	IV	100 – 300
	V	< 100

Notas:

(1) De acuerdo al nivel de servicio aceptable al final de la vida útil.

(2) RI - RII - Autopistas.

Fuente: Las normas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003

Se realiza comparaciones, describe cómo afecta a la vía y cómo interactúan entre sí las variables de estudio; el bus eléctrico y congestión de la vía Pasaje a Machala. Además, se postulan medidas viables desde varios puntos de vista, tomando en cuenta las prestaciones medioambientales como los cambios sociales que implicaría evolucionar el transporte público.

2.2.6 Ventajas y desventajas de implementar bus BYD.

Los pros de implementarlos son:

- Mayor rendimiento energético que los autobuses a diésel
- Se disminuye las emisiones de Co2 y mitiga impacto ambiental
- Mejora la sostenibilidad de la movilidad
- Su costo de mantenimiento es menor y da fuentes de empleo
- Dinamiza los medios de transporte e incrementar comodidad y seguridad al tener tecnologías más sofisticadas que los vehículos convencionales

Las situaciones adversas de su implementación son:

- Elevado costo de adquisición
- Modificar infraestructura para carga de baterías y consumo de repuestos
- Capacitar al personal y a la población

- Su viabilidad técnica es superada por su factibilidad económica

Al considerar los puntos anteriores, se deduce que la razón que motiva su circulación es su rentabilidad ecológica, con la finalidad de tomar acciones al combatir el cambio climático optando por tecnologías verdes en lugar de los combustibles fósiles, su factibilidad monetaria es contradictoria y demanda un desarrollo vial paralelo a su rendimiento energético para recargarlos en caso de viajes largos.

2.2.7 Afectaciones a la congestión de la vía.

Para el 2025 se plantean tener al menos 357 unidades de buses eléctricos, de acuerdo con la ley de eficiencia energética en su artículo 14 se migrará progresivamente, teniendo en mente que su costo es de 3 a 1 frente a un bus a diésel [16]. El alcalde de Quito plantea cambiar paulatinamente desde 50 unidades hasta sustituir los 2600 buses contaminantes al final de su mandato, recalca que cada unidad emite 15 toneladas de CO₂ al mes que puede evitarse con vehículos eléctricos [17]. Al considerar registros a nivel nacional se deduce que no afecta significativamente a la circulación y que son usados principalmente para desfasar los buses urbanos de forma progresiva, debido al costo elevado que exige su compra por ser maquinaria importada.

El incremento en la flota vehicular, crecimiento poblacional y otros factores tienden a deteriorar las prestaciones de la carretera; el bus seleccionado BYD modelo k11 puede alcanzar hasta 70 km/h, cumpliendo con la velocidad media recomendada, pero siendo inferior a la velocidad máxima para autopistas 90 km/h; por lo tanto, al proponer soluciones viables se analizan los siguientes supuestos:

Buses eléctricos menor al 50% de la flota

Se puede construir carriles, anexar protecciones o muros *yersi* para su uso exclusivo, también se puede señalizar dos carriles para facilitar su tránsito acompañando con el control vehicular competentes para asegurar el respeto a los buses; esto provocaría poca congestión al circular por un carril exclusivo o en horarios donde el tráfico es menor, es decir evitar horas pico donde la congestión es mayor.

Buses eléctricos mayor al 50%

Se estima que en algún punto la sostenibilidad urbana, superará a la inversión económica inicial de los buses constituyendo la mayor parte del transporte público; esto conlleva a una remodelación y retroalimentación a la infraestructura vial, adaptando las dimensiones geométricas a las necesidades de los vehículos eléctricos.

En este punto se necesita construir electro gasolineras, en sitios estratégicos para que los buses puedan realizar viajes superiores a su autonomía, considerando que la vía Pasaje a Machala es un paso a un complejo sistema vial que gestiona la movilidad orense.

A estas alturas ya se debería contar con carriles exclusivos e inclusive iniciar una migración parcial a taxis o transporte urbana solventado en buses eléctricos.

Tener la mayoría de buses BYD ocasionaría demora en tiempos, cierto grado de congestión y mayor tráfico por tener una velocidad menor, a los buses a diésel implicando molestias a la comunidad, misma que debe ser preparada para dichos cambios, haciendo prevalecer la sustentabilidad sobre la agilidad que brindan los buses a diésel; siendo también una cuestión cultural su aceptación.

Buses eléctricos al 100% de la flota vehicular

Una vez totalmente sustituido el transporte público por buses eléctricos, no habría mayor problema porque el tráfico viajaría a la misma velocidad y la infraestructura vial como gasolineras eléctricas deberían haberse normalizado, evolucionado la movilidad interprovincial para lograr la sostenibilidad ecológica sin sacrificar recursos naturales no renovables, a la vez que se mejora la salud ambiental.

2.2.7 Análisis de factibilidad

Los buses eléctricos cuestan alrededor de \$ 360 000 USD, sumando los costos de infraestructura en gasolinera eléctricas, aumento de carriles o señalética, elementos de control se deduce que no son viables económicamente, pero si ecológicamente dando prioridad a la sostenibilidad y sustentabilidad de la sociedad por encima de los beneficios monetarios que pueda generar su aplicación.

Desde la perspectiva técnica es factible, tiene la velocidad más alta del mercado en comparación con trolebús, buses europeos o tranvías; la vía Pasaje a Machala está en capacidad para suplir varias veces la demanda actual de buses en el transporte público, sin necesidad de mayores modificaciones.

Como argumento se cita que “existe una preocupación latente a nivel mundial, nacional y local sobre los severos daños al medio ambiente y efectos del calentamiento global, por lo cual mitigar la alarmante cantidad de CO2 es razón suficiente para su ejecución” [18]; también se resalta que disminuye el consumo de combustibles fósiles e incentiva el desarrollo tecnológico en forma paralela a la movilidad local e inclusive regional.

Cuadro 1. Aforo de velocidades en la vía Pasaje a Machala

VÍA PASAJE A MACHALA	VELOCIDAD DE PUNTO
Tramo 1	105.8 Km/h
Tramo 2	101.1 Km/h
Tramo 3	98.66 Km/h
Tramo 4	98.90 Km/h
Tramo 5	102.1 Km/h
Tramo 6	98.36 Km/h
Tramo 7	109.46 Km/h

Fuente: [19]

De tal manera que dichos valores contribuyen al desarrollo y gestión de la movilidad en la carretera estudiada.

Cuadro 2. Resumen de velocidades en la vía Pasaje a Machala

Velocidad Mínima	98.36 km/h
Velocidad Media o promedio	102.54 km/h

Velocidad Máxima	109.46 km/h
------------------	-------------

Fuente: Elaboración Propia

La densidad vehicular en la vía es:

Obteniendo mi TPDA máximo por día, se determina que el día sábado es el día mas transitado, dando como resultado:

$$TPDA_{max}=12026 \text{ veh}$$

Dividiendo TPDA máximo para el número de horas aforadas:

$$TPDA_{max}=12026 \text{ veh}/12h$$

$$TPDA_{max}=1002,167 \text{ veh/h}$$

Calculo de la densidad vehicular:

Donde:

N = transito promedio sobre hora de vehículos de la vía (Veh/H)

V_t = velocidad promedio de circulación (km/H)

Reemplazando mi TPDA max del sábado, con las velocidades mínima, media, máxima, obtendremos los siguientes resultados:

$$k = \frac{N}{Vt}$$

Reemplazando mi TPDA max del sábado, con las velocidades mínima, media, máxima, obtendremos los siguientes resultados:

$$k = \frac{1002,167 \text{ veh/h}}{98,36 \text{ km/h}} = 10,188 \text{ veh/km}$$

$$k = \frac{1002,167 \text{ veh}}{102,54 \text{ km/h}} = 9,773 \text{ veh/km}$$

$$k = \frac{1002,167 \text{ veh}}{109,46 \text{ km/h}} = 9,155 \text{ veh/km}$$

Actualmente la carretera oferta un tráfico fluido en categoría B como nivel de servicialidad (ver figura 4), demostrando que tiene la capacidad para sustentar la electro movilidad. Las densidades actuales se resumen mediante el cuadro 3.

Cuadro 3. Resumen de densidades actuales de la vía estudiada

Tipo de Velocidad	Densidad vehicular (veh/km)
Velocidad Mínima-98.36 km/h	10,188 veh/km
Velocidad Media-102.54 km/h	9,773 veh/km
Velocidad Máxima-109.46 km/h	9,155 veh/km

La densidad vehicular representada en la figura 10, expresa un grado de congestión baja siendo capaz de tolerar las unidades de electro buses sin afectar a los demás automotores que transitan en la carretera estudiada.

Figura 10. Representación de la densidad vehicular en la vía Pasaje a Machala



Fuente: Elaboración Propia

Proyecciones del TPDA Asignado de la vía Machala Pasaje

El tráfico promedio diario anual asignado se proyecta al futuro, para este proyecto realizaremos una proyección de 20 años, lo cual nos servirá para saber si la obra cumple con la demanda de tráfico luego de haber transcurrido 20 años.

La expresión matemática que se utiliza para hacer las proyecciones del T.P.D.A. es la siguiente:

$$T.P.D.A._{Proyectado} = T.P.D.A._{Asignado} * (1 + i)^n$$

Donde:

$T.P.D.A._{Proyectado}$ = trafico promedio diario anual proyectado

i = tasa de crecimiento del parque automotor

n = año de la proyección respecto al año actual

$T.P.D.A._{Asignado}$ = trafico promedio diario anual actual

Las tasas anuales de crecimiento son usadas por el Ministerio De Obras Publicas y se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Tasas de crecimiento del tráfico según MTOP

TASAS	LIV	BUS	CAMION
2010 - 2,015	4,24	2,37	2,22
2015 - 2020	3,66	2,11	1,97
2020 - 2025	3,19	1,9	1,78
2025 - 2030	2,81	1,73	1,61

Fuente: Ministerio de transporte y obras públicas

Se reemplaza el TPDA actual de cada tipo de vehículo y la tasa de crecimiento correspondiente a la fecha promedio del 2020 al 2025.

$$TPDA_{liv} = 10624 * (1 + 0.0319)^{20} = 19908.6 \frac{Veh}{día}$$
$$TPDA_{buses} = 501 * (1 + 0.019)^{20} = 729.99 \frac{Veh}{día}$$
$$TPDA_{camion} = 1292 * (1 + 0.0178)^{20} = 1838.7 \frac{Veh}{día}$$

Se emplea el mayor TPDA (Liviano) Reemplazando el TPDA proyectado de cada tipo de tráfico, se estiman las densidades futuras:

El tmh máximo horario se lo calcula:

$$TPDA_{proyectado} = \frac{19908.6 veh}{12 h} = 1659,05 veh/h$$

$$k_{min} = \frac{1659,05 \text{ veh}}{98,36 \text{ km/h}} = 16,86 \text{ veh/km}$$

$$k_{prom} = \frac{1659,05 \text{ veh}}{102,54 \text{ km/h}} = 16,18 \text{ veh/km}$$

$$k_{max} = \frac{1659,05 \text{ veh}}{109,46 \text{ km/h}} = 15,15 \text{ veh/km}$$

Luego se estiman para cada tipo de velocidad en función del tráfico proyectado, tal como se aprecia en el cuadro 5.

Cuadro 1. Resumen de densidades vehiculares

VELOCIDAD	Km/h	Actual	Proyectada
Máxima	109.46	10,188	15.15
Mínima	98.36	9,773	16,86
Promedio	102.54	9,155	16,18

Fuente: Elaboración Propia

Distancia de separación

para calcular la separación entre vehículos se aplica la fórmula de la ley de los cuadrados, como datos se ocupan las tres velocidades, mínima, promedio, máximo:

$$Separacion = \frac{v^2}{100}$$

Cuadro 6. Resumen de distancia entre vehículos en un kilómetro

Velocidad	Km/h	Separación (m)
Mínima	109.46	119,81
promedia	98.36	96,74
Maxima	102.54	105,14

Fuente: Elaboración Propia

3. CONCLUSIONES:

Los criterios técnicos, legales y contextuales demuestran que la electro movilidad es un derecho más que una necesidad, justificando la ejecución de este estudio demostrando su viabilidad desde la perspectiva sostenible acorde a los lineamientos del plan nacional de desarrollo.

La vía Pasaje - Machala mantiene un nivel de servicialidad B acorde al número de buses (transporte público), siendo muy transitada por derivarse hacia las redes principales como Troncal de la Costa, Avenida Panamericana y terminales terrestres; su categoría actual es de una vía tipo RI-RII con un TPDA mayor a 8000 vehículos, por su topografía y mayoría de tramos rectos permite desarrollar una velocidad libre evitando demoras. Se tiene un TPDA total de 9432 a 12378 vehículos, con 1115 a 1292 vehículos pesados, 403 a 501 buses y 7875 a 10624 autos livianos en la vía.

Analizando la incidencia de la electro movilidad en la vía Pasaje a Machala, se concluye que está en condiciones de tolerar buses BYD, inmediatamente no afectaría su fluidez, dado que a medida que los buses eléctricos incrementan, disminuirán los buses de combustión interna equilibrando el tráfico en el sector, además de dar paso a obras complementarias como electrolinerías u otras fuentes de empleo. Contrastando la variable de número de vehículos con la variable de velocidad promedio, la cual es superior al límite impuesto por la agencia reguladora de tránsito, es notable que la electromovilidad tendrá un impacto tal que la velocidad promedio bajará, debido a que la velocidad límite de los buses BYD está alrededor de los 70 km/h. Al existir dos carriles en la vía provocará que la densidad vehicular incrementa por lo que en el futuro será necesario un carril extra en cada sentido de la vía.

Se tiene una velocidad máxima de 109.5 Km/h a una densidad de 10.2 actual a 15.15 Vh/km/h, una velocidad mínima de 98.36 Km/h a una densidad de 9.77 hasta 16.86 Vh/km/h dentro de 20 años y finalmente a una media de 102.54 km/h dando 9.155 actual y 16.18 Vh/km/h para el 2040; esta variable ha demostrado que se incrementa exponencialmente con el paso del tiempo, denotando que no es una variable lineal como se espera; esto indica que el tráfico tenderá a ser alrededor del 1.7 a 1.9 veces la actual.

Además del punto de vista técnico, el proyecto es ecológicamente viable, pero no desde la perspectiva económica, exigiendo un financiamiento mucho mayor al que demandan los buses tradicionales; por ende, se aconseja gestionar estudios similares que justifiquen su factibilidad en términos del valor actual neto, tasa interna de retorno, ahorro energético e impactos ambientales positivos que mejoren la sostenibilidad del transporte público.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] S. MEHNDIRATTA y T. P. QUIROS, «Congestión vehicular, contaminación, accidentes de tránsito: ¿podrá la tecnología poner fin a los problemas del transporte urbano?,» Febrero 2017. [En línea]. Available: <http://blogs.worldbank.org/es/voices/congestion-vehicular-contaminacion-accidentes-de-transito-podria-la-tecnolog-poner-fin-a-los-problemas>. [Último acceso: Febrero 2020].
- [2] LA HORA, «Autos eléctricos podrían saltarse el ‘pico y placa’,» Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://lahora.com.ec/quito/noticia/1102244507/autos-electricos-podrian-saltarse-el-pico-y-placa>. [Último acceso: Febrero 2020].
- [3] J. R. G. RAMOS, «Cómo se construye el marco teórico de la investigación.,» *Cadernos de Pesquisa*, vol. 48, n° 169, pp. 830-854, 2018.
- [4] N. C. Zúñiga y E. C. Mora, «La construcción epistemológica en Ingeniería Civil: Visión de la,» *Revista Electrónica “Actualidades Investigativas en Educación”*, vol. 19, n° 1, pp. 1-30, 2019.
- [5] Y. GARCIA, A. ALTAMINA y T. y. M. J. ECHAVEGUREN, «Modelos de Aceleración y Desaceleración en Curvas Horizontales en Carreteras Rurales de dos Carriles en San Juan, Argentina,» *Revista Politécnica*, vol. 39, n° 2, pp. 41-50, 2017.
- [6] D. R. L.-M. Gerardo Alonso Romero, «El estado del arte de la movilidad del transporte en la vida urbana en ciudades latinoamericanas,» *Transporte y Territorio*, n° 19, pp. 133-157, 2018.
- [7] D. Rodrigo-Cano, M. J. Picó y G. Dimuro, «Los Objetivos de Desarrollo Sostenible como marco para la acción y la intervención social y ambiental,» *RETOS. Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, vol. 9, n° 17, pp. 1-15, 2019.

- [8] J.-R. Quintero-González, «Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible,» *Ambiente y Desarrollo, Bogotá (Colombia)*, vol. XXI, n° 40, pp. 57-72, 2017.
- [9] C. A. G. J. F. y A. J. G. Marlin A. Aarón, «Análisis de la Movilidad Vehicular en el Departamento de La Guajira usando Simulación. El Caso de Riohacha y Maicao,» *Análisis de la Movilidad*, vol. 30, n° 1, pp. 321-332, 2019.
- [10] Vialidad Nacional, «Ministerio de Obras Públicas de la Nación (Argentina),» 2016. [En línea]. Available: http://transito.vialidad.gov.ar:8080/web_ns/metodologia2.jsp. [Último acceso: Enero 2020].
- [11] Y. García-Ramírez, B. Zárate, S. Segarra y J. González, «Variación Diaria y Horaria de la Velocidad de Operación en Carreteras Rurales de Dos Carriles en el Cantón Loja,» *Revista Politécnica*, vol. 40, n° 1, pp. 1-7, 2017.
- [12] S. L. B. Cedeño, J. B. Garces y I. J. C. Rizo, «Análisis comparativo de ejes equivalentes obtenidos mediante método aashto 93 y los proporcionados por pesaje en balanza fija de vehículos,» *Revista Universidad y Sociedad*, vol. 10, n° 1, pp. 59-68, 2018.
- [13] R. V. Alberto, V. G. Carlos, G. M. Jesús y O. C. Manuel, «Implicaciones Energéticas y Medio Ambientales de la Integración de Autobuses Eléctricos en el Sistema de Transporte Urbano de la Ciudad de Ambato,» *Revista Politécnica*, vol. 42, n° 1, pp. 1-12, 2018.
- [14] INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, «SEÑALIZACIÓN VIAL PARTE 2: SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL,» REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 004-2:2011, Quito, 2012.
- [15] T.A.M.S. ASTEC, «Las normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003,» LOUIS BERGER INTERNACIONAL, INC. (New Jersey, USA); PROTECVIA CIA. LTDA (Quito-Ecuador), Quito, 2003.

- [16] EL COMERCIO, «Los buses que se adquieran desde el 2025 deberán ser eléctricos,» Abril 2019. [En línea]. Available: <https://www.elcomercio.com/actualidad/buses-electricos-transporte-ley-combustible.html>. [Último acceso: Enero 2020].
- [17] QUITO INFORMA, «Quito cambiará los buses contaminantes por eléctricos cero emisiones,» Julio 2019. [En línea]. Available: <http://www.quitoinforma.gob.ec/2019/07/26/quito-cambiara-los-buses-contaminantes-por-electricos-cero-emisiones/>. [Último acceso: Enero 2020].
- [18] E. R. R. Párraga, I. J. A. Ochoa y J. S. Cedeño, «Estudio de Factibilidad para la Creación de un Restaurante Sustentable en el Cantón General Villamil Playas,» *INNOVA Research Journal*, vol. 2, pp. 1-23, 2017.
- [19] C. Collaguazo, «Aforo de velocidades via Pasaje a Machala,» Universidad Técnica de Machala, Machala, 2020.

5. ANEXOS



Anexo 1. Aforo vehicular en la vía Pasaje a Machala



Anexo 2. Segundo día de aforo en la vía analizada



Anexo 3. Tráfico vehicular en la vía aforada



Anexo 4. Tercer día de aforo a la altura de la gasolinera









Anexo 5. Tránsito vehicular en la vía Machala a Pasaje



Anexo 6. Tráfico liviano en la carretera analizada










Anexo 7. Circulación de vehículos pesados en la vía aforada

CONTEO VEHICLAR VIA PASAJE-MACHALA									
DIA:						LUGAR:		VIA PASAJE-MACHALA	
FECHA:						REFERENCIA:		VIA PASAJE-ALTURA GASOLINERA DEL SINDICATO DE CHOFERES	
COORDENADAS:		ZONA 17, E=627862.8 ; N= 9633149.23							
HORA		LIVIANOS				BUSES	PESADOS		TOTAL
INICIO	FIN	MOTOS	AUTOMOVILES	FURGONETAS	CAMIONETAS	BUSES	2 EJES	3 EJES	
									
6:30	6:45	16	38	6	14	6	10	4	94
6:30	6:45	13	33	5	13	5	11	3	83
6:45	7:00	12	44	6	26	6	12	2	108
6:45	7:00	9	41	5	23	5	11	3	97
7:00	7:15	12	58	6	30	4	8	4	122
7:00	7:15	11	49	3	23	5	13	3	107
7:15	7:30	12	50	6	30	6	10	6	120
7:15	7:30	11	47	5	21	5	11	5	105
7:30	7:45	14	48	4	34	6	8	8	122
7:30	7:45	11	35	3	33	5	13	5	105
7:45	8:00	14	52	6	34	6	6	8	126
7:45	8:00	13	39	3	33	3	15	5	111
8:00	8:15	16	54	4	24	4	8	8	118
8:00	8:15	11	41	3	17	3	7	7	89
8:15	8:30	14	50	4	18	4	8	5	103
8:15	8:30	9	39	3	19	3	5	7	85
8:30	8:45	12	46	4	22	4	6	6	100
8:30	8:45	15	39	3	25	5	5	7	99
8:45	9:00	16	50	4	30	4	10	8	122
8:45	9:00	13	35	3	21	5	7	7	91
9:00	9:15	12	38	4	22	4	6	6	92
9:00	9:15	11	31	3	17	3	5	5	75
9:15	9:30	14	46	6	20	6	8	4	104
9:15	9:30	13	39	3	15	5	5	3	83
9:30	9:45	10	48	2	20	4	4	4	92
9:30	9:45	11	27	3	17	3	7	5	73
9:45	10:00	14	50	4	28	6	10	7	119
9:45	10:00	13	35	3	25	7	7	7	97


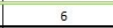
12:30	12:45	14	38	8	22	4	6	8	100
12:30	12:45	11	31	5	13	5	9	7	81
12:45	13:00	20	52	4	22	4	8	6	116
12:45	13:00	11	45	7	15	5	5	5	93
13:00	13:15	14	40	2	20	4	8	8	96
13:00	13:15	17	39	5	17	5	7	7	97
13:15	13:30	16	48	6	24	4	8	9	115
13:15	13:30	23	45	7	31	3	7	7	123
13:30	13:45	14	46	4	30	4	4	6	108
13:30	13:45	11	41	3	29	3	5	3	95
13:45	14:00	12	38	8	32	4	8	7	109
13:45	14:00	7	39	5	23	3	7	5	89
14:00	14:15	20	48	4	26	4	8	9	119
14:00	14:15	11	47	5	15	3	11	7	99
14:15	14:30	10	40	4	30	6	12	4	106
14:15	14:30	17	41	7	17	5	7	7	101
14:30	14:45	14	52	8	22	4	8	6	114
14:30	14:45	9	49	5	31	3	13	4	114
14:45	15:00	16	56	4	18	4	10	8	116
14:45	15:00	13	55	7	21	3	5	5	109
15:00	15:15	14	46	6	18	6	8	4	102
15:00	15:15	9	39	3	11	3	7	7	79
15:15	15:30	12	44	4	16	4	8	6	94
15:15	15:30	11	41	3	11	3	7	5	81
15:30	15:45	18	54	4	26	6	6	6	120
15:30	15:45	15	43	3	21	5	5	5	97
15:45	16:00	22	44	2	32	4	4	4	112
15:45	16:00	17	35	3	15	5	5	3	83
16:00	16:15	20	58	4	16	4	4	6	112
16:00	16:15	11	47	3	13	3	5	5	87
16:15	16:30	16	62	2	20	4	4	4	112
16:15	16:30	17	41	3	11	5	3	7	87
16:30	16:45	26	48	4	24	8	6	6	122
16:30	16:45	21	43	5	25	5	9	5	113
16:45	17:00	24	40	4	20	6	6	4	104
16:45	17:00	15	37	5	17	7	5	5	91
17:00	17:15	12	34	6	26	6	8	4	96
17:00	17:15	9	39	5	21	5	5	5	89
17:15	17:30	20	44	4	38	6	6	6	124
17:15	17:30	11	43	5	25	7	5	5	101
17:30	17:45	14	46	4	26	6	6	6	108
17:30	17:45	15	43	7	27	5	5	7	109
17:45	18:00	26	52	8	30	6	6	8	136
17:45	18:00	21	45	5	33	5	7	9	125
18:00	18:15	26	46	6	26	4	6	8	122
18:00	18:15	15	47	7	37	5	7	6	124
18:15	18:30	26	44	6	32	4	6	8	126
18:15	18:30	25	41	5	29	5	5	7	117
TOTAL INDIVIDUAL=		1392	4204	450	2278	446	704	581	10055
			8324			446		1285	








Anexo 9. Aforo vehicular del día lunes

CONTEO VEHICLAR VIA PASAJE-MACHALA										
DÍA:						LUGAR:		VIA PASAJE-MACHALA		
FECHA:						REFERENCIA:		VIA PASAJE-ALTURA GASOLINERA DEL SINDICATO DE CHOFERES		
COORDENADAS:		ZONA 17, E=627862.8 ; N= 9633149.23								
SENTIDO DEL TRANSITO	HORA		LIVIANOS				BUSES	PESADOS		TOTAL
	INICIO	FIN	MOTOS	AUTOMOVILES	FURGONETAS	CAMIONETAS		2 EJES	3 EJES	
										
Pasaje-Machala	6:30	6:45	16	40	6	14	6	10	2	94
Machala-Pasaje	6:30	6:45	13	35	5	15	5	13	3	89
Pasaje-Machala	6:45	7:00	12	46	6	26	6	12	2	110
Machala-Pasaje	6:45	7:00	9	43	5	23	5	11	3	99
Pasaje-Machala	7:00	7:15	12	60	6	32	4	8	2	124
Machala-Pasaje	7:00	7:15	11	53	3	23	5	13	3	111
Pasaje-Machala	7:15	7:30	14	52	6	30	6	10	4	122
Machala-Pasaje	7:15	7:30	11	49	5	21	5	13	3	107
Pasaje-Machala	7:30	7:45	16	50	4	36	6	8	4	124
Machala-Pasaje	7:30	7:45	13	37	3	35	5	13	3	109
Pasaje-Machala	7:45	8:00	14	56	6	36	6	6	4	128
Machala-Pasaje	7:45	8:00	13	39	3	35	3	15	3	111
Pasaje-Machala	8:00	8:15	16	56	4	24	4	8	4	116
Machala-Pasaje	8:00	8:15	11	43	3	19	3	7	3	89
Pasaje-Machala	8:15	8:30	14	54	4	18	4	8	4	106
Machala-Pasaje	8:15	8:30	9	41	3	19	3	5	5	85
Pasaje-Machala	8:30	8:45	12	48	4	24	4	6	4	102
Machala-Pasaje	8:30	8:45	15	39	3	27	5	5	3	97
Pasaje-Machala	8:45	9:00	18	52	4	32	4	10	2	122
Machala-Pasaje	8:45	9:00	15	37	3	23	5	7	3	98
Pasaje-Machala	9:00	9:15	14	40	4	22	4	6	4	94
Machala-Pasaje	9:00	9:15	11	33	3	17	3	5	3	75
Pasaje-Machala	9:15	9:30	14	48	6	20	6	8	2	104
Machala-Pasaje	9:15	9:30	15	41	3	15	5	5	3	87
Pasaje-Machala	9:30	9:45	10	50	2	20	4	4	2	92
Machala-Pasaje	9:30	9:45	11	27	3	17	3	7	3	71
Pasaje-Machala	9:30	9:45	10	50	2	20	4	4	2	92
Machala-Pasaje	9:30	9:45	11	27	3	17	3	7	3	71
Pasaje-Machala	9:45	10:00	16	54	4	30	6	10	4	124
Machala-Pasaje	9:45	10:00	13	37	3	27	7	7	5	99
Pasaje-Machala	10:00	10:15	8	50	6	38	4	14	4	124
Machala-Pasaje	10:00	10:15	13	53	3	35	5	11	3	123
Pasaje-Machala	10:15	10:30	10	66	4	36	4	6	4	130
Machala-Pasaje	10:15	10:30	13	49	9	25	5	5	5	111
Pasaje-Machala	10:30	10:45	16	48	2	24	4	4	4	102
Machala-Pasaje	10:30	10:45	15	53	3	35	5	7	3	121
Pasaje-Machala	10:45	11:00	10	64	10	24	6	8	4	126
Machala-Pasaje	10:45	11:00	9	31	3	23	5	9	5	85
Pasaje-Machala	11:00	11:15	16	44	6	32	6	2	4	110
Machala-Pasaje	11:00	11:15	9	37	3	37	3	3	3	95
Pasaje-Machala	11:15	11:30	14	56	4	32	4	6	4	120
Machala-Pasaje	11:15	11:30	11	29	7	21	5	9	5	87
Pasaje-Machala	11:30	11:45	16	46	8	28	6	10	4	118
Machala-Pasaje	11:30	11:45	27	43	5	21	3	9	5	113
Pasaje-Machala	11:45	12:00	14	44	4	24	6	8	4	104
Machala-Pasaje	11:45	12:00	21	47	3	21	5	11	5	113
Pasaje-Machala	12:00	12:15	14	38	6	16	4	14	4	96
Machala-Pasaje	12:00	12:15	11	41	5	27	3	7	5	99
Pasaje-Machala	12:15	12:30	16	40	4	18	6	4	4	92
Machala-Pasaje	12:15	12:30	21	33	7	31	3	5	3	103
Pasaje-Machala	12:30	12:45	14	40	8	22	4	6	4	98
Machala-Pasaje	12:30	12:45	11	33	5	13	5	9	3	79
Pasaje-Machala	12:45	13:00	20	56	4	24	4	8	4	120
Machala-Pasaje	12:45	13:00	11	47	7	15	5	5	5	95
Pasaje-Machala	13:00	13:15	16	42	2	20	4	8	4	96
Machala-Pasaje	13:00	13:15	17	39	5	17	5	7	5	95
Pasaje-Machala	13:15	13:30	16	50	6	26	4	8	4	114
Machala-Pasaje	13:15	13:30	23	47	7	33	3	7	5	125
Pasaje-Machala	13:30	13:45	16	48	4	30	4	4	4	110
Machala-Pasaje	13:30	13:45	13	43	3	31	3	5	3	101

Pasaje-Machala	13:30	13:45	16	48	4	30	4	4	4	110
Machala-Pasaje	13:30	13:45	13	43	3	31	3	5	3	101
Pasaje-Machala	13:45	14:00	14	38	8	34	4	8	6	112
Machala-Pasaje	13:45	14:00	7	41	5	25	3	7	3	91
Pasaje-Machala	14:00	14:15	20	50	4	26	4	8	4	116
Machala-Pasaje	14:00	14:15	13	49	5	17	3	11	5	103
Pasaje-Machala	14:15	14:30	10	40	4	32	6	12	4	108
Machala-Pasaje	14:15	14:30	19	43	7	17	5	7	5	103
Pasaje-Machala	14:30	14:45	16	54	8	22	4	8	4	116
Machala-Pasaje	14:30	14:45	9	53	5	33	3	13	3	119
Pasaje-Machala	14:45	15:00	18	58	4	18	4	10	4	116
Machala-Pasaje	14:45	15:00	13	57	7	21	3	5	3	109
Pasaje-Machala	15:00	15:15	14	48	6	18	6	8	2	102
Machala-Pasaje	15:00	15:15	9	39	3	13	3	7	3	77
Pasaje-Machala	15:15	15:30	12	46	4	18	4	8	4	96
Machala-Pasaje	15:15	15:30	11	43	3	13	3	7	3	83
Pasaje-Machala	15:30	15:45	18	56	4	26	6	6	4	120
Machala-Pasaje	15:30	15:45	15	45	3	21	5	5	3	97
Pasaje-Machala	15:45	16:00	22	46	2	34	4	4	2	114
Machala-Pasaje	15:45	16:00	17	37	3	15	5	5	3	85
Pasaje-Machala	16:00	16:15	20	60	4	16	4	4	4	112
Machala-Pasaje	16:00	16:15	11	49	3	13	3	5	3	87
Pasaje-Machala	16:15	16:30	18	66	2	20	4	4	2	116
Machala-Pasaje	16:15	16:30	17	43	3	11	5	3	3	85
Pasaje-Machala	16:30	16:45	26	50	4	24	8	6	4	122
Machala-Pasaje	16:30	16:45	21	45	5	25	5	9	3	113
Pasaje-Machala	16:45	17:00	26	40	4	20	6	6	2	104
Machala-Pasaje	16:45	17:00	17	39	5	19	7	5	3	95
Pasaje-Machala	17:00	17:15	14	36	6	26	6	8	2	98
Machala-Pasaje	17:00	17:15	9	39	5	23	5	5	3	89
Pasaje-Machala	17:15	17:30	20	46	4	38	6	6	4	124
Machala-Pasaje	17:15	17:30	11	45	5	27	7	5	3	103
Pasaje-Machala	17:30	17:45	14	48	4	28	6	6	4	110
Machala-Pasaje	17:30	17:45	15	45	7	27	5	5	5	109
Pasaje-Machala	17:45	18:00	26	56	8	32	6	6	4	138
Machala-Pasaje	17:45	18:00	21	47	5	35	5	7	5	125
Pasaje-Machala	18:00	18:15	26	48	6	26	4	6	4	120
Machala-Pasaje	18:00	18:15	17	49	7	39	5	7	3	127
Pasaje-Machala	18:15	18:30	28	46	6	34	4	6	4	128
Machala-Pasaje	18:15	18:30	27	43	5	31	5	5	5	121
TOTAL INDIVIDUAL			1450	4400	450	2376	446	712	348	10182
			8676			446		1060		

Anexo 10. Conteo vehicular en el día martes

CONTEO VEHICLAR VIA PASAJE-MACHALA										
DIA:						LUGAR: VIA PASAJE-MACHALA				
FECHA:						REFERENCIA: VIA PASAJE-ALTURA GASOLINERA DEL SINDICATO DE CHOFERES				
COORDENADAS:		ZONA 17, E=627862.8 ; N= 9633149.23								
SENTIDO DEL TRANSITO	HORA		LIVIANOS				BUSES	PESADOS		TOTAL
	INICIO	FIN	MOTOS	AUTOMOVILES	FURGONETAS	CAMIONETAS	2 EIES	3 EIES		
Pasaje-Machala	6:30	6:45								94
Machala-Pasaje	6:30	6:45								117

CONTEO VEHICLAR VIA PASAJE-MACHALA										
DIA:						LUGAR:		VIA PASAJE-MACHALA		
FECHA:						REFERENCIA:		VIA PASAJE-ALTURA GASOLINERA DEL SINDICATO DE CHOFERES		
COORDENADAS:		ZONA 17, E=627862.8 ; N= 9633149.23								
SENTIDO DEL TRANSITO	HORA		LIVIANOS				BUSES	PESADOS		TOTAL
	INICIO	FIN	MOTOS	AUTOMOVILES	FURGONETAS	CAMIONETAS		2 EJES	3 EJES	
										
Pasaje-Machala	6:30	6:45	14	35	5	12	4	9	3	82
Machala-Pasaje	6:30	6:45	11	31	4	12	4	10	2	74
Pasaje-Machala	6:45	7:00	10	41	4	23	4	10	1	93
Machala-Pasaje	6:45	7:00	8	38	3	20	3	9	2	83
Pasaje-Machala	7:00	7:15	10	53	4	28	2	7	3	107
Machala-Pasaje	7:00	7:15	9	46	2	20	3	11	2	93
Pasaje-Machala	7:15	7:30	11	46	5	27	4	8	4	105
Machala-Pasaje	7:15	7:30	9	43	3	18	3	10	4	90
Pasaje-Machala	7:30	7:45	13	44	2	31	5	6	6	107
Machala-Pasaje	7:30	7:45	10	33	1	30	3	11	3	91
Pasaje-Machala	7:45	8:00	12	49	4	32	4	4	6	111
Machala-Pasaje	7:45	8:00	11	35	1	31	2	13	4	97
Pasaje-Machala	8:00	8:15	14	50	3	21	3	7	7	105
Machala-Pasaje	8:00	8:15	9	38	2	16	2	5	9	81
Pasaje-Machala	8:15	8:30	12	47	3	16	3	7	8	96
Machala-Pasaje	8:15	8:30	8	36	2	17	1	4	6	74
Pasaje-Machala	8:30	8:45	10	43	2	20	3	5	4	87
Machala-Pasaje	8:30	8:45	13	35	1	23	4	3	5	84
Pasaje-Machala	8:45	9:00	15	46	3	28	3	8	7	110
Machala-Pasaje	8:45	9:00	12	33	2	19	3	6	5	80
Pasaje-Machala	9:00	9:15	11	35	3	19	3	5	5	81
Machala-Pasaje	9:00	9:15	9	29	2	15	2	3	3	63
Pasaje-Machala	9:15	9:30	12	43	4	17	4	6	3	89
Machala-Pasaje	9:15	9:30	12	36	1	13	4	3	2	71
Pasaje-Machala	9:30	9:45	8	45	1	18	3	3	3	81
Machala-Pasaje	9:30	9:45	9	24	1	15	2	5	4	60
Pasaje-Machala	9:45	10:00	13	47	3	26	4	9	8	110
Machala-Pasaje	9:45	10:00	11	32	1	23	5	6	6	84
Pasaje-Machala	9:45	10:00	11	32	1	23	5	6	6	84
Pasaje-Machala	10:00	10:15	7	44	4	33	3	11	5	107
Machala-Pasaje	10:00	10:15	11	46	2	30	3	9	5	106
Pasaje-Machala	10:15	10:30	8	58	2	31	3	4	6	112
Machala-Pasaje	10:15	10:30	11	44	7	22	3	4	5	96
Pasaje-Machala	10:30	10:45	13	43	1	20	3	2	9	91
Machala-Pasaje	10:30	10:45	12	46	2	31	4	5	7	107
Pasaje-Machala	10:45	11:00	8	56	8	20	4	6	4	106
Machala-Pasaje	10:45	11:00	8	27	1	20	3	8	6	73
Pasaje-Machala	11:00	11:15	13	38	4	28	4	1	4	92
Machala-Pasaje	11:00	11:15	8	33	2	32	2	2	6	85
Pasaje-Machala	11:15	11:30	11	50	3	28	2	5	8	107
Machala-Pasaje	11:15	11:30	9	25	5	18	4	8	7	76
Pasaje-Machala	11:30	11:45	14	41	6	24	4	9	6	104
Machala-Pasaje	11:30	11:45	23	37	4	18	2	8	5	97
Pasaje-Machala	11:45	12:00	11	38	3	21	4	6	7	90
Machala-Pasaje	11:45	12:00	18	41	2	18	3	9	8	99
Pasaje-Machala	12:00	12:15	12	33	5	13	3	11	8	85
Machala-Pasaje	12:00	12:15	9	36	4	23	1	6	5	84
Pasaje-Machala	12:15	12:30	14	36	2	15	4	3	4	78
Machala-Pasaje	12:15	12:30	18	29	5	27	2	4	4	89
Pasaje-Machala	12:30	12:45	12	35	6	19	3	5	7	87
Machala-Pasaje	12:30	12:45	9	29	3	11	4	8	5	69
Pasaje-Machala	12:45	13:00	17	49	3	20	2	7	7	105
Machala-Pasaje	12:45	13:00	9	41	5	13	3	4	7	82
Pasaje-Machala	13:00	13:15	13	37	1	18	2	6	6	83
Machala-Pasaje	13:00	13:15	15	35	4	15	4	5	4	82
Pasaje-Machala	13:15	13:30	14	44	4	22	2	7	6	99
Machala-Pasaje	13:15	13:30	20	42	5	28	2	5	6	108
Pasaje-Machala	13:30	13:45	13	43	2	27	3	3	5	96
Machala-Pasaje	13:30	13:45	10	38	1	27	2	4	2	84
Pasaje-Machala	13:45	14:00	11	34	6	30	3	7	7	98
Machala-Pasaje	13:45	14:00	6	36	3	21	2	5	5	78
Pasaje-Machala	14:00	14:15	18	44	3	23	3	7	5	103
Machala-Pasaje	14:00	14:15	10	44	4	14	2	9	7	90

Pasaje-Machala	14:30	14:45	13	48	7	19	2	6	6	101
Machala-Pasaje	14:30	14:45	8	46	3	29	1	11	4	102
Pasaje-Machala	14:45	15:00	15	52	2	16	3	8	6	102
Machala-Pasaje	14:45	15:00	11	51	5	18	1	4	4	94
Pasaje-Machala	15:00	15:15	12	42	4	16	4	7	3	88
Machala-Pasaje	15:00	15:15	8	35	2	10	2	6	5	68
Pasaje-Machala	15:15	15:30	10	40	3	15	3	6	5	82
Machala-Pasaje	15:15	15:30	9	37	1	10	2	6	4	69
Pasaje-Machala	15:30	15:45	16	50	3	23	4	5	4	105
Machala-Pasaje	15:30	15:45	13	39	2	18	3	3	4	82
Pasaje-Machala	15:45	16:00	19	41	1	29	3	2	3	98
Machala-Pasaje	15:45	16:00	15	33	2	13	4	3	2	72
Pasaje-Machala	16:00	16:15	17	53	2	14	2	2	4	94
Machala-Pasaje	16:00	16:15	9	44	1	11	2	4	3	74
Pasaje-Machala	16:15	16:30	15	58	1	17	3	2	3	99
Machala-Pasaje	16:15	16:30	15	38	1	9	4	2	5	74
Pasaje-Machala	16:30	16:45	23	45	3	21	6	5	5	108
Machala-Pasaje	16:30	16:45	18	39	3	22	4	7	4	97
Pasaje-Machala	16:45	17:00	22	36	3	18	4	5	3	91
Machala-Pasaje	16:45	17:00	14	34	4	16	5	4	3	80
Pasaje-Machala	17:00	17:15	11	31	4	23	5	6	3	83
Machala-Pasaje	17:00	17:15	7	35	4	19	4	3	4	76
Pasaje-Machala	17:15	17:30	17	41	2	34	5	4	5	108
Machala-Pasaje	17:15	17:30	9	40	3	23	6	4	4	89
Pasaje-Machala	17:30	17:45	12	43	3	24	4	4	4	94
Machala-Pasaje	17:30	17:45	13	40	5	24	3	3	6	94
Pasaje-Machala	17:45	18:00	23	49	6	28	4	4	6	120
Machala-Pasaje	17:45	18:00	18	42	4	30	3	5	7	109
Pasaje-Machala	18:00	18:15	23	42	4	23	3	5	6	106
Machala-Pasaje	18:00	18:15	14	43	5	34	4	5	5	110
Pasaje-Machala	18:15	18:30	24	41	4	29	3	4	8	113
Machala-Pasaje	18:15	18:30	23	37	3	27	4	4	6	104
TOTAL INDIVIDUAL=			1222	3884	301	2055	305	560	481	8808
			7462			305			1041	

Anexo 12. Aforo vehicular durante el día jueves

CONTEO VEHICLAR VIA PASAJE-MACHALA										
DIA:							LUGAR: VIA PASAJE-MACHALA			
FECHA:							REFERENCIA: VIA PASAJE-ALTURA GASOLINERA DEL SINDICATO DE CHOFERES			
COORDENADAS:		ZONA 17, E=627862.8 ; N= 9633149.23								
SENTIDO DEL TRANSITO	HORA		LIVIANOS				BUSES	PESADOS		TOTAL
	INICIO	FIN	MOTOS	AUTOMOVILES	FURGONETAS	CAMIONETAS		2 EJES	3 EJES	
Pasaje-Machala	6:30	6:45	20	48	8	16	6	12	4	114
Machala-Pasaje	6:30	6:45	16	42	6	16	6	14	5	105
Pasaje-Machala	6:45	7:00	14	56	6	32	6	14	4	132
Machala-Pasaje	6:45	7:00	12	52	4	28	4	12	5	117
Pasaje-Machala	7:00	7:15	14	70	6	38	4	10	4	146
Machala-Pasaje	7:00	7:15	12	62	4	28	4	16	5	131
Pasaje-Machala	7:15	7:30	16	62	8	36	6	12	6	146

Pasaje-Machala	14:15	14:30	12	48	4	38	6	14	6	128
Machala-Pasaje	14:15	14:30	22	52	8	20	4	8	7	121
Pasaje-Machala	14:30	14:45	18	64	10	26	4	8	6	136
Machala-Pasaje	14:30	14:45	12	62	4	40	2	16	5	141
Pasaje-Machala	14:45	15:00	20	70	4	22	4	12	6	138
Machala-Pasaje	14:45	15:00	16	68	8	24	2	6	5	129
Pasaje-Machala	15:00	15:15	16	56	6	22	6	10	4	120
Machala-Pasaje	15:00	15:15	12	48	4	14	4	8	5	95
Pasaje-Machala	15:15	15:30	14	54	4	20	4	8	6	110
Machala-Pasaje	15:15	15:30	12	50	2	14	4	8	5	95
Pasaje-Machala	15:30	15:45	22	66	4	32	6	8	6	144
Machala-Pasaje	15:30	15:45	18	52	4	24	4	4	5	111
Pasaje-Machala	15:45	16:00	26	56	2	40	4	4	4	136
Machala-Pasaje	15:45	16:00	20	44	4	18	6	4	5	101
Pasaje-Machala	16:00	16:15	24	70	4	20	4	4	6	132
Machala-Pasaje	16:00	16:15	12	60	2	16	4	6	5	105
Pasaje-Machala	16:15	16:30	20	78	2	24	4	4	4	136
Machala-Pasaje	16:15	16:30	20	52	2	12	6	4	5	101
Pasaje-Machala	16:30	16:45	32	60	4	28	8	8	6	146
Machala-Pasaje	16:30	16:45	24	52	4	30	6	10	5	131
Pasaje-Machala	16:45	17:00	30	48	4	24	6	8	4	124
Machala-Pasaje	16:45	17:00	20	46	6	22	8	6	5	113
Pasaje-Machala	17:00	17:15	16	42	6	32	8	8	4	116
Machala-Pasaje	17:00	17:15	10	48	6	26	6	4	5	105
Pasaje-Machala	17:15	17:30	24	56	4	46	8	6	6	150
Machala-Pasaje	17:15	17:30	12	54	4	32	8	6	5	121
Pasaje-Machala	17:30	17:45	16	58	4	32	6	6	6	128
Machala-Pasaje	17:30	17:45	18	54	8	32	4	4	7	127
Pasaje-Machala	17:45	18:00	32	66	8	38	6	6	6	162
Machala-Pasaje	17:45	18:00	24	56	6	40	4	8	7	145
Pasaje-Machala	18:00	18:15	32	56	6	32	4	8	6	144
Machala-Pasaje	18:00	18:15	20	58	8	46	6	8	5	151
Pasaje-Machala	18:15	18:30	32	56	6	40	4	6	6	150
Machala-Pasaje	18:15	18:30	32	50	4	36	6	6	7	141
TOTAL INDIVIDUAL=			1694	5242	470	2800	464	814	542	12026
			10206			464		1356		

Anexo 13. Conteo vehicular en la vía Machala a Pasaje durante el día viernes

CONTEO VEHICLAR VIA PASAJE-MACHALA										
		DIA:				LUGAR:		VIA PASAJE-MACHALA		
Pasaje-Machala	14:15	14:30	15	77	9	37	6	15	5	164
Machala-Pasaje	14:15	14:30	33	61	3	39	6	9	3	154
Pasaje-Machala	14:30	14:45	17	89	5	33	9	9	3	165
Machala-Pasaje	14:30	14:45	25	71	5	27	9	11	3	151
Pasaje-Machala	14:45	15:00	27	101	9	59	4	21	5	226
Machala-Pasaje	14:45	15:00	39	77	9	29	7	13	3	177
Pasaje-Machala	15:00	15:15	17	95	11	45	4	17	3	192
Machala-Pasaje	15:00	15:15	39	75	3	47	8	11	3	186
Pasaje-Machala	15:15	15:30	23	109	5	39	6	11	3	196
Machala-Pasaje	15:15	15:30	33	87	5	35	5	13	5	183
Pasaje-Machala	15:30	15:45	25	97	9	55	5	17	3	211
Machala-Pasaje	15:30	15:45	37	73	5	27	7	11	3	163
Pasaje-Machala	15:45	16:00	15	89	9	41	4	17	3	178
Machala-Pasaje	15:45	16:00	37	71	3	45	8	9	3	176
Pasaje-Machala	16:00	16:15	21	103	5	37	5	9	3	183
Machala-Pasaje	16:00	16:15	29	81	5	31	8	11	3	168
Pasaje-Machala	16:15	16:30	29	109	9	61	6	21	5	240
Machala-Pasaje	16:15	16:30	41	83	9	29	5	13	3	183
Pasaje-Machala	16:30	16:45	19	68	4	33	3	7	3	137
Machala-Pasaje	16:30	16:45	16	54	3	27	4	5	2	111
Pasaje-Machala	16:45	17:00	26	88	5	32	4	13	2	170
Machala-Pasaje	16:45	17:00	18	74	4	30	5	10	2	143
Pasaje-Machala	17:00	17:15	27	89	3	29	7	4	1	160
Machala-Pasaje	17:00	17:15	20	76	2	31	8	2	1	140
Pasaje-Machala	17:15	17:30	15	89	9	41	7	17	3	181
Machala-Pasaje	17:15	17:30	37	71	3	45	5	9	3	173
Pasaje-Machala	17:30	17:45	21	103	5	37	4	9	3	182
Machala-Pasaje	17:30	17:45	29	81	5	31	7	11	3	167
Pasaje-Machala	17:45	18:00	29	109	9	61	7	21	5	241
Machala-Pasaje	17:45	18:00	41	83	9	29	4	13	3	182
Pasaje-Machala	18:00	18:15	17	101	11	47	7	21	3	207
Machala-Pasaje	18:00	18:15	41	81	3	49	4	11	3	192
Pasaje-Machala	18:15	18:30	23	117	5	41	5	11	3	205
Machala-Pasaje	18:15	18:30	33	93	5	35	4	13	5	188
TOTAL INDIVIDUAL=			2377	7391	547	3393	586	1103	289	15686
			13708			586		1392		
Machala-Pasaje	10:30	10:45	30	58	6	20	5	10	4	133
Pasaje-Machala	10:45	11:00	14	72	8	34	4	14	4	150
Machala-Pasaje	10:45	11:00	30	56	4	36	7	8	4	145
Pasaje-Machala	11:00	11:15	16	82	6	30	4	8	4	150
Machala-Pasaje	11:00	11:15	22	64	6	26	7	10	4	139
Pasaje-Machala	11:15	11:30	26	94	8	54	7	18	6	213
Machala-Pasaje	11:15	11:30	36	72	8	28	5	12	4	165
Pasaje-Machala	11:30	11:45	16	86	10	40	6	16	4	178
Machala-Pasaje	11:30	11:45	36	70	4	42	7	10	2	171
Pasaje-Machala	11:45	12:00	20	100	6	36	5	10	4	181
Machala-Pasaje	11:45	12:00	30	80	4	32	5	12	6	169
Pasaje-Machala	12:00	12:15	22	88	8	50	5	16	4	193
Machala-Pasaje	12:00	12:15	34	66	6	24	8	10	2	150
Pasaje-Machala	12:15	12:30	14	82	8	38	4	16	2	164
Machala-Pasaje	12:15	12:30	34	64	2	40	7	8	2	157
Pasaje-Machala	12:30	12:45	18	94	4	34	8	8	2	168
Machala-Pasaje	12:30	12:45	26	74	4	28	7	10	4	153
Pasaje-Machala	12:45	13:00	28	100	8	56	6	18	6	222
Machala-Pasaje	12:45	13:00	38	76	8	28	5	12	4	171
Pasaje-Machala	13:00	13:15	16	94	10	42	8	18	4	192
Machala-Pasaje	13:00	13:15	38	74	4	44	4	10	4	178
Pasaje-Machala	13:15	13:30	20	106	6	38	7	10	4	191
Machala-Pasaje	13:15	13:30	30	84	6	32	8	12	6	178
Pasaje-Machala	13:30	13:45	21	73	9	41	9	15	3	171
Machala-Pasaje	13:30	13:45	29	57	5	21	7	11	3	133
Pasaje-Machala	13:45	14:00	13	69	9	33	5	13	3	145
Machala-Pasaje	13:45	14:00	29	53	3	35	4	9	3	136
Pasaje-Machala	14:00	14:15	23	83	9	49	5	15	3	187
Machala-Pasaje	14:00	14:15	33	63	5	23	4	11	3	142

Anexo 14. Aforo de tráfico en el día sábado

CONTEO VEHICLAR VIA PASAJE-MACHALA										
DIA:						LUGAR:		VIA PASAJE-MACHALA		
FECHA:						REFERENCIA:		VIA PASAJE-ALTURA GASOLINERA DEL SINDICATO DE CHOFERES		
COORDENADAS:		ZONA 17, E=627862.8 ; N= 9633149.23								
	HORA		LIVIANOS			BUSES		PESADOS		
Pasaje-Machala	14:15	14:30	10	32	4	26	6	10	6	94
Machala-Pasaje	14:15	14:30	17	33	5	13	5	5	7	85
Pasaje-Machala	14:30	14:45	12	42	10	18	4	6	6	98
Machala-Pasaje	14:30	14:45	7	41	5	27	3	11	5	99
Pasaje-Machala	14:45	15:00	14	46	4	14	4	10	6	98
Machala-Pasaje	14:45	15:00	11	45	5	17	3	5	5	91
Pasaje-Machala	15:00	15:15	12	38	6	14	6	10	4	90
Machala-Pasaje	15:00	15:15	7	31	5	11	5	7	5	71
Pasaje-Machala	15:15	15:30	10	34	4	14	4	6	6	78
Machala-Pasaje	15:15	15:30	11	33	3	11	5	7	5	75
Pasaje-Machala	15:30	15:45	14	42	4	20	6	6	6	98
Machala-Pasaje	15:30	15:45	13	35	5	17	5	5	5	85
Pasaje-Machala	15:45	16:00	18	38	4	26	4	4	4	92
Machala-Pasaje	15:45	16:00	13	31	5	13	5	5	5	77
Pasaje-Machala	16:00	16:15	18	46	4	14	4	4	6	96
Machala-Pasaje	16:00	16:15	11	39	3	11	5	5	5	79
Pasaje-Machala	16:15	16:30	14	52	4	18	4	4	4	100
Machala-Pasaje	16:15	16:30	13	33	3	11	5	5	5	75
Pasaje-Machala	16:30	16:45	20	40	4	20	6	6	6	102
Machala-Pasaje	16:30	16:45	17	35	5	21	5	7	5	95
Pasaje-Machala	16:45	17:00	20	32	4	18	6	6	4	90
Machala-Pasaje	16:45	17:00	13	31	5	17	5	5	5	81
Pasaje-Machala	17:00	17:15	12	28	6	20	6	6	4	82
Machala-Pasaje	17:00	17:15	7	31	5	19	5	5	5	77
Pasaje-Machala	17:15	17:30	18	38	4	32	6	6	6	110
Machala-Pasaje	17:15	17:30	11	35	5	21	7	5	5	89
Pasaje-Machala	17:30	17:45	12	38	4	24	6	6	6	96
Machala-Pasaje	17:30	17:45	13	35	5	21	5	5	7	91
Pasaje-Machala	17:45	18:00	20	42	6	26	6	6	6	112
Machala-Pasaje	17:45	18:00	17	39	5	27	5	5	7	105
Pasaje-Machala	18:00	18:15	20	38	6	20	4	6	6	100
Machala-Pasaje	18:00	18:15	13	39	5	31	5	5	5	103
Pasaje-Machala	18:15	18:30	24	38	6	26	4	6	6	110
Machala-Pasaje	18:15	18:30	21	33	5	25	5	5	7	101
TOTAL INDIVIDUAL=			1226	3464	460	1916	468	670	549	8753
			7066			468		1219		
100										
Pasaje-Machala	10:45	11:00	10	48	10	18	6	6	7	105
Machala-Pasaje	10:45	11:00	7	25	3	19	5	7	7	73
Pasaje-Machala	11:00	11:15	12	34	6	26	6	4	6	94
Machala-Pasaje	11:00	11:15	7	31	5	31	5	5	4	88
Pasaje-Machala	11:15	11:30	12	42	4	26	4	6	7	101
Machala-Pasaje	11:15	11:30	11	21	5	17	5	7	7	73
Pasaje-Machala	11:30	11:45	14	38	6	24	6	10	8	106
Machala-Pasaje	11:30	11:45	21	33	5	17	5	7	7	95
Pasaje-Machala	11:45	12:00	12	34	4	20	6	6	6	88
Machala-Pasaje	11:45	12:00	17	35	5	17	5	11	7	97
Pasaje-Machala	12:00	12:15	12	28	6	12	4	12	5	79
Machala-Pasaje	12:00	12:15	11	33	5	21	3	7	8	88
Pasaje-Machala	12:15	12:30	14	32	4	14	6	4	6	80
Machala-Pasaje	12:15	12:30	17	27	5	25	5	5	5	89
Pasaje-Machala	12:30	12:45	12	32	6	18	4	6	7	85
Machala-Pasaje	12:30	12:45	11	27	5	11	5	7	5	71
Pasaje-Machala	12:45	13:00	18	42	4	18	4	10	6	102
Machala-Pasaje	12:45	13:00	11	35	5	13	5	5	7	81
Pasaje-Machala	13:00	13:15	12	34	4	18	4	6	6	84
Machala-Pasaje	13:00	13:15	13	31	5	13	5	5	7	79
Pasaje-Machala	13:15	13:30	14	40	6	20	4	10	6	100
Machala-Pasaje	13:15	13:30	19	39	5	25	5	5	7	105
Pasaje-Machala	13:30	13:45	12	38	4	26	4	4	6	94
Machala-Pasaje	13:30	13:45	11	33	3	25	5	5	5	87
Pasaje-Machala	13:45	14:00	12	32	6	26	4	10	10	100
Machala-Pasaje	13:45	14:00	7	33	5	19	5	5	5	79
Pasaje-Machala	14:00	14:15	18	40	4	20	4	10	6	102
Machala-Pasaje	14:00	14:15	11	39	5	13	5	11	7	91

Anexo 15. Aforo vehicular en la vía Pasaje a Machala en el día domingo

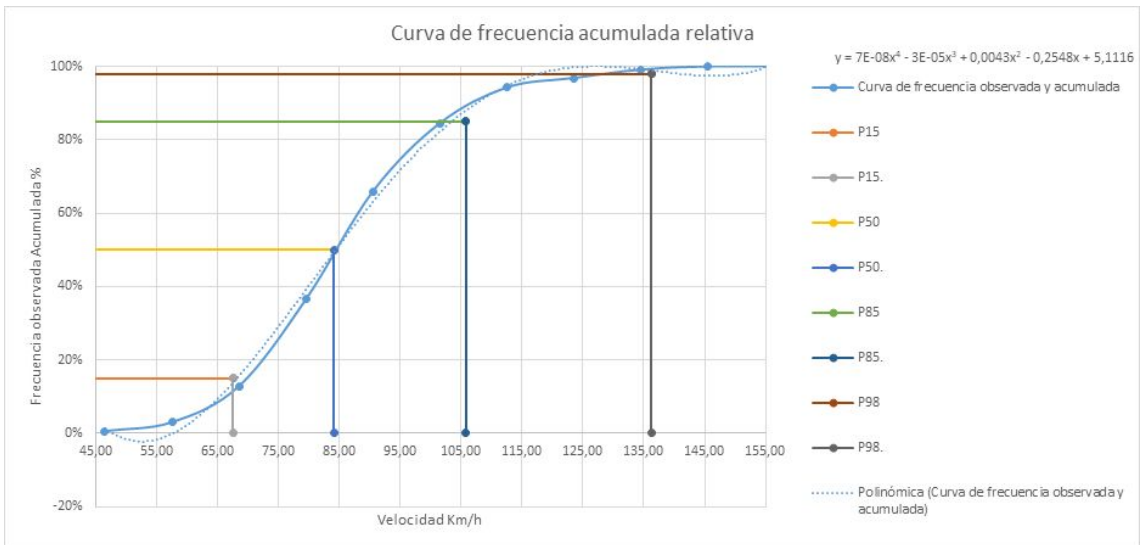
		TIPO DE TRANSPORTE	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	TOTAL/SEMANA
LIVIANOS	MOTOS		1392	1450	1554	1222	1694	2377	1226	10915
	AUTOMOVILES		4204	4400	4746	3884	5242	7391	3464	33331
	FURGONETAS		450	450	452	301	470	547	460	3130
	CAMIONETAS		2278	2376	2552	2055	2800	3393	1916	17370
BUSES	BUSES		446	446	448	305	464	586	468	3163
PESADO	CAMION 2 EJES		704	712	760	560	814	1103	670	5323
	CAMION 3 EJES		581	348	314	481	542	289	549	3104
	TOTAL / DIA		10055	10182	10826	8808	12026	15686	8753	76336

	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	TOTAL
TOTAL LIVIANOS	8324	8676	9304	7462	10206	13708	7066	64746
TOTAL BUSES	446	446	448	305	464	586	468	3163
TOTAL PESADOS	1285	1060	1074	1041	1356	1392	1219	8427

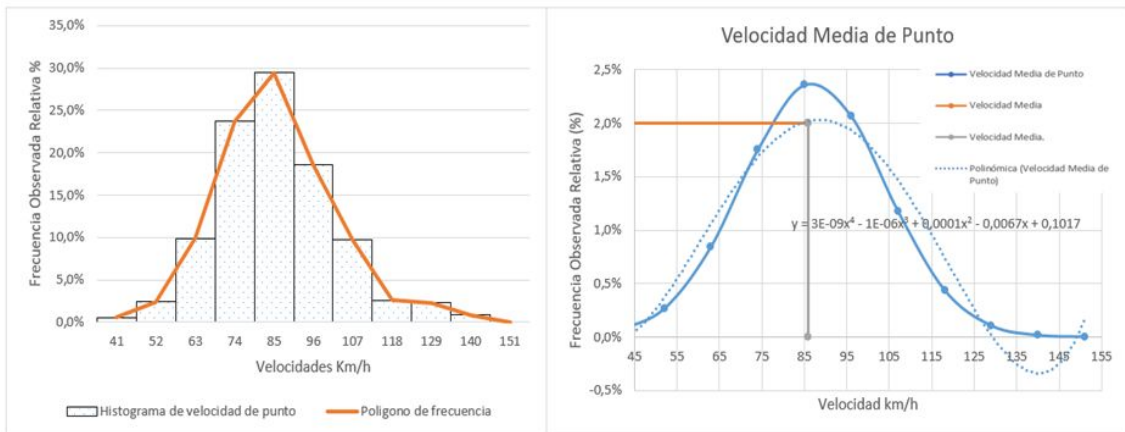
Anexo 15. Aforo vehicular en la vía Pasaje a Machala en el día domingo

Intervalo de clase Grupos de velocidad	Punto medio	Frecuencia Observada				Frecuencia Acumulada				(V-VI)*2	Media aritmética	Mediana	Moda	Amplitud	Desviacion estandar Km/h	Percentil 85	6		7		8		
		Absoluta	Relativa	Absoluta acumulada	Relativa acumulada	VP2	fi*Vi	VP2*fi	Desviacion estandar Km/h														
		km/h	Vi (km/h)	fi	fi/n *100	fia	fia/n *100	km/h	km/h								km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h
35,50	46,50	41	4,00	0,6%	4,00	0,57%	1681,19	87	84,11	105,26	103,00	16,794	105,8	1681,18679	164,009112	6724,74717	16,794						
46,51	57,51	52	17,00	2,4%	21,00	3,00%	2705,28							2705,27705	884,208724	45989,7099							
57,52	68,52	63	69,00	9,9%	90,00	12,86%	3971,81							3971,80751	4348,53718	274054,718							
68,53	79,53	74	166,00	23,7%	256,00	36,57%	5480,78							5480,77817	12289,3581	909809,177							
79,54	90,54	85	206,00	29,4%	462,00	66,00%	7232,19							7232,18903	17518,7092	1489830,94							
90,55	101,55	96	130,00	18,6%	592,00	84,57%	9226,04							9226,04009	12486,7961	1199385,21							
101,56	112,56	107	68,00	9,7%	660,00	94,29%	11462,33							11462,3314	7280,2349	779438,532							
112,57	123,57	118	18,00	2,6%	678,00	96,86%	13941,06							13941,0628	2125,301	250939,131							
123,58	134,58	129	16,00	2,3%	694,00	99,14%	16662,23							16662,2345	2065,31645	266595,752							
134,59	145,59	140	6,00	0,9%	700,00	100,00%	19625,85							19625,8463	840,553667	117755,078							
145,60	156,60	151	0,00	0,0%	700,00	100,00%	22831,90							22831,8984	0	0							
n total de observaciones		700,00	100%				91988,75								60003,0245	5340523							

Anexo 17. Aforo semanal de velocidades en la vía Pasaje a Machala



Anexo 18. Curva de frecuencias acumuladas en el aforo de velocidades en la vía analizada



Anexo 19. Histograma de velocidades en la avenida Pasaje a Machala

Anexo 20. Proyección de 20 años de la vía Pasaje – Machala (TPDA)

Proyecciones del TPDA Asignado de la vía Machala Pasaje

El tráfico promedio diario anual asignado se proyecta al futuro, para este proyecto realizaremos una proyección de 20 años, lo cual nos servirá para saber si la obra cumple con la demanda de tráfico luego de haber transcurrido 20 años.

La expresión matemática que se utiliza para hacer las proyecciones del T.P.D.A. es la siguiente:

$$T.P.D.A._{Proyectado} = T.P.D.A._{Asignado} * (1 + i)^n$$

Donde:

$T.P.D.A._{Proyectado}$ = tráfico promedio diario anual proyectado

i = tasa de crecimiento del parque automotor

n = año de la proyección respecto al año actual

$T.P.D.A._{Asignado}$ = tráfico promedio diario anual actual

TASAS DE CRECIMIENTO DEL TRÁFICO (%)

TASAS	LIV	BUS	CAMION
2010 - 2,015	4,24	2,37	2,22
2015 - 2020	3,66	2,11	1,97
2020 - 2025	3,19	1,9	1,78
2025 - 2030	2,81	1,73	1,61

Fuente: MTOP

Las tasas anuales de crecimiento son usadas por el Ministerio De Obras Publicas y se presentan en el siguiente cuadro:

Utilizando las anteriores tasas de crecimiento indicadas y la expresión matemática, realizamos la proyección del T.P.D.A. Asignado a un periodo de 20 años.

Tabla de resultados del T.P.D.A.

FECHA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS
LUNES	06-ene-20	8324	446	1285
MARTES	07-ene-20	8676	446	1060
MIERCOLES	08-ene-20	9304	448	1074
JUEVES	09-ene-20	7462	305	1041
VIERNES	10-ene-20	10206	464	1356
SABADO	11-ene-20	13708	586	1392
DOMINGO	12-ene-20	7066	468	1219
Sumatoria		64746	3163	8427

Livianos

$$T.P.D.S_{Liviano} = \frac{\sum T.P.D.Liviano}{7} = \frac{64746}{7} = 9249$$

Factor Diario de cada día

$$Fd_{lunes} = \frac{T.P.D.S_{Liviano}}{T.P.D.Liviano_{lunes}} = \frac{9249}{8324} = 1.111$$

$$Fd_{martes} = \frac{T.P.D.S_{Liviano}}{T.P.D.Liviano_{martes}} = \frac{9249}{8676} = 1.066$$

$$Fd_{mierc oles} = \frac{T.P.D.S_{Liviano}}{T.P.D.Liviano_{mierc oles}} = \frac{9249}{9304} = 0.994$$

$$Fd_{jueves} = \frac{T.P.D.S_{Liviano}}{T.P.D.Liviano_{jueves}} = \frac{9249}{7462} = 0.1.24$$

$$Fd_{viernes} = \frac{T.P.D.S_{Liviano}}{T.P.D.Liviano_{viernes}} = \frac{9249}{10206} = 0.906$$

$$Fd_{sabado} = \frac{T.P.D.S_{Liviano}}{T.P.D.Liviano_{sabado}} = \frac{9249}{13708} = 0.675$$

$$Fd_{domingo} = \frac{T.P.D.S_{Liviano}}{T.P.D.Liviano_{domingo}} = \frac{9249}{7066} = 1.309$$

Se suman todos los factores diarios y se divide para 7

$$Fd_{Livianos} = \frac{Fd_{lunes} + Fd_{martes} + Fd_{mierc oles} + Fd_{jueves} + Fd_{viernes} + Fd_{sabado} + Fd_{domingo}}{7}$$
$$Fd_{Livianos} = \frac{1.11 + 1.066 + 0.994 + 1.24 + 0.906 + 0.675 + 1.309}{7}$$
$$Fd_{Livianos} = 1.043$$

Hallamos el T.P.D.A_{actual}

$$T.P.D.A_{actual_liviano} = T.P.D.S_{Liviano} * Fd_{Livianos} * Fm$$

$$T.P.D.A_{actual_liviano} = 9249 * 1.43 * 0.9961$$

$$T.P.D.A_{actual_liviano} = 9609 \text{ vehiculos}$$

Hallamos el T.P.D.A_{asignado}

$$T.G. = 25\% * T.P.D.A_{actual_liviano}$$

$$T.P.D.A_{asignado_livianos} = T.P.D.A_{actual_liviano} + T.G$$

$$T.P.D.A_{asignado_livianos} = 9609 + 2402.372$$

$$T.P.D.A_{asignado_livianos} = 12012$$

Buses

$$T.P.D.S_{Buses} = \frac{\sum T.P.D._{Buses}}{7} = \frac{3163}{7} = 452$$

Factor Diario de cada día

$$Fd_{lunes} = \frac{T.P.D.S_{Buses}}{T.P.D._{Buses_lunes}} = \frac{452}{446} = 1.013$$

$$Fd_{martes} = \frac{T.P.D.S_{Buses}}{T.P.D._{Buses_martes}} = \frac{452}{446} = 1.013$$

$$Fd_{miercoles} = \frac{T.P.D.S_{Buses}}{T.P.D._{Buses_miercoles}} = \frac{452}{448} = 1.009$$

$$Fd_{jueves} = \frac{T.P.D.S_{Buses}}{T.P.D._{Buses_jueves}} = \frac{452}{305} = 1.481$$

$$Fd_{viernes} = \frac{T.P.D.S_{Buses}}{T.P.D._{Buses_viernes}} = \frac{452}{464} = 0.974$$

$$Fd_{sabado} = \frac{T.P.D.S_{Buses}}{T.P.D._{Buses_sabado}} = \frac{452}{586} = 0.771$$

$$Fd_{domingo} = \frac{T.P.D.S_{Buses}}{T.P.D._{Buses_domingo}} = \frac{452}{468} = 0.966$$

Se suman todos los factores diarios y se divide para 7

$$Fd_{Buses} = \frac{Fd_{lunes} + Fd_{martes} + Fd_{miercoles} + Fd_{jueves} + Fd_{viernes} + Fd_{sabado} + Fd_{domingo}}{7}$$
$$Fd_{Buses} = \frac{1.013 + 1.013 + 1.009 + 1.481 + 0.974 + 0.771 + 0.966}{7}$$
$$Fd_{Buses} = 1.032$$

Hallamos el T.P.D.A_{actual}

$$T.P.D.A_{actual_buses} = T.P.D.S_{Buses} * Fd_{Buses} * Fm$$
$$T.P.D.A_{actual_buses} = 452 * 1.032 * 0.9961$$
$$T.P.D.A_{actual_buses} = 465 \text{ vehiculos}$$

Hallamos el T.P.D.A_{asignado}

$$T.G. = 25\% * T.P.D.A_{actual_Buses}$$
$$T.P.D.A_{asignado_buses} = T.P.D.A_{actual_buses} + T.G$$
$$T.P.D.A_{asignado_buses} = 465 + 116.169$$
$$T.P.D.A_{asignado_buses} = 581$$

Pesado

$$T.P.D.S_{\text{Pesado}} = \frac{\sum T.P.D._{\text{Pesado}}}{7} = \frac{8427}{7} = 1204$$

Factor Diario de cada día

$$Fd_{\text{lunes}} = \frac{T.P.D.S_{\text{Pesados}}}{T.P.D._{\text{Pesados_lunes}}} = \frac{1204}{1285} = 0.937$$

$$Fd_{\text{martes}} = \frac{T.P.D.S_{\text{Pesados}}}{T.P.D._{\text{Pesados_martes}}} = \frac{1204}{1060} = 1.136$$

$$Fd_{\text{miercoles}} = \frac{T.P.D.S_{\text{Pesados}}}{T.P.D._{\text{Pesados_miercoles}}} = \frac{1204}{1074} = 1.121$$

$$Fd_{\text{jueves}} = \frac{T.P.D.S_{\text{Pesados}}}{T.P.D._{\text{Pesados_jueves}}} = \frac{1204}{1041} = 1.156$$

$$Fd_{\text{viernes}} = \frac{T.P.D.S_{\text{Pesados}}}{T.P.D._{\text{Pesados_viernes}}} = \frac{1204}{1356} = 0.888$$

$$Fd_{\text{sabado}} = \frac{T.P.D.S_{\text{Pesados}}}{T.P.D._{\text{Pesados_sabado}}} = \frac{1204}{1392} = 0.865$$

$$Fd_{\text{domingo}} = \frac{T.P.D.S_{\text{Pesados}}}{T.P.D._{\text{Pesados_domingo}}} = \frac{1204}{1219} = 0.988$$

Se suman todos los factores diarios y se divide para 7

$$Fd_{\text{Pesados}} = \frac{Fd_{\text{lunes}} + Fd_{\text{martes}} + Fd_{\text{miercoles}} + Fd_{\text{jueves}} + Fd_{\text{viernes}} + Fd_{\text{sabado}} + Fd_{\text{domingo}}}{7}$$
$$Fd_{\text{Pesados}} = \frac{0.937 + 1.136 + 1.121 + 1.156 + 0.888 + 0.865 + 0.988}{7}$$
$$Fd_{\text{Pesados}} = 1.013$$

Hallamos el T.P.D.A_{actual}

$$T.P.D.A_{\text{actual_Pesados}} = T.P.D.S_{\text{Pesados}} * Fd_{\text{Pesados}} * Fm$$

$$T.P.D.A_{\text{actual_Pesados}} = 1204 * 1.013 * 0.9961$$

$$T.P.D.A_{\text{actual_Pesados}} = 1215 \text{ vehiculos}$$

Hallamos el T.P.D.A_{asignado}

$$T.G. = 25\% * T.P.D.A_{\text{actual_Pesados}}$$

$$T.P.D.A_{\text{asignado_Pesados}} = T.P.D.A_{\text{actual_Pesados}} + T.G$$

$$T.P.D.A_{\text{asignado_Pesados}} = 465 + 303.651$$

$$T.P.D.A_{\text{asignado_Pesados}} = 1518$$

Tabla resumen

	Livianos	Buses	Pesados
T.P.D.S	9250	452	1204
Fd	1.03	1.08	2.60
T.P.D.S _{actual}	9610	465	1215
T.P.D.S _{asignado}	12012	581	1519

PROYECCIÓN A 20 AÑOS

$$T.P.D.A_{Proyectado} = T.P.D.A_{Asignado} * (1 + i)^n$$

Donde:

$$T.P.D.A_{Proyectado} = \text{trafico promedio diario anual proyectado}$$

- $i =$ tasa de crecimiento del parque automotor
 $n =$ año de la proyección respecto al año actual
 $T.P.D.A_{Asignado} =$ trafico promedio diario anual actual

$$T.P.D.A_{Proyectado} = T.P.D.A_{Asignado} * (1 + i)^n$$

Donde:

$$T.P.D.A_{Proyectado} = \text{trafico promedio diario anual proyectado}$$

- $i =$ tasa de crecimiento del parque automotor
 $n =$ año de la proyección respecto al año actual
 $T.P.D.A_{Asignado} =$ trafico promedio diario anual actual

Proyección Liviano

2020-2025 → n=5 años

$$\begin{aligned} T.P.D.A_{Proyectado} &= 12012 * (1 + 0.0319)^1 = 12395 \\ T.P.D.A_{Proyectado} &= 12012 * (1 + 0.0319)^2 = 12791 \\ T.P.D.A_{Proyectado} &= 12012 * (1 + 0.0319)^3 = 13199 \\ T.P.D.A_{Proyectado} &= 12012 * (1 + 0.0319)^4 = 13620 \\ T.P.D.A_{Proyectado} &= 12012 * (1 + 0.0319)^5 = 14054 \end{aligned}$$

2025-2040 → n=15 años

$$\begin{aligned} T.P.D.A_{Proyectado} &= 14054 * (1 + 0.0281)^1 = 14449 \\ T.P.D.A_{Proyectado} &= 14054 * (1 + 0.0281)^2 = 14855 \\ T.P.D.A_{Proyectado} &= 14054 * (1 + 0.0281)^3 = 15272 \\ T.P.D.A_{Proyectado} &= 14054 * (1 + 0.0281)^4 = 15702 \\ T.P.D.A_{Proyectado} &= 14054 * (1 + 0.0281)^5 = 16143 \\ T.P.D.A_{Proyectado} &= 14054 * (1 + 0.0281)^6 = 16596 \\ T.P.D.A_{Proyectado} &= 14054 * (1 + 0.0281)^7 = 17063 \\ T.P.D.A_{Proyectado} &= 14054 * (1 + 0.0281)^8 = 17542 \\ T.P.D.A_{Proyectado} &= 14054 * (1 + 0.0281)^9 = 18035 \\ T.P.D.A_{Proyectado} &= 14054 * (1 + 0.0281)^{10} = 18542 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 14054 * (1 + 0.0281)^{11} = 19063 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 14054 * (1 + 0.0281)^{12} = 19599 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 14054 * (1 + 0.0281)^{13} = 20149 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 14054 * (1 + 0.0281)^{14} = 20715 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 14054 * (1 + 0.0281)^{15} = 21298 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado Liviano}} &= 14054 * (1 + 0.0281)^{16} = 21896 \text{ vehiculos}
\end{aligned}$$

Proyección Buses

2020-2025 → n=5 años

$$\begin{aligned}
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 581 * (1 + 0.019)^1 = 592 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 581 * (1 + 0.019)^2 = 603 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 581 * (1 + 0.019)^3 = 615 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 581 * (1 + 0.019)^4 = 626 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 581 * (1 + 0.019)^5 = 638
\end{aligned}$$

2025-2040 → n=15 años

$$\begin{aligned}
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 638 * (1 + 0.0173)^1 = 649 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 638 * (1 + 0.0173)^2 = 660 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 638 * (1 + 0.0173)^3 = 672 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 638 * (1 + 0.0173)^4 = 683 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 638 * (1 + 0.0173)^5 = 695 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 638 * (1 + 0.0173)^6 = 707 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 638 * (1 + 0.0173)^7 = 719 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 638 * (1 + 0.0173)^8 = 732 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 638 * (1 + 0.0173)^9 = 744 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 638 * (1 + 0.0173)^{10} = 757 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 638 * (1 + 0.0173)^{11} = 770 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 638 * (1 + 0.0173)^{12} = 784 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 638 * (1 + 0.0173)^{13} = 797 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 638 * (1 + 0.0173)^{14} = 811 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 638 * (1 + 0.0173)^{15} = 825 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado buses}} &= 638 * (1 + 0.0173)^{16} = 839 \text{ vehiculos}
\end{aligned}$$

Proyección Pesado

2020-2025 → n=5 años

$$\begin{aligned}
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 4123 * (1 + 0.0178)^1 = 4196 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 4123 * (1 + 0.0178)^2 = 4271 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 4123 * (1 + 0.0178)^3 = 4347 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 4123 * (1 + 0.0178)^4 = 4424 \\
T.P.D.A_{\text{proyectado}} &= 4123 * (1 + 0.0178)^5 = 4503
\end{aligned}$$

2025-2040 → n=15 años

$$T.P.D.A_{Proyectado} = 4503 * (1 + 0.0161)^1 = 4575$$

$$T.P.D.A_{Proyectado} = 4503 * (1 + 0.0161)^2 = 4649$$

$$T.P.D.A_{Proyectado} = 4503 * (1 + 0.0161)^3 = 4724$$

$$T.P.D.A_{Proyectado} = 4503 * (1 + 0.0161)^4 = 4800$$

$$T.P.D.A_{Proyectado} = 4503 * (1 + 0.0161)^5 = 4877$$

$$T.P.D.A_{Proyectado} = 4503 * (1 + 0.0161)^6 = 4956$$

$$T.P.D.A_{Proyectado} = 4503 * (1 + 0.0161)^7 = 5036$$

$$T.P.D.A_{Proyectado} = 4503 * (1 + 0.0161)^8 = 5117$$

$$T.P.D.A_{Proyectado} = 4503 * (1 + 0.0161)^9 = 5199$$

$$T.P.D.A_{Proyectado} = 4503 * (1 + 0.0161)^{10} = 5283$$

$$T.P.D.A_{Proyectado} = 4503 * (1 + 0.0161)^{11} = 5368$$

$$T.P.D.A_{Proyectado} = 4503 * (1 + 0.0161)^{12} = 5454$$

$$T.P.D.A_{Proyectado} = 4503 * (1 + 0.0161)^{13} = 5542$$

$$T.P.D.A_{Proyectado} = 4503 * (1 + 0.0161)^{14} = 5631$$

$$T.P.D.A_{Proyectado} = 4503 * (1 + 0.0161)^{15} = 5722$$

$$T.P.D.A_{Proyectado} \text{ Pesado} = 4503 * (1 + 0.0161)^{16} = 5814 \text{ vehiculos}$$

Tasa de Crecimiento			AÑO	LIVIANO	BUS	PESADO	T.P.D.A _{proyectado}
Liviano	Bus	Pesado					
3.19	1.9	1.78	2020	12395	592	4196	17183
3.19	1.9	1.78	2021	12791	603	4271	17665
3.19	1.9	1.78	2022	13199	615	4347	18160
3.19	1.9	1.78	2023	13620	626	4424	18671
3.19	1.9	1.78	2024	14054	638	4503	19196
2.81	1.73	1.61	2025	14449	649	4576	19674
2.81	1.73	1.61	2026	14855	661	4649	20165
2.81	1.73	1.61	2027	15272	672	4724	20669
2.81	1.73	1.61	2028	15702	684	4800	21186
2.81	1.73	1.61	2029	16143	695	4878	21716
2.81	1.73	1.61	2030	16596	708	4956	22260
2.81	1.73	1.61	2031	17063	720	5036	22819
2.81	1.73	1.61	2032	17542	732	5117	23392
2.81	1.73	1.61	2033	18035	745	5199	23980
2.81	1.73	1.61	2034	18542	758	5283	24583
2.81	1.73	1.61	2035	19063	771	5368	25202
2.81	1.73	1.61	2036	19599	784	5455	25838
2.81	1.73	1.61	2037	20149	798	5542	26490
2.81	1.73	1.61	2038	20716	812	5632	27159
2.81	1.73	1.61	2039	21298	826	5722	27846
2.81	1.73	1.61	2040	21896	840	5814	28551