



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

CARRERA DE GESTIÓN DEL TRANSPORTE

PROPUESTA DE UN MODELO MATEMÁTICO PARA PREDICCIÓN DE FLUJO VEHICULAR EN ÁREAS URBANAS, CASO: ZONA CENTRAL DEL CANTÓN RIOBAMBA.

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar el grado académico de:

LICENCIADA EN GESTIÓN DEL TRANSPORTE

AUTORA: ADRIANA ESTEFANÍA BALDEÓN ORDOÑEZ

DIRECTORA: DRA. JENNY MARGOTH VILLAMARÍN PADILLA

Riobamba – Ecuador

2021

©2021, Adriana Estefanía Baldeón Ordoñez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Adriana Estefanía Baldeón Ordoñez, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 06 de septiembre de 2021

ADRI.

Adriana Estefanía Baldeón Ordoñez




0604346080

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

CARRERA DE GESTIÓN DEL TRANSPORTE

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación; tipo: Proyecto de investigación, **PROPUESTA DE UN MODELO MATEMÁTICO PARA PREDICCIÓN DE FLUJO VEHICULAR EN ÁREAS URBANAS, CASO: ZONA CENTRAL DEL CANTÓN RIOBAMBA**, realizado por la señorita: **ADRIANA ESTEFANÍA BALDEÓN ORDOÑEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Jéssica Fernanda Moreno Ayala PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 Firmado digitalmente por JESSICA FERNANDA MORENO AYALA Fecha: 2021.11.19 15:35:12 -05'00'	2021-09-06
Dra. Jenny Margoth Villamarín Padilla DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	 Firmado digitalmente por: JENNY MARGOTH VILLAMARIN PADILLA	2021-09-06
Ing. Patricio Xavier Moreno Vallejo MIEMBRO DE TRIBUNAL	 Firmado digitalmente por: PATRICIO XAVIER MORENO VALLEJO	2021-09-06

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación, fruto de mi esfuerzo y sacrificio dedico con mucho cariño a mis padres, que jamás descuidaron mi educación, y con valentía, dedicación y amor, confiaron siempre en mis capacidades, no solo como estudiante, sino como ser humano capaz de afrontar la vida con principios y valores, muchos de mis logros se los debo a ustedes, porque fueron un gran estímulo para mi superación.

A mis hermanos Miguel, Diego y Ximena que siempre me han incentivado a seguir luchando por este sueño hasta culminar con mi objetivo que sintetiza el comienzo de un futuro mejor.

Adriana

AGRADECIMIENTO

Al culminar una etapa de suma importancia en mi vida, quiero dejar en constancia mis agradecimientos en primer lugar agradezco a Dios que me ha ayudado a superar los momentos difíciles por los que he pasado que no fue nada fácil.

A todos los señores docentes quienes con sus conocimientos supieron guiar por el sendero de superación, los que nos han enseñado tanto de lo que sabemos hoy y en especial a la Dra. Jenny Villamarín y al Ing. Patricio Moreno por su valiosa colaboración y asesoramiento en la dirección de la presente investigación.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por su acogida y los conocimientos impartidos en sus aulas.

Finalmente agradezco a todas las personas que colaboraron de cualquier manera para la culminación de este trabajo de investigación.

Adriana

TABLA DE CONTENIDOS

INDICE DE TABLAS	x
INDICE DE FIGURAS	xi
INDICE DE GRÁFICOS	xii
INDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
1. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1 Movilidad.....	3
<i>1.1.1 Factores que transforman e involucran en la movilidad.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.2 Problemas de Movilidad.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.3 ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL COMPONENTE ESTRATÉGICO.....</i>	<i>6</i>
<i>1.1.4 Componente estratégico.....</i>	<i>6</i>
<i>1.1.5 Situación del sistema vial.....</i>	<i>6</i>
<i>1.1.5.1 Problemas.....</i>	<i>6</i>
<i>1.1.5.2 Fortalezas.....</i>	<i>7</i>
<i>1.1.5.3 Potencialidades.....</i>	<i>7</i>
<i>1.1.6 El Tránsito.....</i>	<i>7</i>
<i>1.1.7 Estudio de tránsito.....</i>	<i>8</i>
<i>1.1.8 Tipos de estudios de tránsito.....</i>	<i>8</i>
<i>1.1.9 Situación del tránsito.....</i>	<i>9</i>
<i>1.1.9.1 Problemas.....</i>	<i>9</i>
<i>1.1.9.2 Fortalezas.....</i>	<i>10</i>
<i>1.1.9.3 Potencialidades.....</i>	<i>10</i>
<i>1.1.10 Conformación de vialidad.....</i>	<i>11</i>
<i>1.1.11 Modos de transporte.....</i>	<i>12</i>
<i>1.1.12 Modelación.....</i>	<i>12</i>
<i>1.1.12.1 Modelación matemática.....</i>	<i>12</i>
<i>1.1.12.2 Modelos dinámicos lineales.....</i>	<i>13</i>

1.1.13	<i>Predicción de la saturación</i>	14
1.1.14	<i>Método de Regresión Lineal</i>	15
1.1.15	<i>Mínimos cuadrados</i>	16
1.2	MARCO CONCEPTUAL	18
1.2.1	<i>Carril</i>	18
1.2.2	<i>Congestión vehicular</i>	18
1.2.3	<i>Crecimiento Lineal</i>	18
1.2.4	<i>Estacionamiento vehicular</i>	18
1.2.5	<i>Flujos Vehiculares</i>	18
1.2.6	<i>Indicadores</i>	18
1.2.7	<i>Mínimos Cuadrados</i>	19
1.2.8	<i>Modelación matemática</i>	19
1.2.9	<i>Movilidad</i>	19
1.2.10	<i>Peatón</i>	19
1.2.11	<i>Red vial</i>	19
1.2.12	<i>Regresión lineal</i>	19
1.2.13	<i>Semaforización</i>	19
1.2.14	<i>Sistema vial</i>	20
1.2.15	<i>Transporte</i>	20
1.2.16	<i>Transporte público</i>	20
1.2.17	<i>Vía unidireccional</i>	20
1.2.18	<i>Vías urbanas</i>	20

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	21
2.1	Diseño cualitativo	21
2.2	Diseño Cuantitativo	21
2.3	Niveles de investigación	21
2.3.1	<i>Investigación Descriptiva</i>	21
2.3.2	<i>Método inductivo-deductivo</i>	21
2.3.3	<i>Investigación Causal</i>	21
2.3.4	<i>Investigación de Campo</i>	21
2.3.5	<i>Investigación Bibliográfica</i>	22
2.4	Métodos de investigación	22
2.4.1	<i>Método Hipotético – Deductivo</i>	22
2.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22

2.5.1	<i>Técnicas</i>	22
2.5.1.1	<i>Fichas de Observación</i>	22
2.5.1.2	<i>Encuesta</i>	24
2.6	Población y muestra	24
2.6.1	<i>Población.</i>	24
2.6.2	<i>Muestra</i>	24

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	26
3.1	Análisis e interpretación de resultados	26
3.1.1	<i>Encuestas</i>	26
3.2	Fichas de observación	36
3.2.1	<i>Análisis de resultados</i>	37
3.3	Discusión de resultados	44
3.4	Propuesta	45
3.4.1	<i>Título de la propuesta</i>	45
3.4.2	<i>Objetivos</i>	45
3.4.2.1	<i>Objetivo General</i>	45
3.4.2.2	<i>Objetivos Específicos</i>	45
3.4.3	<i>Introducción</i>	45
3.4.4	<i>Diagnóstico situacional</i>	46
3.4.4.1	<i>División Geográfica y política</i>	46
3.4.4.2	<i>Mapa de la cabecera cantonal</i>	47
3.4.4.3	<i>Limites</i>	47
3.4.4.4	<i>Límites del Cantón Riobamba</i>	48
3.4.5	<i>El par^oque automotor en el Cantón Riobamba</i>	48
3.4.5.1	<i>Tránsito</i>	48
3.4.5.2	<i>Tasa de crecimiento</i>	48
3.4.5.3	<i>Parque automotor</i>	49
3.4.6	<i>Vialidad</i>	50
3.4.6.1	<i>Red vial urbana en el Cantón Riobamba</i>	50
3.4.6.2	<i>Estacionamientos</i>	51
3.4.6.3	<i>Señalización</i>	51
3.4.6.4	<i>Semaforización</i>	52
3.4.7	<i>Problemas existentes en el tránsito en la zona central de Riobamba</i>	52
3.4.8	<i>Flujos vehiculares</i>	52

3.4.9	<i>Conflictos en avenidas.....</i>	53
3.4.10	<i>Fundamentación científica – técnica.....</i>	53
3.4.11	<i>Gestión de la demanda.....</i>	54
3.4.12	<i>Políticas de la gestión de la demanda</i>	54
3.4.13	<i>Desarrollo.....</i>	54
3.4.13.1	<i>Aplicación del modelo matemático.....</i>	54
3.4.13.2	<i>Aplicación por el tipo de vehículo.....</i>	55
3.4.13.3	<i>Por horas de conteo.....</i>	63
3.4.13.4	<i>Modelo 1: Regresión lineal de los mínimos cuadrados haciendo que la $\Sigma X=0$.....</i>	63
3.4.13.5	<i>Modelo 2: Regresión lineal de los mínimos cuadrados utilizando logaritmos</i>	65
3.4.13.6	<i>Modelo 3: Regresión lineal utilizado la media, varianza y covarianza</i>	66
3.4.13.7	<i>Modelo 1: Regresión lineal de los mínimos cuadrados haciendo que la $\Sigma X=0$.....</i>	69
3.4.13.8	<i>Modelo 2: Regresión lineal de los mínimos cuadrados utilizando logaritmos</i>	71
3.4.13.9	<i>Modelo 3: Regresión lineal utilizado la media, varianza y covarianza</i>	72
CONCLUSIONES		75
RECOMENDACIONES		76
GLOSARIO		
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Tipos de estudio de tránsito	9
Tabla 2-3: Vive en la ciudad de Riobamba	26
Tabla 3-3: Parroquia a la que pertenece.....	27
Tabla 4-3: Rango de edad en el que se encuentra	28
Tabla 5-3: Ingresos de la población	29
Tabla 6-3: Tipo de transporte a utilizar.....	30
Tabla 7-3: Actividad que realiza en el centro de la ciudad	31
Tabla 8-3: Horas en las que existe mayor tráfico vehicular.....	32
Tabla 9-3: Dificultades que tiene al movilizarse por el centro histórico	33
Tabla 10-3: Frecuencia que utiliza para movilizarse	34
Tabla 11-3: Tiempo que se demora desde su casa para llegar al centro de la ciudad	35
Tabla 12-3: Horarios y días de conteo	37
Tabla 13-3: Conteo por tipología de vehículo.....	38
Tabla 14-3: Distribución por parroquias	39
Tabla 15-3: Distribución por tipo de vehículo	40
Tabla 16-3: Flujos vehiculares.....	52
Tabla 17-3: Conflictos de avenidas transitadas.....	53
Tabla 18-3: Vehículos Livianos.....	55
Tabla 19-3: Vehículos Pesados	57
Tabla 20-3: Buses	59
Tabla 21-3: Motocicletas	61
Tabla 22-3: Horas más altas del Aforo Vehicular.....	63
Tabla 23-3: Aforo Vehicular entre las 06:30 a 10:30	63
Tabla 24-3: Aforo Vehicular entre las 06:30 a 10:30 (modelo 2).....	65
Tabla 25-3: Aforo Vehicular entre las 06:30 a 10:30 (modelo 3).....	66
Tabla 26-3: Tabla comparativo de la aplicación de tres modelos matemáticos, aforo vehicular entre las 06:30 a 10:30	68
Tabla 27-3: Aforo Vehicular entre las 16:00 a 18:30 (modelo 1).....	69
Tabla 28-3: Aforo Vehicular entre las 16:00 a 18:30 (modelo 2).....	71
Tabla 29-3: Aforo Vehicular entre las 16:00 a 18:30 (modelo 3).....	72
Tabla 30-3: Tabla comparativa de la aplicación de tres modelos matemáticos, aforo vehicular entre las 16:00 a 18:30	74

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Efectos de la movilidad.....	3
Figura 2-1: Tipos de tránsito.....	8
Figura 3-1: Relación del transporte	11
Figura 4-1: Modos de transporte.....	12
Figura 5-1: Diagrama de dispersión.....	15
Figura 1-2: Delimitación del área de estudio del Cantón Riobamba	23
Figura 1-3: Mapa de la cabecera cantonal	47
Figura 2-3: <i>Límites del Cantón Riobamba</i>	48
Figura 3-3: <i>Límites del Cantón Riobamba</i>	48
Figura 4-3: Tasa de crecimiento.....	49
Figura 5-3: Mapa de tipos de capa de rodadura de la red vial urbana	50

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Vive en la ciudad de Riobamba.....	26
Gráfico 2-3: Parroquia a la que pertenece.....	27
Gráfico 3-3: Rango de edad en el que se encuentra	28
Gráfico 4-3: Ingresos de la población.....	29
Gráfico 5-3: Tipo de transporte a utilizar.....	30
Gráfico 6-3: Actividad que realiza en el centro de la ciudad.....	31
Gráfico 7-3: Horas en las que existe mayor tráfico vehicular.....	32
Gráfico 8-3: Dificultades que tiene al movilizarse por el centro histórico	33
Gráfico 9-3: Frecuencia que utiliza para movilizarse	34
Gráfico 10-3: Tiempo que se demora desde su casa para llegar al centro de la ciudad	35
Gráfico 11-3: Horarios y Conteo Vehicular.....	37
Gráfico 12-3: Tipo de vehículo.....	38
Gráfico 13-3: Distribución por parroquias.....	39
Gráfico 14-3: Distribución - Vehículos Livianos.....	40
Gráfico 15-3: Distribución - Vehículos Pesados.....	41
Gráfico 16-3: Distribución - Buses	42
Gráfico 17-3: Distribución - Motocicletas	43
Gráfico 18-3: Dispersión de Vehículos Livianos	56
Gráfico 19-3: Dispersión Vehículos Pesados.....	58
Gráfico 20-3: Dispersión de Buses	60
Gráfico 21-3: Dispersión de Motocicletas	62
Gráfico 22-3: Dispersión de la hora pico del aforo vehicular 06:30-10:30(modelo 1)	64
Gráfico 23-3: Dispersión de la hora pico del aforo vehicular 06:30-10:30(modelo 2).....	66
Gráfico 24-3: Dispersión de la hora pico del aforo vehicular 06:30-10:30(modelo 3).....	67
Gráfico 25-3: Dispersión de la hora pico del aforo vehicular 16:00-18:30(modelo 1).....	70
Gráfico 26-3: Dispersión de la hora pico del aforo vehicular16:00-18:30(modelo 2).....	72
Gráfico 27-3: Dispersión de la hora pico del aforo vehicular 16:00-18:30(modelo 3).....	73

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A: FORMATO DE ENCUESTA

ANEXO B: FORMATO DE FICHA DE AFORO VEHICULAR

ANEXO C: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EN CAMPOG

RESUMEN

La conflictividad encontrada en la movilidad vehicular del Cantón Riobamba generada por una inadecuada distribución de horarios de circulación vehicular y falta de zonas de parqueo, hizo que la investigación tenga como objetivo el elaborar una propuesta para la predicción del flujo vehicular en áreas urbanas, caso zona central del Cantón Riobamba mediante la aplicación de un modelo matemático, para lo cual, se partió con la preparación de un diagnóstico del Cantón con la aplicación de la técnica de observación directa para realizar un conteo del aforo vehicular por seis días en horarios diferentes tomando como referencia al Norte la Av. La Prensa, al Sur la calle Juan de Velasco, al Este la calle Orozco y al Oeste la calle Villarroel, además de establecer una muestra representativa de la población de Riobamba se aplicó una encuesta. Es importante resaltar que en el levantamiento del aforo vehicular los momentos de mayor congestión fueron: de 6:30 a 10:30 de la mañana y de 16:00 a 18:30, en cambio en los resultados de la aplicación de la encuesta se tubo que el mayor tiempo de congestión vehicular fue de 7:00 a 9:00 de la mañana y de 12:00 a 14:00 horas, una vez obtenido estos resultados se procedió aplicar el modelo matemático basado en mínimos cuadrados con lo cual se pudo proyectar técnicamente el flujo vehicular determinando que existe una tendencia ascendente y una correlación positiva fuerte de las variables. Finalmente, se manifestaría que el problema de la saturación vehicular no es de recién, ha sido progresivo en función al crecimiento demográfico y vehicular y que la participación de diferentes sectores como los seccionales, empresas privadas, la academia, en general el ciudadano serviría para generar un proyecto multidisciplinario para la descongestión vehicular.

Palabras clave: <CANTÓN RIOBAMBA>, <ZONA CÉNTRICA>, <HORARIOS DE CIRCULACIÓN>, <OBSERVACIÓN>, <AFORO VEHICULAR>, <MODELO MATEMÁTICO>, <PROYECCIÓN>.



17-11-2021

2108-DBRA-UTP-2021

ABSTRACT

The conflict found in the vehicular mobility in Riobamba Canton generated by an inadequate distribution of vehicular circulation schedules and lack of parking areas, led the investigation to develop a proposal for the prediction of vehicular flow in urban areas, case Central zone at Riobamba Canton through the application of a mathematical model, that it started with the preparation of a diagnosis of the Canton with the application of the direct observation technique to perform a count of vehicle capacity for six days at different times taking as reference to the North Av. La Prensa, to the South Juan de Velasco Street, to the East Orozco Street and to the West Villarroel Street. In addition to establishing a representative sample of the population of Riobamba, a survey was applied. It is important to note that in the lifting of vehicle capacity the times of greatest congestion were: from 6:30 to 10:30 in the morning and from 16:00 to 18:30, on the other hand, the results of the application of the survey were tube that the longest time of traffic congestion was from 7:00 a.m. to 9:00 a.m. and from 12:00 p.m. to 2:00 p.m., once these results were obtained, the mathematical model based on least squares was applied with which was able to technically project the vehicular flow determining that there is an upward trend and a strong positive correlation of the variables. Finally, it would be stated that the problem of vehicular saturation is not new, it has been progressive in function of demographic and vehicular growth and that the participation of different sectors such as sectional, private companies, academia, in general the citizen would serve to generate a multidisciplinary project for vehicular decongestion.

Keywords: < RIOBAMBA CANTON >, <CENTRAL AREA>, <CIRCULATION HOURS>, <OBSERVATION>, <VEHICULAR CAPACITY>, <MATHEMATICAL MODEL>, <PROJECTION>.



Firmado electrónicamente por:
JHONATAN RODRIGO
PARREÑO UQUILLAS



17-11-2021

2108-DBRA-UTP-2021

I, José Andrade M.A., English Professor at “Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”, hereby certify that I translated the foregoing statement and wrote it back to its entirety in English language.

JOSE LUIS
ANDRADE
MENDOZA

Firmado digitalmente
por JOSE LUIS
ANDRADE MENDOZA
Fecha: 2021.11.18
12:33:15 -05'00'

INTRODUCCIÓN

El Cantón Riobamba siendo la cabecera cantonal y estando ubicada estragamiento en la Sierra centro pertenece a la provincia de Chimborazo, dentro de su división política constan cinco parroquias urbanas y once rurales, el órgano rector encargado de la administración en general es el GADM cantonal el cual tiene la coordinación administrativa y financiera incluida las competencias que le fue delegada por el Consejo Nacional de Competencias para la administración directa de movilidad en general.

A través del tiempo el Cantón Riobamba se ha convertido paulatinamente en un polo de desarrollo discreto, concomitante a esto ha ido creciendo su población y con ello las necesidades de vialidad, sanitarias, ambientales, comerciales entre otras.

Al existir incremento de la población de hecho existe un incremento en el parque automotor la pregunta es ¿Está preparada Riobamba para acoger en el tiempo estos incrementos? o es hora de que se articule proyectos para asumir retos diferentes y poder satisfacer las necesidades de toda una población.

Si bien es cierto el trabajo de los organismos competentes se lo observa, pero hay momentos donde se forman verdaderos cuellos de botella por cuanto lamentablemente hay que decirlo está primando la visión política clientelar y la falta de acuerdos para que la visión sea el bien común.

La presente investigación quiere hacer un aporte a esos organismos para sumar esfuerzos en beneficio del Cantón, de hecho los aspectos preliminares tomados en cuenta han servido sobre manera para plantear el tema, es conociendo por la población que existen problemas puntuales en la circulación vehicular, que se adolece en horas pico de lugares para parqueo, que día a día en el centro de Riobamba es más complicada la congestión vehicular, con este antecedente y muchas más dificultades el tema de investigación es el siguiente: “Propuesta de un modelo matemático para predicción de flujo vehicular en áreas urbanas, caso: zona central del Cantón Riobamba”.

El capítulo I puntualiza al problema investigativo donde se detalla el planteamiento, formulación, delimitación y justificación del problema, así como también el objetivo general y los objetivos específicos los mismos que son planteados para que colaboren en el tiempo y espacio a lograr alcanzar lo propuesto, el marco teórico constituyéndose la base científica para sustentar la investigación para lo cual se ha dividido de la siguiente manera: fundamentación teórica, antecedentes investigativos, la hipótesis o idea a defender y la relación entre variables.

El capítulo II se enfoca el marco metodológico canalizando los tipos de investigación, aplicación de técnicas investigativas, también se enfoca a la población y se determina la muestra y a la vez los métodos, técnicas e instrumentos necesarios para el levantamiento de información.

El capítulo III marco de resultados y discusión, con el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en el trabajo de campo, finalmente se determina la propuesta en la cual se hace un análisis macro para luego establecer micro eventos y llegar a visualizar que resultados se han obtenido y poder cotejar con los objetivos planteados en función al problema investigativo existente y poder afirmar o negar la hipótesis planteada, para terminar con las conclusiones y recomendaciones de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Movilidad

El objetivo básico de la movilidad es el desplazamiento y la accesibilidad con facilidad a través de diferentes medios de transporte de una manera rápida, segura y eficiente, si esta se la realiza dentro de los límites de una ciudad se la denomina movilidad urbana, para que los habitantes logren movilizarse se deberá hacerse mediante medios como: auto, transporte público, taxis, moto, bicicleta o caminando.

1.1.1 *Factores que transforman e involucran en la movilidad*

Existen factores de suma importancia los cuales intervienen directamente en la movilidad, los mismos que son:

- Incremento demográfico.
- Aumento de viajes motorizados.
- Expansión de la urbanización.
- La dispersión de los usos de suelo.
- Densidad de ocupación.
- El cambio vertiginoso de la tasa de propiedad de vehículos que genera demanda creciente de capacidad vial.
- Débil estructura organizacional de servicios públicos.

1.1.2 *Problemas de Movilidad.*



Figura 1-1: Efectos de la movilidad

Fuente: Hernández, Marta et al. “Diseño de un Sistema de Diagnóstico de la Movilidad en planes de movilidad urbana sostenible”, 2006.

Los conflictos más álgidos que se ha venido dando en las ciudades son dos:

1. El agotamiento de suelo urbano para el transporte
2. Mal uso del suelo

En el caso del primero requiere gran cantidad de espacio urbano, por lo que obligadamente se tendrá que reemplazar a la zona central por lo cual se hace necesario la expansión del territorio quedando espacios mal ubicados y aumentando la distancia entre las actividades de puntos urbanos.

El segundo se basa en la determinación del uso del suelo, cuya tendencia se enfoca solo en el tipo de servicio o actividad como: comercio, vivienda, centros de educación, universidades, centros comerciales los cuales son considerados polos de desarrollo.

En la ciudad de Riobamba, la mayoría de estas actividades se localizan en el área central; siendo cada día más indispensable migrar hacia otros polos de desarrollo, pero para ello debe existir la actitud política y la voluntad de las personas para direccionar y fomentar el desarrollo urbano.

El problema del uso del suelo está ahí. “Las ciudades se han convertido en alojadoras de autos creando un verdadero problema ya que se ha perdido la verdadera esencia de alojamiento de personas y se ha preponderado encajar el vehículo convirtiéndose en un lugar meramente de tránsito vehicular”¹

“La importancia de la Movilidad que se remarca en el concepto esencial del Desarrollo Orientado al Transporte reafirma que el Plan sea estructurado con una visión estratégica debido a que se ha convertido en un instrumento clave para alcanzar el desarrollo sostenible. Ya no se puede limitar a ser un componente más de un sistema de planificación integral.

¹ Ecologistas en Acción. ¿Qué entendemos por movilidad? Noviembre2007
www.ecologisenacion.org/article9844html

Por lo anterior, si bien mantiene un carácter sectorial, sus contenidos y enfoques deben estar ligados a otros instrumentos que son parte del sistema de planificación y de la realidad social y territorial. Sus determinaciones implican afectaciones a decisiones en otros campos y en consecuencia debe contemplar una concepción holística e integral.”²

El propósito esencial del plan es contribuir con el mejoramiento de la calidad de vida de la población y ese gran fin es indiscutible y mandatorio. Es el elemento que da sustento, coherencia y articulación al Plan y brinda orientaciones precisas para establecer una estrategia efectiva, para aportar al mejoramiento de la calidad de vida de la población. Solo puede ser formulado, luego de conocer y evaluar la situación actual y proyectada: los problemas o déficits; las fortalezas y las potencialidades de un territorio.

El listado que conforman el Componente Estratégico son los siguientes:

1. Las políticas, es decir la actitud que una institución asume para superar los déficits, aprovechar fortalezas y potencialidades características de la situación (diagnóstico) detectada.
2. Los objetivos, es decir la situación que se quiere alcanzar con base en la aplicación o concreción de las políticas asumidas.
3. Las metas, es decir los hitos o logros que deben darse en el camino hacia el Objetivo.
4. Los indicadores, que permiten medir de modo objetivo el avance hacia el objetivo y poseen las dimensiones: de gestión que mide el ajuste entre lo planificado y ejecutado y de impacto que permite verificar el cambio hacia una mejor calidad de vida.
5. Las líneas de acción estratégica, es decir las grandes actividades que deben desarrollarse para alcanzar la situación deseada y que, en la práctica, dan lugar al conjunto de programas y proyectos del Plan.

A continuación, se presenta el Componente Estratégico, cuya versión inicial fue presentada a consideración de un colectivo conformado por tres concejales; representantes de varias direcciones municipales, de gremios de profesionales de la provincia; de gremios de

² Distrito Metropolitano de Quito. 2009. “Plan Maestro de Movilidad Para El Distrito Metropolitano de Quito. 2009-2025.”
(https://biblio.flacsoandes.edu.ec/shared/biblio_view.php?bibid=118765&tab=opac).

transportistas; de representantes del sector privado. Sus observaciones y recomendaciones han sido acogidas y consideradas para la estructuración final.

1.1.3 *ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL COMPONENTE ESTRATÉGICO*

1.1.4 *Componente estratégico*

Síntesis de la situación de la movilidad en Riobamba.

Como se señaló anteriormente, en esta parte se presenta la situación (diagnóstico) que atraviesan los distintos campos de la movilidad, medida por tres factores:

- a) Las situaciones deficitarias que deben ser superadas.
- b) Las fortalezas o situaciones idóneas que deben consolidarse.
- c) Las potencialidades, es decir las opciones externas que deberían aprovecharse.

1.1.5 *Situación del sistema vial*

1.1.5.1 *Problemas*

En la ciudad de Riobamba no se observa las condiciones de jerarquía que deben caracterizar las vías respecto del uso o función que se les asigna. Esto deviene en afectaciones en primer término al funcionamiento de la ciudad, tanto por la falta de concordancia entre la función asignada y la sección que le es propia y, en segundo lugar, a las actividades ciudadanas que se dan en los sectores donde esos desajustes acontecen. No existe un criterio unificado sobre la traza urbana. En unos casos priman trazados longitudinales y en otros los trazados de zonas urbanizadas, lo que genera afectaciones a la continuidad del tránsito vehicular e incrementa la creación de situaciones desfavorables para los peatones.

La falta de vías transversales agrava la condición de la ciudad que ve limitada las posibilidades de conexión este-oeste, en una buena parte del territorio urbano. Esto acarrea dificultades en caso de emergencias urbanas, debido a que no permiten la salida rápida y eficiente de la población a sitios seguros.

Hay zonas de la ciudad en las que la continuidad de las vías se ve interrumpida por dos áreas privadas que no permiten la continuidad de la red: el Aeropuerto y la ESPOCH. Esta situación se agrava y afecta sensiblemente a los desplazamientos de la población tanto porque la vía de circunvalación ya fue absorbida por el crecimiento desordenado de la ciudad como porque la avenida Monseñor Leónidas Proaño está saturada. Dos sectores importantes; Macají y Licán, están desvinculados por falta de una vía paralela a la Circunvalación. Finalmente, existe un 30%

de vías que no cuentan con una capa de rodadura adecuada y dificultan también la circulación vehicular a la par que generan condiciones de insalubridad pública.

1.1.5.2 *Fortalezas*

La trama vial urbana, en el área comprendida en el interior de la circunvalación de la ciudad, es ordenada y permeable lo que permite la vinculación directa entre sectores. El área central de la ciudad posee un valor histórico debido a la preservación de su capa de rodadura original que fue construida con piedra volcánica.

La ciudad cuenta con seis accesos bien definidos que conectan con la Av. Circunvalación lo cual permite que el tráfico de paso no ingrese al centro urbano ni a la zona central histórica, además permite el recorrer la ciudad en menor tiempo ya que cuenta con una capa de rodadura de hormigón en buen estado.

1.1.5.3 *Potencialidades*

La topografía de la ciudad es en su mayor parte plana, excepto en el norte de la urbe. Esto facilita la aplicación de diseños y secciones viales homogéneos. Existen proyectos viales enfocados a la construcción de un sistema vial jerarquizado con proyección a futuro. La ciudad cuenta a sus afueras con áreas urbanas no consolidadas que pueden ser estudiadas y adecuadamente dimensionadas de acuerdo con el crecimiento urbano. Existe una vía del tren que actualmente no está totalmente utilizada y que puede ser aprovechada.

1.1.6 *El Tránsito*

“Se refiere al hecho de circulación por dichas vías. Este término no es exclusivo para la circulación de vehículos, sino también al de las personas” (Gómez, 2014, pág30)

Desde la óptica de la importancia el tránsito es indispensable en la vida cotidiana, por cuanto en la movilización diaria en las diferentes redes se transportan recursos o personas de una parte a otra.

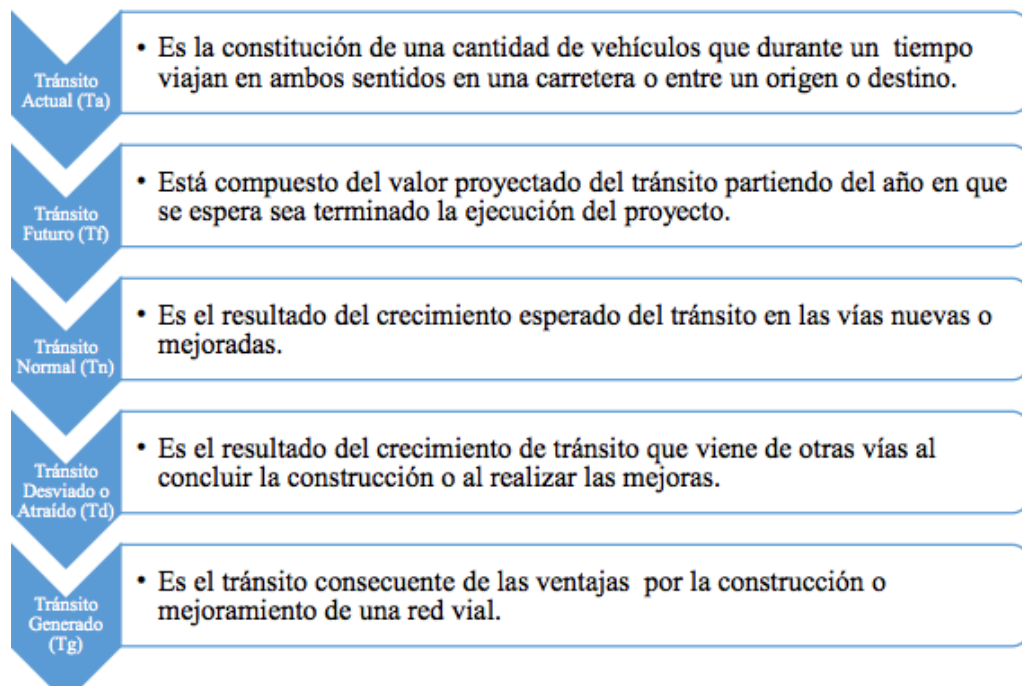


Figura 2-1: Tipos de tránsito

Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura. (2008, pág.29)

1.1.7 *Estudio de tránsito*

El estudio de tránsito tiene como primordial objetivo analizar el movimiento en una zona fija, investigando los diferentes elementos que participan en ella para plantear soluciones consiguiendo una movilidad eficiente, competitiva, segura y preservando el medio ambiente. (Transconsult, 2014)

El propósito fundamental de los estudios de tránsito es resolver los problemas poniendo énfasis en las variables que intervienen en la movilidad del transporte no motorizado y motorizado, los cuales pueden ser: niveles de servicio, mejora en la señalización, identificar la deficiencia en la red vial y en definitiva conocer el problema integral del tránsito para mejorar el entorno y contar con una adecuada movilidad.

1.1.8 *Tipos de estudios de tránsito*

El tránsito dentro una ciudad es diferente a otra, por la naturaleza de sus necesidades, al evaluar el comportamiento se necesita aplicar una metodología de acuerdo con la problemática que se vaya a resolver de ahí que existe diferentes tipos de estudios de tránsito.

Tabla 1-1: Tipos de estudio de tránsito

1. Inventario	Es la primera etapa de todo estudio de tránsito, contempla tres pasos que son: planificación, trabajo completo de campo y resumen de los resultados obtenidos. Los inventarios desarrollan estudios importantes como los de mantenimiento, señales de tránsito, transporte público y estacionamiento.
2. Volúmenes	Los estudios de tránsito mediante volumen se realizan con la finalidad de obtener información sobre el movimiento de personas y vehículos en tramos definidos de un sistema vial, Los volúmenes serán expresados en función al tiempo, calidad del servicio, prestación de servicio a usuarios en la vía pública y también establecer oferta y demanda adecuada.
3. Demoras	Este está asociada a la espera principal del problema de tránsito.
4. Transporte Público	En los componentes de un sistema de transporte público el tamaño de la demanda está dada por los pasajeros, la oferta en cambio por los vehículos e infraestructura, por otra parte, en el sistema de transporte privado, la persona en un vehículo es parte de la demanda y la oferta la red vial.

Fuente: Villahermosa, Oliannys, & Reymar. (2015).

1.1.9 Situación del tránsito

1.1.9.1 Problemas

Los flujos vehiculares que llegan y salen de la zona central son muy altos y ocasionan congestionamientos de tráfico que afecta al tiempo de desplazamiento de la población no sólo de esa área sino también a los residentes de la ciudad y cantones cercanos a Riobamba, esto acontece, porque la oferta vial resulta insuficiente para dar cabida a esos volúmenes de tráfico.

La congestión y falta de fluidez del tráfico se agudizan por deficiencias en la aplicación de la normativa y por desatinos en los criterios de diseño para las diferentes actividades del tráfico en las vías y la geometría vial disponible. La confusión en la aplicación de la señalización del tránsito no contribuye a la educación vial de los conductores y peatones, que no logran asimilar los patrones de señalización para adecuar una conducta de comportamiento al circular por las vías. Es posible que ello influya también en la producción de siniestros (accidentes) de tránsito.

La coordinación semafórica entre intersecciones se realiza de forma manual; sin embargo, al no estar conectados se van desigualando y la coordinación se pierde secuencialmente; esto repercute negativamente en el desempeño de la fluidez del tráfico. Otra causa de este problema se debe al uso de una tecnología muy básica de los equipos semafóricos de la ciudad que impide el manejo óptimo de los flujos de tráfico en los ejes viales. El 17% de las intersecciones operan con 4 fases semafóricas en las principales intersecciones del viario principal, lo cual disminuye sensiblemente su capacidad vial debido a los altos tiempos de espera a que deben someterse los conductores.

Si a esto se suma la deficiencia tecnológica del sistema semafórico, las condiciones son más complejas. La presencia de varios mercados dentro del área urbana central, algunos asociados con mini terminales de buses intercantoneales combinados o rurales, genera una serie de actividades comerciales que afectan de manera sustantiva al desmejoramiento de la circulación vehicular. El estacionamiento en la vía pública es uno de los aspectos que mayor problema genera en la circulación vehicular. En los sectores donde existe una alta y variada actividad, la oferta resulta insuficiente, provocando que los conductores realicen el estacionamiento de corta duración en doble fila junto a los vehículos ya estacionados, lo cual disminuye la capacidad vial al ocuparse un carril de circulación. A esto se suma un diseño poco eficiente de las secciones viales, que no contribuye al aprovechamiento de su potencial capacidad de servicios.

1.1.9.2 *Fortalezas*

En la parte central de la ciudad, la mayoría de las vías funcionan unidireccionalmente, estructura que históricamente ha tenido una evolución pasando de vías bidireccionales a unidireccionales a fin de evitar conflictos en las intersecciones, generar fluidez y mayor oferta de estacionamiento, lo cual es concomitante con un trazado urbano ortogonal regular. Esto facilita la definición de pares viales alternados que permiten organizar adecuadamente la circulación vehicular y brindar mayor seguridad a los peatones para cruzar las calles en las intersecciones al disminuirse de manera sustancial el número de movimientos vehiculares. Tales condiciones son las óptimas por cuanto se organiza eficientemente la circulación vehicular.

La señalización horizontal y vertical se ciñe a la normativa INEN, lo cual se ha podido evidenciar de forma general en la ciudad. Se ha establecido y aceptado por la ciudadanía que las vías que tienen su direccionamiento de circulación en el sentido noroccidente-suroriente y viceversa, son principales, mientras que las transversales nororiente-suroccidente y viceversa son secundarias. Esta condición puede facilitar en gran medida la aplicación de normas y procedimientos para regular el tránsito con anuencia de la población.

1.1.9.3 *Potencialidades*

Los viajes en transporte privado o particular tienen una amplia posibilidad de ser sustituidos por modos de transporte sostenibles, debido fundamentalmente a la muy buena oferta vial disponible en la Zona Central de Riobamba y porque las distancias permiten desplazamientos cortos.

La resolución de los conflictos de tráfico, para los flujos vehiculares existentes y futuros, tiene una importante posibilidad de ser alcanzada de manera eficiente con la aplicación de las siguientes acciones o medidas que deben ser desarrolladas y aprovechadas:

1. Optimización de la importante oferta vial disponible, tanto en número como en capacidad física mediante adecuadas medidas de gestión de tráfico.
2. El uso de la oferta de estacionamiento en la vía pública utilizada como elemento estratégico para la regulación de la demanda en vehículo privado, el cual debe ser limitado por capacidad, tiempo y costo, como respuesta a las políticas de movilidad sustentable.
3. La implementación de un Sistema Centralizado de Semaforización que permita optimizar y administrar de manera eficiente los flujos de tráfico, disminuyendo significativamente las pérdidas innecesarias de tiempo en la red vial, ayudando con ello a optimizar la capacidad vial disponible.”³

1.1.10 *Conformación de vialidad*

El espíritu natural del transporte es reducir el tiempo y la distancias entre áreas de la ciudad, para de esa manera acelerar vínculos sociales y económicos para lo cual lo importante es que haya una identificación y control del transporte, dosificando esfuerzos y estudios adecuados para mejorar la situación de la movilidad.

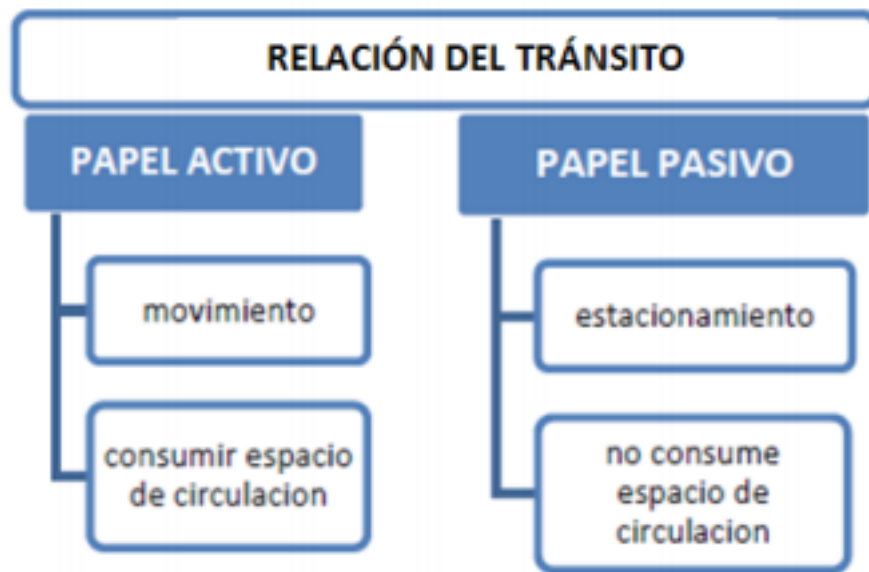


Figura 3-1: Relación del transporte

Fuente: ZUÑIGA, Stefany, (2013), Tesis “PLAN DE MOVILIDAD PARA LA CIUDAD DE LOJA” Universidad Técnica Particular de Loja, Loja-Ecuador

³ Consultores A&V. (2029). Estudio del Plan de Movilidad Cantón Riobamba fase II
www.gadmriobamba.gob.ec

1.1.11 *Modos de transporte*



Figura 4-1: Modos de transporte

Fuente: ZUÑIGA, Stefany, (2013), Tesis “PLAN DE MOVILIDAD PARA LA CIUDAD DE LOJA” Universidad Técnica Particular de Loja, Loja-Ecuador

Cada uno de estos modos de transporte tiene sus ventajas y desventajas si se toma en cuenta los altos índices de contaminación a las claras se observara que el modo eléctrico se posiciona en la primera opción, pero ya su implementación tiene muchos aspectos a ser revisados ya que es un sistema integral donde prácticamente se fusionan desde aspectos culturales, económicos, utilización de espacios exclusivos, intereses políticos e intereses de empresas tradicionales cuya materia prima para combustibles es el uso de energías fósiles; de ahí que los estudios que se realicen para empezar en un gran proyecto de transportación eléctrica deberá ser debatido desde varios puntos de vista haciendo hincapié el más importante el bien ciudadano.

1.1.12 *Modelación*

1.1.12.1 *Modelación matemática*

“Es importante exponer algunas definiciones y principios básicos en redes.

Una red vial es un conjunto de calles y avenidas que se cruzan en intersecciones, que puedan ocurrir a nivel o desnivel. Los conceptos de camino, trayectoria y circuito que se registran en una red urbana son bien conocidos. En general los tramos de calles o avenidas tienen un cierto sentido de circulación y, por tanto, se designan como dirigidos. El modelo básico empleará grafos. Un grafo es un conjunto, no vacío, de objetos llamados vértices (o nodos) y una selección de pares de vértices, llamado aristas, que pueden ser orientados o no. (Taha, 2004). pág.33

Los estudios de movilidad basados en el análisis y optimización de una red de tráfico mediante la caracterización de la infraestructura y su capacidad incluyen minuciosas investigaciones de

campo necesarias para conocer las relaciones origen/destino y sus principales características (motivo de viaje, aparcamiento en origen-destino (O-D), ocupación de los vehículos, tiempo de viaje, etc.). Esto permite ajustar en gran detalle las características funcionales de los diferentes elementos del sistema, incluyendo un análisis pormenorizado de las intersecciones y sus diferentes métodos de regulación, véase *Fernández & Valenzuela* (2004) pág. 18

Los impactos urbanos y ambientales asociados al tráfico van, en gran medida, directamente asociados al grado de saturación (x) de cualquier dispositivo vial (vía, intersección, paradero, red). El grado de saturación se define como la razón entre el flujo que usa el dispositivo (q) y su capacidad (Q), es decir, $x = q/Q$. Se debe diferenciar el grado de saturación, de la denominada congestión. La segunda es consecuencia del primero y suele manifestarse en:

- Demoras adicionales a las personas, más allá de las requeridas para hacer un viaje a una velocidad segura y constante.
- Colas de vehículos o personas, que se generan en tramos de vía, cruces o terminales de transporte público o privado (paradas, estacionamientos).
- Detenciones involuntarias de vehículos o usuarios, que ocurren en los mismos lugares anteriores, producto del avance y estancamiento de una cola.

Durante las últimas décadas, se han propuesto modelos de predicción de flujo de tráfico con distinto grado de complejidad. Los más simples son los de combinación de recorridos aleatorios, pero sólo funcionan bien en situaciones específicas (Williams & Hoel, 1999).

El conteo de vehículos en intersecciones o nodos servirá en el presente estudio de donde se contempla lo siguiente:

1.1.12.2 *Modelos dinámicos lineales*

La modelización matemática de procesos de series temporales se basa en modelos dinámicos, refiriéndose el término dinámico a cambios en tales procesos debidos al paso del tiempo como fuerza motriz fundamental. Los modelos lineales clásicos se escriben habitualmente en términos de la ecuación:

$$Y = F'\theta + v$$

donde Y es el vector respuesta, F' es la matriz de variables independientes, θ es un vector de parámetros desconocidos y v es el vector de errores.

Si se quiere dar un sentido dinámico o evolutivo al sistema anterior, se han de poder variar los elementos del modelo con el paso del tiempo t y permitir que el conjunto de parámetros θ evolucione, a su vez, con el tiempo. La evolución toma la forma de un proceso de primer orden

de Markov. De este modo, se podría escribir un modelo lineal dinámico (MDL) normal general según:

$$\begin{aligned} Y_t &= F_t \theta_t + v_t & v_t &\approx N_m(0, V_t) \\ \theta_t &= G_t \theta_{t-1} + w_t & w_t &\approx N_p(0, W_t) \\ \theta_0 &\approx N_p(m_0, C_0) \end{aligned}$$

donde, para cada instante de tiempo t , F_t es un vector conocido de dimensión $n \times 1$, G_t es una matriz conocida $n \times n$, V_t es una varianza conocida y W_t es una matriz de varianzas conocida $n \times n$.

El modelo específico por utilizar es un MDL de crecimiento lineal, que es un modelo de espacio de estados con:

$$\begin{aligned} Y_t &= \mu_t + v_t & v_t &\approx N(0, V) \\ \mu_t &= \mu_{t-1} \beta_{t-1} + w_{t,1} & w_{t,1} &\approx N(0, \sigma^2_\mu) \\ \beta_t &= \beta_{t-1} + w_{t,2} & w_{t,2} &\approx N(0, \sigma^2_\beta) \end{aligned}$$

Cuando β es igual o está muy concentrado en 0, el modelo lineal polinómico es de orden 1 caso contrario, es de orden 2. En los MDLs permiten modelizar rasgos típicos en series temporales como tendencias (polinómicas), regresión y efectos estacionales. Además, se debe tener en cuenta que Y_t se modela como un punto de observación de la caminata aleatoria μ_t , que no es estacionaria

1.1.13 *Predicción de la saturación*

Uno de los usos más relevantes del MDL anterior es el de la predicción de la saturación en las correspondientes vías de la red. Se define como capacidad de una vía a la máxima intensidad horaria de personas o vehículos al atravesar un tramo uniforme de un carril o calzada durante un período definido de tiempo bajo las condiciones prevalecientes viales, el tráfico y los sistemas de regulación (National Academy of Science, 2000). Para hacer el cálculo de flujo máximo en cada arco, considerando que la capacidad de un carril es el máximo número de vehículos que puede pasar por él, suponiendo una velocidad uniforme. Generalmente, se expresa en vehículos/hora. Entonces la capacidad en vehículos por hora sería:

$$C = \frac{v}{s} 1000$$

Donde:

C: capacidad máxima de un carril, v : velocidad en km/h, s : separación media mínima en metros entre las partes frontales o traseras de dos vehículos sucesivos, para determinar la velocidad. El valor de s está en función de la longitud de los vehículos, del tiempo de reacción de los

conductores y de la distancia de frenado, pudiendo expresarse en función de v mediante una fórmula del tipo:⁴

$$s = a + bv + cv^2$$

1.1.14 Método de Regresión Lineal.

“El análisis de regresión establece una relación lineal entre la cantidad de viajes que se generan en un hogar, y las características que tienen en este hogar. Estas características pueden ser el ingreso promedio del hogar, el tamaño del hogar, la posesión o no del automóvil, y cualquier otra que uno pueda considerar relevante. El objetivo de los modelos de generación y atracción de viajes es explicar la cantidad de viajes que sale o llega a una determinada zona en función de otras variables conocidas.

Estas otras variables pueden ser características socioeconómicas de la población, o información de uso de suelo de la zona. Explicar la generación y atracción de viajes a partir de otras variables conocidas, no sólo nos permite entender los patrones de movilidad en una ciudad, sino también predecir la cantidad de viajes al futuro.

Una técnica econométrica muy útil para relacionar la cantidad de viajes con otras variables conocidas es la regresión lineal.

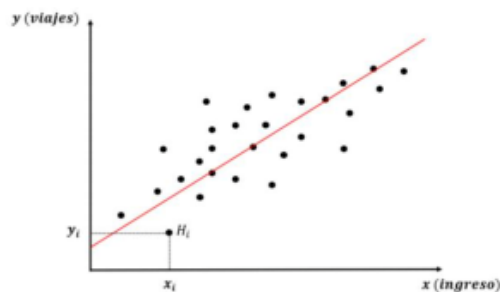


Figura 5-1: Diagrama de dispersión

Cabe anotar que en la regresión lineal debe haber un componente de error el cual representa la desviación de cada punto de la figura respecto a la cantidad esperada de viajes, determinada por la recta roja.

Este componente de error será mayor a medida que los puntos de la figura se encuentren más lejos de la recta. Si todos los puntos de la figura se encontrasen sobre la recta, no existiría error.

⁴ Pilamunga M y Ríos I, Un modelo de predicción de tráfico en la ciudad de Ambato (2014) Informe presentado a la Facultad de Diseño y Arquitectura de la Universidad Técnica de Ambato

1.1.15 *Mínimos cuadrados*

Existen diversas maneras de obtener la curva de regresión estimada. Uno de los métodos más tradicionales corresponde a mínimos cuadrados. Este método ajusta la recta de regresión estimada, de modo que la suma de los errores al cuadrado sea lo más pequeña posible. Existen diversas ventajas teóricas y prácticas para considerar la suma de los errores al cuadrado como criterio para ajustar la recta de regresión. Se puede mencionar dos particularidades.

- Los errores de predicción serán tanto positivos como negativos, ya que en algunos hogares subestimaremos la cantidad de viajes y en otros hogares la sobreestimaremos.
- Trabajar con los errores al cuadrado nos permite considerar de igual forma errores de ambos signos.
- En segundo lugar, al elevar los errores al cuadrado le damos más importancia a los errores de mayor magnitud, a fin de evitar grandes diferencias entre lo observado y lo predicho. Es posible demostrar que las estimaciones para el intercepto y la pendiente de la recta de regresión estimada están dadas por siguientes ecuaciones:

$$\hat{\beta}_0 = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \cdot \bar{x}$$
$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum_i (y_i - \bar{y})(x_i - \bar{x})}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2}$$

Primero podemos calcular el estimador de la pendiente, β_1 , y usar dicho valor para calcular el estimador del intercepto, β_0 . Estas estimaciones poseen dos propias estadísticas muy importantes:

En primer lugar, son insesgados, esto significa que el valor esperado de los estimadores de β_0 y β_1 coinciden con los valores reales de ambos parámetros.

En segundo lugar, son eficientes, esto significa que, de todos los posibles estimadores de β_0 y β_1 , los obtenidos mediante mínimos cuadrados poseen la menor variabilidad o incertidumbre posible.

Es posible extender el modelo para el caso donde se presenten más variables explicativas, cada una con un parámetro β dentro de la recta de regresión. Estas variables explicativas pueden ser:

- El ingreso
- El tamaño del hogar
- La cantidad de automóviles, entre otras

Para el caso multivariado, los estimadores de todos los parámetros β se pueden obtener matricialmente usando la siguiente expresión:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + e_i$$

$$y = x\beta + e$$

$$\beta = (x^T x)^{-1} x^T y$$

Esta expresión depende únicamente de los valores observados de la variable a explicar y ; y , la variable explicativa x .”⁵

⁵ Chávez M.(2004). Modelos Matemáticos para el análisis de la Demanda de Transporte. Tesis de Maestría Universidad Autónoma Metropolitana México

1.2 MARCO CONCEPTUAL

1.2.1 *Carril*

Se considera la parte de una vía de circulación que se destina al tránsito de una sola fila de vehículos.

1.2.2 *Congestión vehicular*

Es la saturación del flujo vehicular la cual ocasiona básicamente pérdida de tiempo, incremento en los costos de combustibles, daños psicológicos, en definitiva, la pérdida de la fluidez normal del tráfico vehicular.

1.2.3 *Crecimiento Lineal*

Es el modelo matemático que sirve para representar una función cuyos valores van aumentando a una tasa o razón constante; matemáticamente esta razón se la llama pendiente y la representación gráfica de dichas funciones es una línea recta.

1.2.4 *Estacionamiento vehicular*

Se considera la inmovilización de un vehículo durante un tiempo determinado. Existiendo diferenciación en estacionamientos públicos y privados los unos controlados por los municipios y los segundos por empresas o personas ajenas a la transportación.

1.2.5 *Flujos Vehiculares*

Considerado el tránsito o tráfico vehicular lo cual trae como consecuencia el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista. Es importante considerar antes de cualquier diseño geométrico de una vía se deberá conocer las tendencias históricas y proyecciones del tránsito para poder ocupar una vía o calle.

1.2.6 *Indicadores*

La característica de un indicador es que debe ser observable y medible y el objetivo básico es mostrar los cambios que está haciendo una acción para conseguir un resultado específico.

1.2.7 *Mínimos Cuadrados*

Sirve para calcular a partir de N los pares de datos experimentales (x, y) , los valores a y b que mejor ajustan los datos a una recta. También se interpreta por el mejor ajuste, aquella recta que hace mínimas las distancias de los puntos medidos a la recta.

1.2.8 *Modelación matemática*

Un modelo matemático se considera uno de los tipos de modelos científicos que emplea algún tipo de fórmula matemática con lo cual se consigue expresar relaciones, variables, parámetros, entidades y relaciones entre variables.

1.2.9 *Movilidad*

Se considera como un derecho a la libre circulación de personas y así lo ha catalogado la (OIM) La Organización Internacional para las Migraciones.

1.2.10 *Peatón*

Considerado como la persona que transita a pie por las vías públicas. También se consideran peatones a las personas con movilidad reducida que circulan con una silla de ruedas con motor o sin él.

1.2.11 *Red vial*

Al conjunto de caminos de uso público reglamentados por una norma o un marco institucional se lo considera como una red vial, además de que forma un conjunto de vías primarias y secundaria las cuales sirven para intercomunicarse universalmente de un lugar a otro.

1.2.12 *Regresión lineal*

Se define como la relación estadística que dentro de un modelo matemático ayuda determinar la relación que existe entre dos variables continuas a las cuales se les conoce como variables de predicción la una como X variable independiente y la de Y como dependiente.

1.2.13 *Semaforización*

La seguridad vial es un elemento fundamental en cualquier sociedad y de ahí que la Semaforización juega un papel de prevención para el peatón y el vehículo, dado que en las intersecciones de las mallas urbanas es en donde se produce la mayoría de los accidentes.

1.2.14 *Sistema vial*

La red vial constituye calles urbanas y rurales, avenidas, autopistas, carreteras, caminos vecinales, y sus obras complementarias como puentes, veredas, señalización, iluminación, entre otras, cuyo único fin es el servicio a las personas.

1.2.15 *Transporte*

Todo medio de movilización es considerado como transporte, si se remonta históricamente empezando desde la invención de la rueda ha servido este para movilizar personas, mercancías, animales y cosas de un lugar a otro.

1.2.16 *Transporte público*

Considerado como un sistema de movilización colectivo o masivo de personas los cuales se transportan de un lugar a otro, la diferencia con el transporte privado es que se respeta turnos y rutas de frecuencias.

1.2.17 *Vía unidireccional*

La cual va en un solo sentido o dirección sea de norte a sur, este a oeste o viceversa.

1.2.18 *Vías urbanas*

El Reglamento General de Carreteras define vía urbana como cualquiera de las que componen la red interior de comunicaciones de una población, siempre que no se traten de travesías ni formen parte de una red arterial.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Diseño cualitativo

Básicamente la investigación cualitativa se ajusta a las necesidades encontradas que han sido determinadas en el planteamiento del problema investigativo concadenados con los objetivos del mismo; En la presente investigación se observa básicamente que el problema planteado radica en la congestión vehicular que ha respondido a un modelo de desarrollo urbano no sostenible.

2.2 Diseño Cuantitativo

Este diseño permite identificar la variable independiente y la variable dependiente tomando en consideración datos cuantificables en la investigación, para el análisis de resultados y llegar a establecer relaciones entre ellos.

De ahí que el establecer un modelo de aplicación matemático ira ligada a la predicción del flujo vehicular en la zona central del Cantón Riobamba.

2.3 Niveles de investigación

2.3.1 *Investigación Descriptiva*

La influencia visual del flujo vehicular que se presenta en la zona céntrica de la ciudad de Riobamba hace ver una realidad en que se vive diariamente, por ello es importante una descripción objetiva de lo que acontece, lo cual ayudará a tener la idea clara de las estrategias que se puedan implementar para una posible solución a esta problemática.

2.3.2 *Método inductivo-deductivo*

Partiendo de lo particular a lo general y en otros aspectos de lo general a lo particular manteniendo una secuencia lógica y poder obtener resultados aplicables a una realidad.

2.3.3 *Investigación Causal*

Por cuanto existe causas y efectos de la política inadecuada con la cual se está llevando el desarrollo diario de la circulación vehicular en la zona céntrica de Riobamba, por lo cual se buscará encontrar posibles soluciones con la aplicación de un modelo matemático acorde a las necesidades del objeto en estudio.

2.3.4 *Investigación de Campo*

Debido que se realizará in situ es decir en el Cantón Riobamba, zona céntrica para de esa manera poder interpretar fácilmente factores que influenciara en el problema de estudio.

2.3.5 Investigación Bibliográfica

Se aplico para tener un sustento o base científica, lo cual ayudará a buscar una estructura firme para poder aplicar los correctivos necesarios acordes a las necesidades del flujo vehicular del Cantón Riobamba.

2.4 Métodos de investigación

2.4.1 Método Hipotético – Deductivo

Partiendo de la observación del problema y el planteamiento del mismo, estableciendo hipótesis generales y específicas, para comprobar y estructurar las debidas conclusiones y recomendaciones.

2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.5.1 Técnicas

2.5.1.1 Fichas de Observación

Mediante esta técnica se puede establecer la fluidez del transporte vehicular en la zona central de la ciudad de Riobamba, para lo cual se ha elaborado una Ficha de Campo en la que consta el día, el horario, tipo de vehículo, sentido en el recorrido; norte, sur, este, oeste.

Para aplicar la ficha se ha conformado un equipo de siete personas para el levantamiento de información en seis días (Lunes, Martes, Miércoles, Jueves, Viernes y Sábado) entre las calles de Norte a Sur desde la Avenida la Prensa hasta la Calle Velasco y de Este a Oeste desde la calle Villarroel a la Calle Orozco, poniendo mayor énfasis al Centro Histórico de la ciudad de Riobamba ya que en este sector existe mayor fluidez vehicular por ende mayores dificultades por la mayor concentración del comercio, instituciones financieras y empresas públicas.

2.5.1.2 Encuesta

Siendo una fuente primaria permite por medio de la elaboración de un cuestionario recolectar información valiosa para desarrollar mediante tendencias la investigación lo más ajustado a una realidad del flujo vehicular en la zona central del Cantón Riobamba.

2.6 Población y muestra

2.6.1 Población.

“El Cantón Riobamba en el 2020 tiene una población aproximada de 264.067 hab. La ciudad de Riobamba en la parte urbana cuenta con 174.509 hab. El 70.01 % de la población se encuentre en la cabecera cantonal y la diferencia divididos en las once parroquias rurales”⁶.

Para efectos del presente estudio de la población se va a establecer una muestra aplicando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{k^2 \times p \times q \times N}{[e^2(N - 1)] + k^2 \times p \times q}$$

2.6.2 Muestra

Determinación de la muestra

$$n = \frac{k^2 \times p \times q \times N}{[e^2(N - 1)] + k^2 \times p \times q}$$

Donde:

n = Número posibles de encuestas

N = Tamaño de la población

p = Proporción de individuos que poseen en la población

q = Proporción de individuos que no poseen esa característica

$$p = 0.5 \qquad q = 0.5 \qquad (\text{factores más seguros})$$

e = Error de la muestra deseado (5%)

k = Nivel de confianza

k	1.15	1.28	1.44	1.65	1.96	2	2.58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	95.5%	99%

⁶ INEC (2020), ecuadorencifras, Proyección de habitantes Cantón Riobamba

Por lo tanto:

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 174949}{[0.05^2(174949 - 1)] + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = \mathbf{383 \text{ encuestas}}$$

Para aplicar las encuestas, una vez que se obtuvo el tamaño de la muestra se lo realizó de una manera aleatoria simple, tomando en cuenta que es un procedimiento de muestreo probabilístico que da a cada elemento de la población la misma probabilidad de ser seleccionado.

Al conocer el momento histórico que se está viviendo en el mundo entero con la presencia de la pandemia COVID -19 no es posible ir a los lugares de los hechos, sin ser la excepción la ciudad de Riobamba, tanto los informantes como los investigadores en precaución de su seguridad, la aplicación de la encuesta se la va a realizar vía Internet colocando el cuestionario para su llenado en redes sociales (Microsoft Forms).

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 Análisis e interpretación de resultados

3.1.1 Encuestas

La aplicación de las encuestas sirvió para identificar la existencia de un problema en lo referente a la movilidad en la parte central de la ciudad, dado que en preguntas como las horas de mayor fluidez vehicular existe un alto porcentaje entre las 07:00 a 09:00 y las 16:00 a 20:00 complicándose de esta manera la circulación tanto de peatones como de vehículos. A continuación, se analiza cada una de las preguntas por separado.

De acuerdo con la aplicación de la fórmula muestral $n = 383$ encuestas

1. ¿En la actualidad vive en la ciudad de Riobamba?

Tabla 2-3. Vive en la ciudad de Riobamba

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Sí	383	100%
No	0	-
Suma total	383	100,00%

Fuente: Levantamiento de información
Realizado por: Baldeón, A. 2021

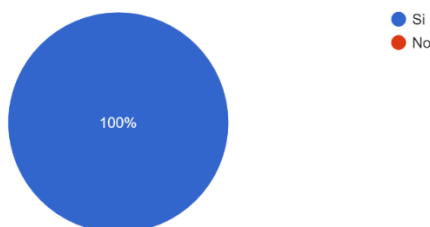


Gráfico 1-3: Vive en la ciudad de Riobamba

Fuente: Levantamiento de información
Realizado por: Baldeón, A. 2021

Análisis:

Como se observa del total de los encuestados un 100% son de la ciudad de Riobamba, facilitando el resto de la encuesta.

2. ¿A qué parroquia pertenece?

Tabla 3-3: Parroquia a la que pertenece

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Lizarzaburu	153	39,95%
Maldonado	92	24,02%
Velasco	56	14,62%
Veloz	82	21,41%
Suma total	383	100,00%

Fuente: Levantamiento de información
Realizado por: Baldeón, A 2021

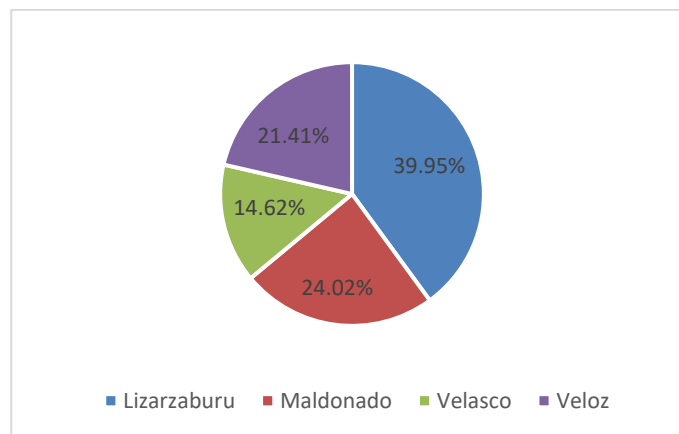


Gráfico 2-3: Parroquia a la que pertenece

Fuente: Levantamiento de información
Realizado por: Baldeón, A. 2021

Análisis:

En esta pregunta se obtiene una información importante para poder comparar con la observación del aforo vehicular, de lo contestado se refleja que la parroquia Lizarzaburu es la más grande ya que tiene un 39,95%, luego está la Maldonado con el 24,02%, con el 21,41% la Veloz y finalmente con el 14,62% la parroquia Velasco.

3. ¿En qué rango de edad se encuentra usted?

Tabla 4-3: Rango de edad en el que se encuentra

Variables	Frecuencia	Porcentaje
18 - 20	30	7,83%
21 – 33	137	35,77%
34 - 46	111	28,98%
47 – 59	86	22,45%
60 – 72	19	4,96%
Suma total	383	100,00%

Fuente: Levantamiento de información
Realizado por: Baldeón, A. 2021

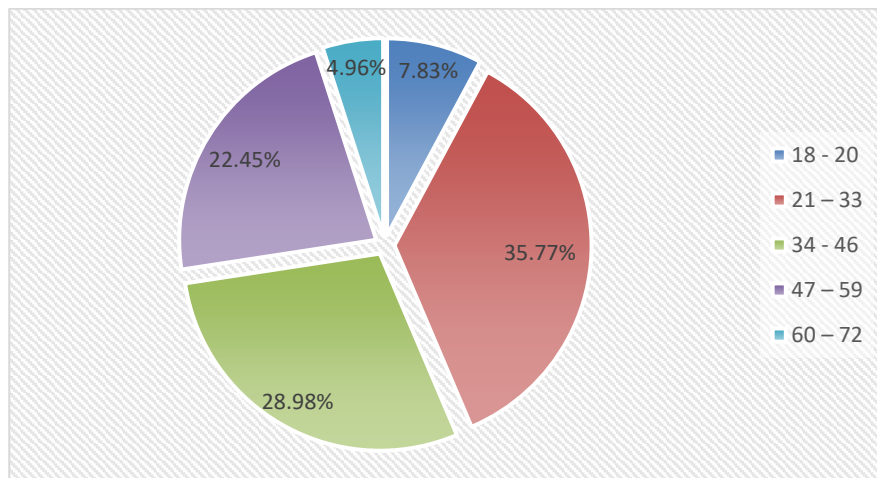


Gráfico 3-3: Rango de edad en el que se encuentra

Fuente: Levantamiento de información
Realizado por: Baldeón, A. 2021

Análisis:

Con esta pregunta se hace referencia a los rangos de edades, de lo cual se tiene el siguiente resultado: el 35,77% de los encuestados son de 21 a 33 años, el 28,98% comprendidos entre 34 a 46 años, para dejar a los que tienen entre 47 a 59 con un 22,45%.

4. ¿Sus ingresos promedio son? Entre: (USD)

Tabla 5-3: Ingresos de la población

Variable	Frecuencia	Porcentaje
0 - 200	67	17,49%
201 - 400	59	15,40%
401 - 600	56	14,62%
601 - 800	54	14,10%
801 - 1000	57	14,88%
1001 - 1200	31	8,09%
1201 - 1400	25	6,53%
Más de 1400	34	8,88%
Suma total	383	100,00%

Fuente: Levantamiento de información
Realizado por: Baldeón, A. 2021

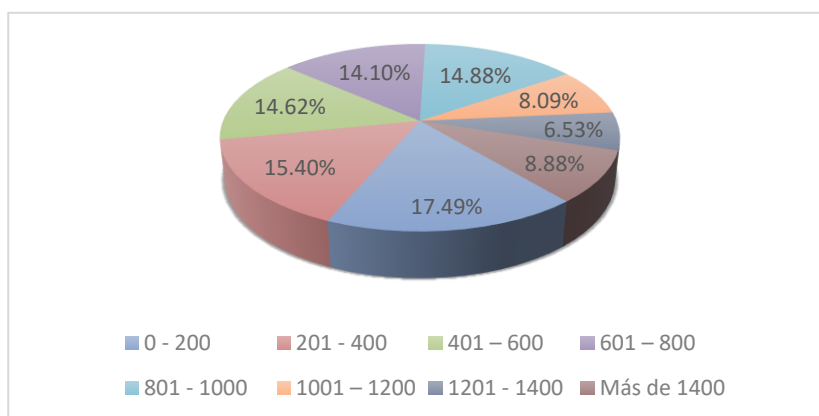


Gráfico 4-3: Ingresos de la población

Fuente: Levantamiento de información
Realizado por: Baldeón, A. 2021

Análisis:

Como se observa en los rangos de ingresos se tiene que el 17,49% de los encuestados perciben una remuneración que va de 0 a 200 USD, con el 15,40% las personas que tienen ingresos de 201 a 400 USD así mismo las personas que reciben ingresos de 401 a 600 USD bordean el 14,62%, para los que tienen ingresos desde 601 a 800 el 14,10%, a los encuestados que tienen ingresos desde 801 a 1000 USD y a los de más de 1400 USD están dentro del rango del 14,88% y 8,88% respectivamente.

Con esto se ve que existe un alto porcentaje de las personas encuestadas que bordean un promedio equivalente al básico unificado.

5. ¿Qué tipo de transporte ha utilizado para su movilización en los últimos tres meses?

Tabla 6-3: Tipo de transporte a utilizar

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Bus	47	12,27%
Propio	199	51,96%
Taxi	37	9,66%
Moto	13	3,39%
Bicicleta	4	1,04%
Otro	83	21,38%
Suma total	383	100,00%

Fuente: Levantamiento de información
Realizado por: Baldeón, A. 2021

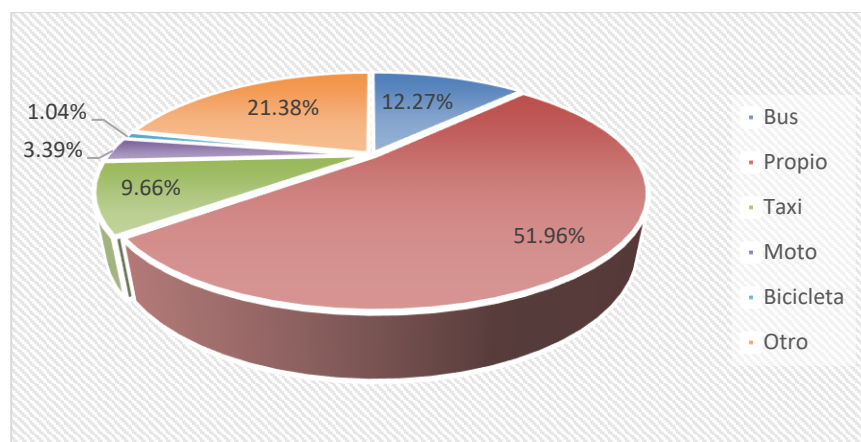


Gráfico 5-3: Tipo de transporte a utilizar

Fuente: Levantamiento de información
Realizado por: Baldeón, A. 2021

Análisis:

En esta pregunta los encuestados el 51,96% aseveran que utilizan vehículo propio, el 12,27% utilizan bus y el 9,667% taxi, existen encuestado con un menor porcentaje como por ejemplo las personas que se movilizan en moto bordea el 3,39%, en bicicleta el 1,04%; En esa pregunta del total de número de encuestado escogieron varias opciones.

Para la presente investigación los que más nos interesan son los que se movilizan en un carro propio, en bus, taxi y en una motocicleta por la naturaleza misma de la investigación.

6. ¿Qué tipo de actividad realiza en el centro de la ciudad?

Tabla 7-3: Actividad que realiza en el centro de la ciudad

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Laboral	169	44,13%
Asuntos privados	86	22,45%
Pago de servicios	47	12,27%
Otro	81	21,14%
Suma total	383	100,00%

Fuente: Levantamiento de información
Realizado por: Baldeón, A. 2021

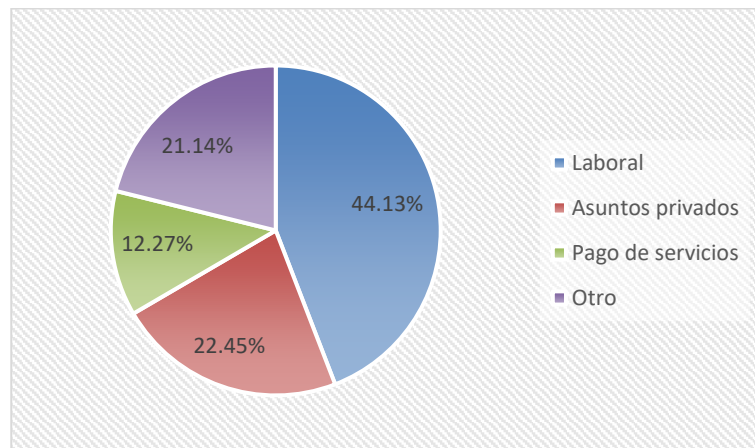


Gráfico 6-3: Actividad que realiza en el centro de la ciudad

Fuente: Levantamiento de información
Realizado por: Baldeón, A. 2021

Análisis:

Para revisar el tipo de actividad que realiza se tiene que el 44,13% de los encuestados realizan actividades laborales, dejando un 22,45% por asuntos privados y el 12,27% a movilizarse por cumplir con sus servicios básicos. También en esta pregunta los encuestados escogen no solamente una opción por la naturaleza de las actividades que realiza.

7. ¿A qué horas ha observado que existe mayor tráfico vehicular en Riobamba?

Tabla 8-3: Horas en las que existe mayor tráfico vehicular

<i>Variable</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
07:00-09:00	102	27%
12:00 -14:00	97	25%
15:00-17:00	100	26%
18:00- 20:00	84	22%
Suma total	383	100,00%

Fuente: Levantamiento de información
Realizado por: Baldeón, A. 2021

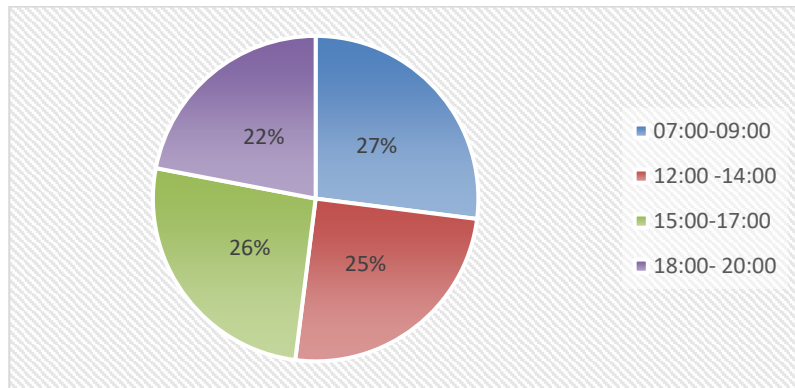


Gráfico 7-3: Horas en las que existe mayor tráfico vehicular

Fuente: Levantamiento de información
Realizado por: Baldeón, A. 2021

Análisis:

Esta pregunta es clave para la investigación por cuanto al hacer referencia de la hora de máxima demanda vehicular se observa que de 07:00 a 09:00 de la mañana es la de mayor circulación en la zona central de la ciudad con un 27%, siendo estas horas donde empiezan las personas a movilizarse para realizar sus actividades personales o laborales; de 12:00 a 14:00 horas también se muestra la aglomeración de vehículos con el 25%, debido a que las personas salen al almuerzo ya sea retornando a su hogar o en su defecto almorzar en el centro de la ciudad; así mismo un 26% de 15:00 a 17:00 horas cumpliendo ya con el retorno a sus hogares o a realizar otras actividades; y finalmente con el 22% de las 18:00 a 20:00 horas.

8. ¿Qué dificultades tiene al movilizarse por el centro histórico de la ciudad?

Tabla 9-3: Dificultades que tiene al movilizarse por el centro histórico

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Estacionamiento	189	49,35%
Congestión peatonal	17	4,44%
Congestión vehicular	166	43,34%
Ninguna	11	2,87%
Suma total	383	100.00%

Fuente: Levantamiento de información
Realizado por: Baldeón, A. 2021

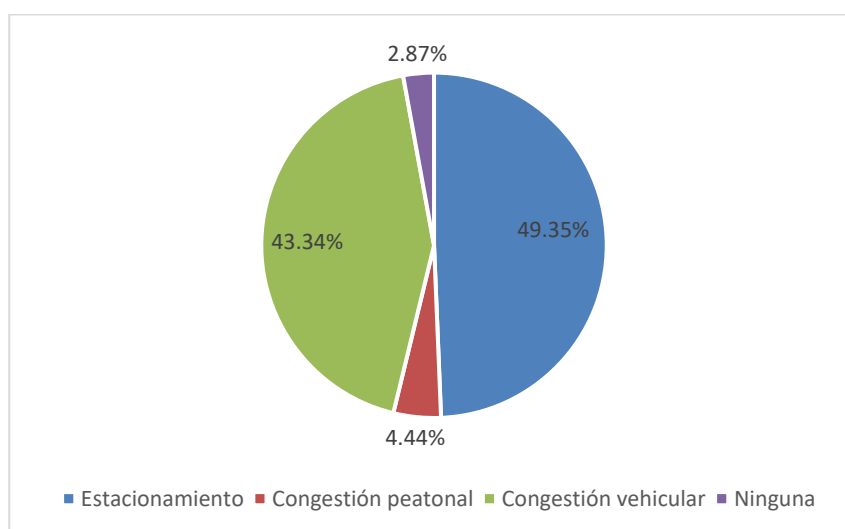


Gráfico 8-3: Dificultades que tiene al movilizarse por el centro histórico

Fuente: Levantamiento de información
Realizado por: Baldeón, A. 2021

Análisis:

Con respecto a esta pregunta a las claras corrobora las respuestas obtenidas con la pregunta anterior por que la mayor parte de los problemas de movilidad se encuentra en la falta de sitios para estacionamiento vehicular que para este caso manifiestan el 49,35% de los encuestados y para el 43,34% que este problema se da por la congestión vehicular en horas pico, las cuales se puede observar en los porcentajes de la pregunta anterior.

9. ¿Con qué frecuencia utiliza su vehículo para movilizarse?

Tabla 10-3: Frecuencia que utiliza para movilizarse

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Diario	242	63,19%
Pasando un día	45	11,75%
Cada dos días	25	6,53%
Cada cuatro días	25	6,53%
Pasado más de cuatro días	46	12,01%
Suma total	383	100,00%

Fuente: Levantamiento de información
Realizado por: Baldeón, A 2021

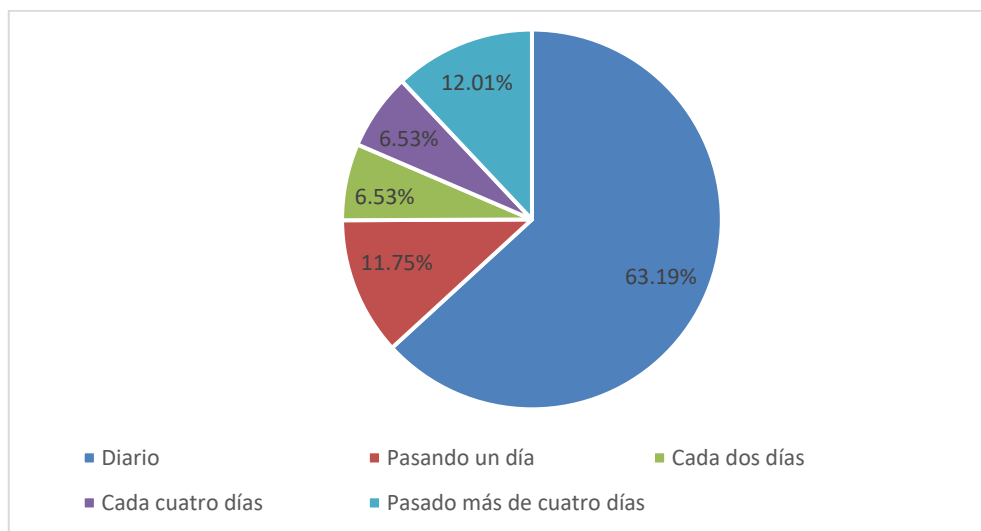


Gráfico 9-3: Frecuencia que utiliza para movilizarse

Fuente: Levantamiento de información
Realizado por: Baldeón, A. 2021

Análisis:

De la encuesta realizada se desprende que el 63,19% de los encuestados manifiestan que la frecuencia que se movilizan a la zona central de la ciudad es a diario, dejando el 11,75% de movilización pasando un día y el 12,01% pasando más de cuatro días. Entre dos hasta cuatro días se tiene al 13,06%.

10. ¿Cuánto tiempo se toma usted desde su casa para llegar al centro de la ciudad? (minutos)

Tabla 11-3: Tiempo que se demora desde su casa para llegar al centro de la ciudad

Variable	Frecuencia	Porcentaje
5 – 10	128	33,42%
15 -30	205	53,52%
30 – 60	50	13,05%
Mas de 60	0	-
Suma total	383	100.00%

Fuente: Levantamiento de información
Realizado por: Baldeón, A. 2021

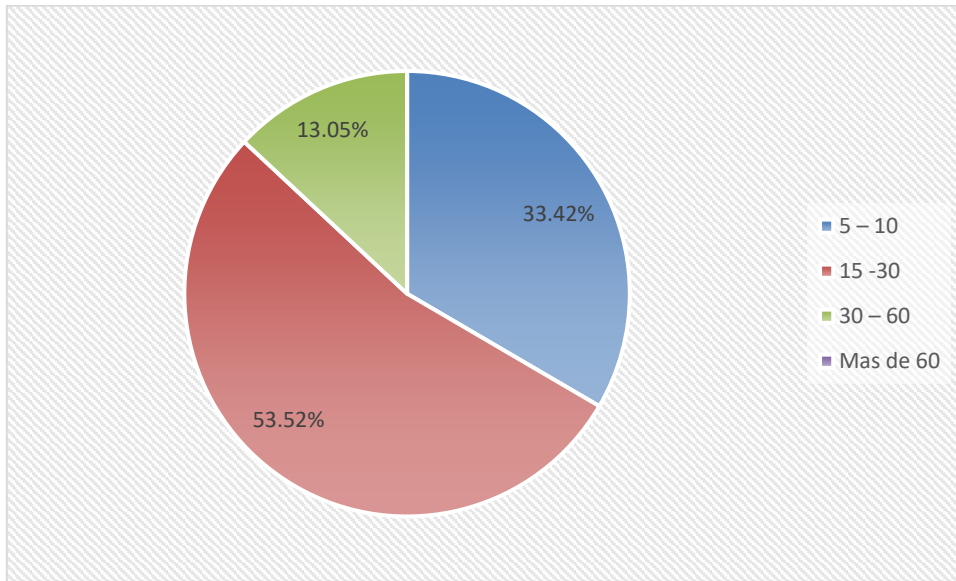


Gráfico 10-3: Tiempo que se demora desde su casa para llegar al centro de la ciudad

Fuente: Levantamiento de información
Realizado por: Baldeón, A. 2021

Análisis:

Al analizar los resultados de esta pregunta por la característica de la ciudad, su relieve y extensión el 53,52% de los encuestados manifiestan que su demora para llegar a la zona centro de la ciudad es de 15 a 30 minutos, el 33,42% de 5 a 10 minutos y finalmente un porcentaje muy bajo del 13,05% de 30 a 60 minutos.

3.2 Fichas de observación

Al aplicar la técnica de observación directa se pudo llegar a determinar la hora de máxima demanda vehicular, esta se la realizó en los siguientes horarios: en la mañana desde las 06:30 a 10:30; de 12:00 a 14:00; y en la tarde de 16:00 a 18:30 cada 15 minutos cuantificando y en seis días consecutivos (de lunes a sábado), de acuerdo a la tipología del vehículo y con énfasis en el centro histórico de la ciudad de Riobamba ya que en este sector existe mayor fluidez vehicular, por ende mayores dificultades por la concentración del comercio, instituciones financieras y empresas públicas y privadas.

A continuación, se muestra los resultados obtenidos tanto en horarios de conteo, por tipología de vehículo, distribución por parroquia y por tipo de vehículo.

3.2.1 Análisis de resultados

Tabla 12-3: Horarios y días de conteo

HORARIO DE CONTEO		DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	TOTAL	%
06:30	10:30	3.250	3.004	2.989	2.621	4.102	8.855	24.821	42%
12:00	14:00	2.134	1.531	2.453	2.621	3.709	2.621	15.069	25%
16:00	18:30	2.876	2.367	3.454	3.123	4.733	3.123	19.676	33%
TOTAL		8.260	6.902	8.896	8.365	12.544	14.599	59.566	100,00%

Fuente: Conteo de Aforo Vehicular en la Zona Central de Riobamba

Realizado por: Baldeón, A 2021

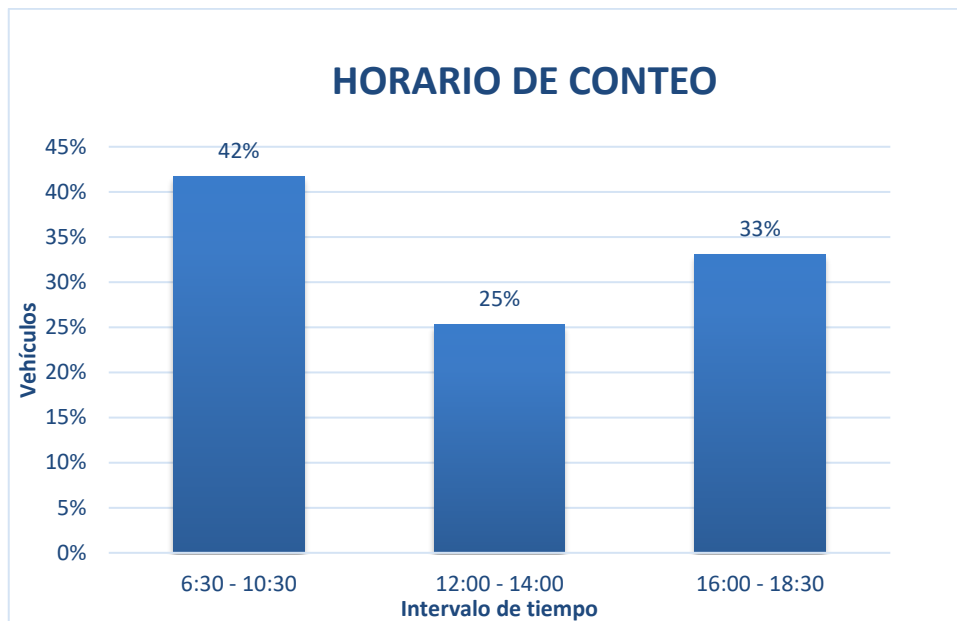


Gráfico 11-3: Horarios y Conteo Vehicular

Fuente: Tabla No 11

Realizado por: Baldeón, A 2021

Análisis:

Como se observa en el cuadro el mayor aforo de vehículos se da en el horario de las 06:30 a las 10:30 con el 42% probablemente porque las personas acuden a realizar las actividades personales o laborales, con un 33% muy significativo también de 16:00 a 18h:30 se observa un porcentaje importante ya que es la hora de retorno a casa luego de una jornada diaria de diferentes actividades y finalmente en el horario de 12:00 a 14:00 con el 25%.

De lo expuesto se puede resaltar lo siguiente: que en la ciudad de Riobamba exclusivamente en la Zona Central se está generando dos polos significativos uno en la mañana y el otro por la tarde y por la tarde donde se genera la mayor congestión vehicular.

Tabla 13-3: Cuento por tipología de vehículo

DÍAS	TIPO DE VEHÍCULO				
	LIVIANO	PESADO	BUS	MOTOCICLETA	
DÍA 1	7.434	165	578	83	
DÍA 2	6.488	21	345	48	
DÍA 3	8.184	44	623	44	
DÍA 4	5.587	43	289	230	
DÍA 5	10.229	600	762	953	
DÍA 6	12.848	254	722	675	
TOT, POR TIPO	50.770	1.127	3.319	2.033	57.250
TOT, POR %	88,7%	2,0%	5,8%	3,6%	100,00%

Fuente: Levantamiento de información en la Zona Central de Riobamba

Realizado por: Baldeón, A. 2021

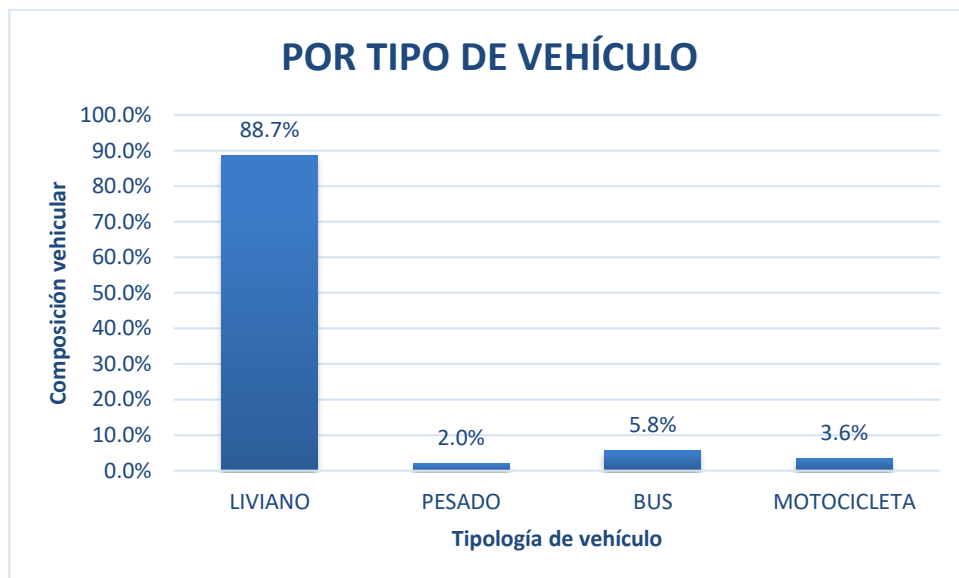


Gráfico 12-3: Tipo de vehículo

Fuente: Tabla No 12

Realizado por: Baldeón, A 2021

Análisis:

Al observar la tabla luego de haber hecho el levantamiento del conteo vehicular se observa que el 88,7% corresponden a vehículos livianos; el 5,8% a buses y con porcentaje menor se tiene a las motocicletas 3,6% pesados con el 2,0%. De lo expuesto se aprecia que el parque automotor de vehículos livianos es el más alto.

Tabla 14-3: Distribución por parroquias

PARROQUIA	LIVIANO	PESADO	BUS	MOTOCICLETA	TOTAL	%
LIZARZABUBU	16.261	301	1.142	288	17.992	31%
VELASCO	11.104	149	642	374	12.269	21%
VELOZ	14.358	464	1.023	572	16.417	29%
MALDONADO	9.047	213	512	799	10.571	18%
TOTAL	50.770	1.127	3.319	2.033	57.249	100,00%

Fuente: Levantamiento de información en la Zona Central de Riobamba
Realizado por: Baldeón, A. 2021

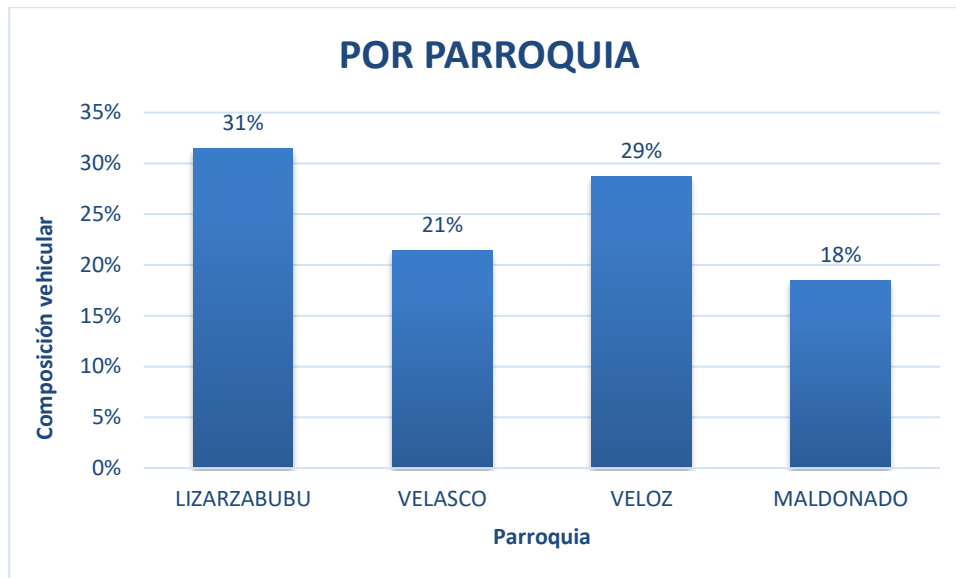


Gráfico 13-3: Distribución por parroquias

Fuente: Tabla No 13
Realizado por: Baldeón, A. 2021

Análisis:

En lo concerniente a la distribución por parroquias, se tiene que la Lizarzaburu es la más alta con el 31%: la parroquia Veloz tiene el 29% convirtiéndose estas dos parroquias las más representativas dentro del aforo vehicular finalmente para dejar a la Velasco con el 21% y la parroquia Maldonado con el 18%

Tabla 15-3: Distribución por tipo de vehículo

DÍAS	TIPO DE VEHÍCULO							
	LIVIANO	%	PESADO	%	BUS	%	MOTOCICLETA	%
DÍA 1	7.434	15%	165	15%	578	17%	83	4%
DÍA 2	6.488	13%	21	2%	345	10%	48	3%
DÍA 3	8.184	16%	44	4%	623	19%	44	2%
DÍA 4	5.587	11%	43	4%	289	9%	230	12%
DÍA 5	10.229	20%	600	53%	762	23%	572	40%
DÍA 6	12.848	25%	254	23%	722	22%	799	38%
TOTAL	50.770	100,00%	1.127	100,00%	3.319	100,00%	1.776	100,00%

Fuente: Levantamiento de información en la Zona Central de Riobamba

Realizado por: Baldeón, A. 2021

Vehículos Livianos

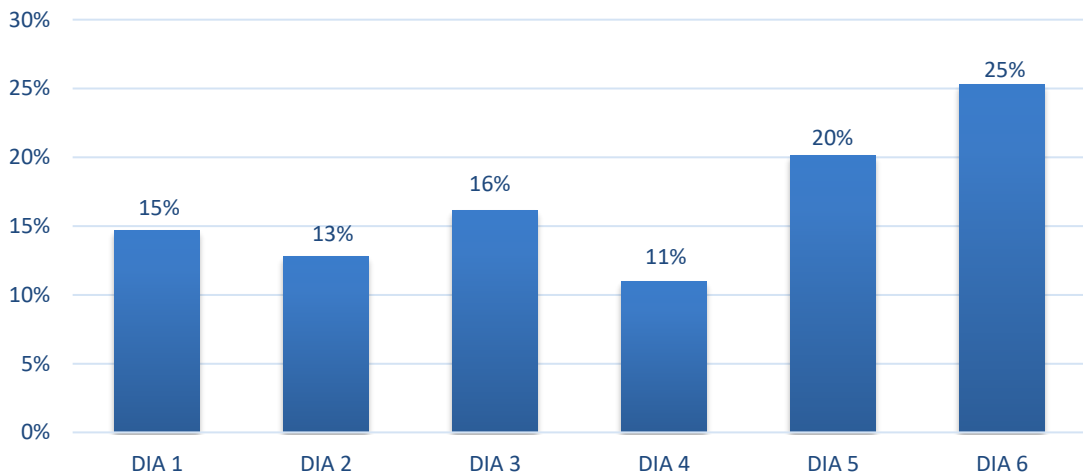


Gráfico 14-3: Distribución - Vehículos Livianos

Fuente: Tabla No 14

Realizado por: Baldeón, A. 2021

Análisis:

Al interpretar estos resultados a las claras se observa que en general existe mayor fluidez de vehículos livianos ya se tiene un total en los seis días de 50.770 vehículos livianos que transitan por la Zona Central de Riobamba por consiguiente se tiene estos porcentajes: El 15% el primer día; El día dos baja dos puntos colocándose en 13%; para que el día tres haya una incremento de afluencia para colocarse en el 16%; el cuarto día se tiene el 11% y para dejar a los días más altos el cinco y el seis por cuanto el conteo vehicular se lo hizo en zonas de mayor circulación vehicular es así que se tiene el 20 y el 25% respectivamente.

Vehículos Pesados

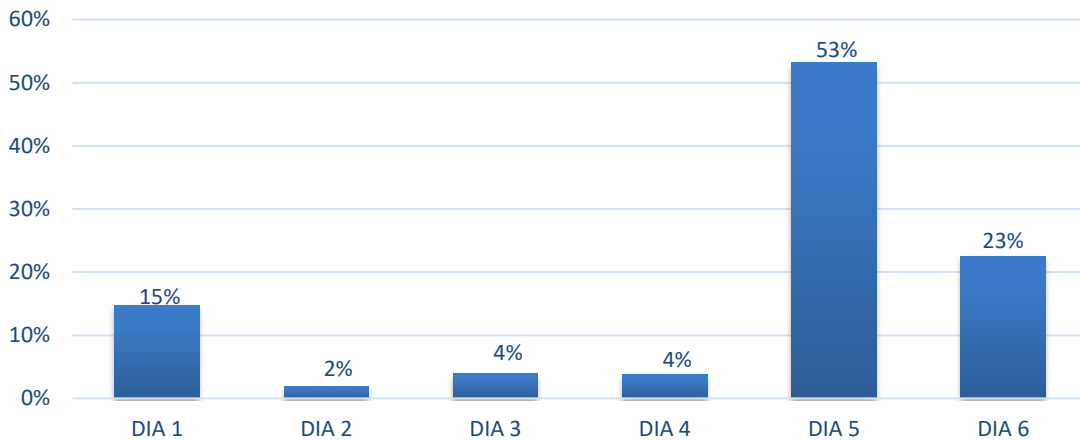


Gráfico 15-3: Distribución - Vehículos Pesados

Fuente: Tabla No 14

Realizado por: Baldeón, A. 2021

Análisis:

Se nota muy claramente que el día cinco existe un 53% ya que el levantamiento de la información del aforo vehicular se lo realizó en la parroquia Lizarzaburu obviamente dentro de los límites que se expone anteriormente o sea las calles Av. La Prensa hasta la calle Juna de Velasco y desde la Veloz hasta la Calle Juan Montalvo. Posteriormente se tiene el 23% el día seis: para dejar porcentajes menores de los días dos, tres y cuatro entre el 2 y el 4%.

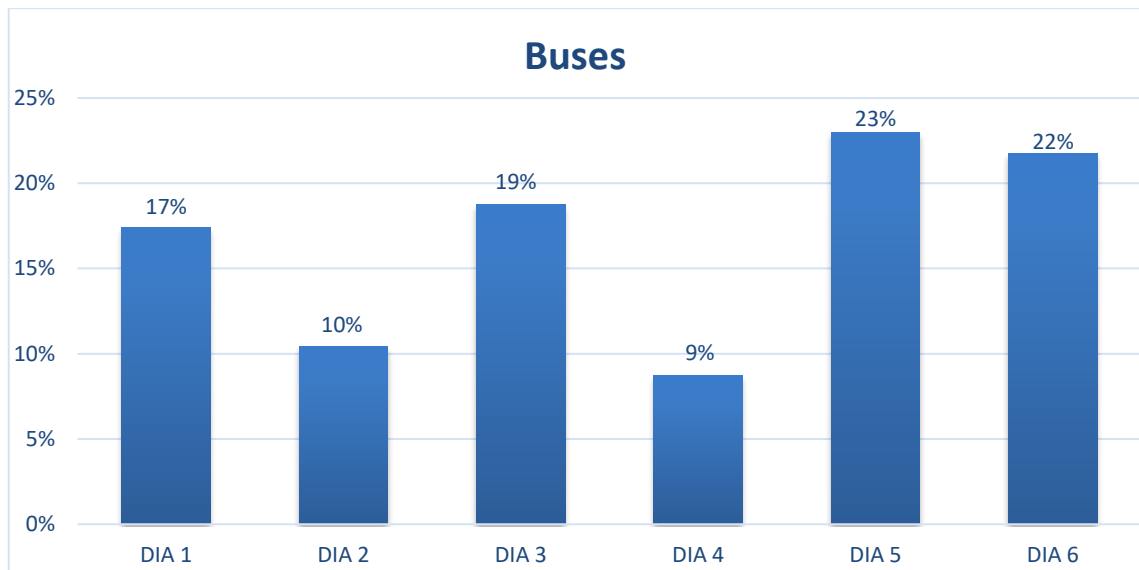


Gráfico 16-3: Distribución - Buses

Fuente: Tabla No 14

Realizado por: Adriana Baldeón

Análisis:

Para el día uno la afluencia de los buses representa el 17%, siendo los días más altos de circulación el cinco con el 23%, el seis con el 22% y el tres con el 19%; dejando al día uno y dos con el 17 y 10% respectivamente.

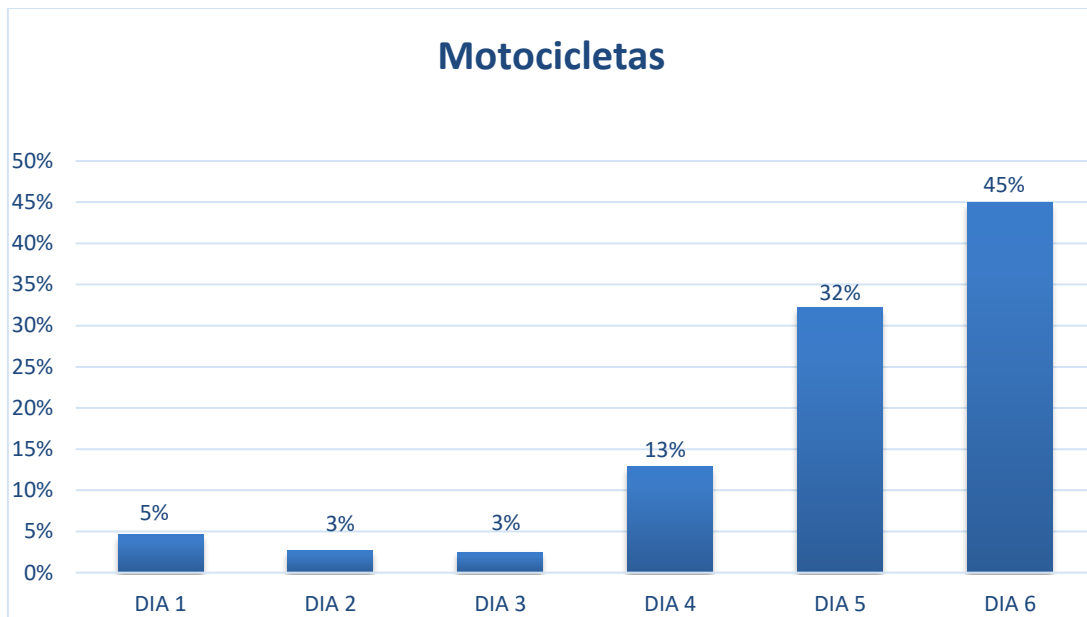


Gráfico 17-3: Distribución - Motocicletas

Fuente: Tabla No 14

Realizado por: Baldeón, A. 2021

Análisis:

El comportamiento que se observa en el levantamiento de la información presenta porcentajes altos de circulación en los días seis con el 45% y el cinco el 32%; en cambio el día cuatro el 13%, para dejar porcentaje mínimos en los días uno, dos y tres con porcentajes del 5%, 3%, y el 3%; Cabe mencionar que el universo más alto de motocicletas en el presente estudio está en 218 motocicletas en los cuatro días lo cual no es tan representativa con respecto a los otros medios de movilidad.

3.3 Discusión de resultados

Luego de haber aplicado la técnica de observación del aforo vehicular y la aplicación de la encuesta se puede establecer puntos básicos los cuales sirvan para que la investigación se ajuste más a la realidad de la zona céntrica de la ciudad de Riobamba, por cuanto cada una de las aplicaciones realizadas sirva para obtener coincidencia de ser el caso y poder aplicar el modelo matemático adecuado.

Si bien es cierto que al momento de aplicar el modelo de Mínimos Cuadrados es con tendencia a una recta siendo esta lineal de una demanda, para la presente investigación la proyección del tipo de vehículo que se usa, tiempo de movilización, rangos por edades, etc. Va a efectuarse para proyecciones futuras, las mismas que servirán para la toma de decisiones.

Por otra parte, al momento de realizar en el sitio una observación directa ayudada por fichas de levantamiento de información se logra obtener resultados más fidedignos por cuanto es en tiempo presente. Además, es verdad que para obtener la información más amplia se necesitaría de mayor tiempo por efectos mismos del escenario que se está viviendo se ha cogido una muestra representativa tanto para la aplicación de la encuesta y para el levantamiento del aforo vehicular.

Conservando ya los resultados obtenidos tanto en el aforo vehicular y en la aplicación de la encuesta existe dos puntos básicos a citar.

1. En el levantamiento del aforo vehicular los momentos de mayor congestión vehicular se da de 6:30 a 10:30 de la mañana y de 16:00 a 18:30; En cambio en los resultados de la aplicación de la encuesta se tiene que el mayor tiempo de congestión vehicular es de 07:00 a 09:00 de la mañana y de 12:00 a 14:00 horas existiendo coincidencia en las primeras horas de la mañana.

2. Lo que concierne a como se movilizan las personas en la ciudad de Riobamba también existe una contrastación de la información obtenida ya que tanto en el aforo vehicular y en la aplicación de la encuesta se llega a que el mayor porcentaje de utilización para movilizarse es el vehículo liviano. Así se tiene que en el aforo el mayor porcentaje de utilización de vehículos livianos sobrepasa el 80%; en cambio lo contestado por los encuestados bordea el 64% contrastando así la información obtenida.

3.4 Propuesta

3.4.1 *Título de la propuesta*

Propuesta de un Modelo Matemático para la predicción de flujo vehicular en áreas Urbanas caso: Zona Central del Cantón Riobamba.

3.4.2 *Objetivos*

3.4.2.1 *Objetivo General*

Elaborar una propuesta para la predicción del flujo vehicular en áreas urbanas caso: zona central del Cantón Riobamba, mediante la aplicación de un modelo matemático.

3.4.2.2 *Objetivos Específicos*

- Determinar la realidad social y urbana de la zona céntrica de la ciudad de Riobamba.
- Establecer el flujo y volúmenes de tráfico de acuerdo con horarios tomados y previamente establecidos mediante la aplicación del modelo matemático.
- Situar lugares de alta congestión vehicular en diferentes horas del día.
- Validar los resultados obtenidos mediante la discusión de los resultados resaltando los lugares más conflictivos de la zona central de la ciudad.

3.4.3 *Introducción*

A nivel mundial especialmente en países latinoamericanos existe un común denominador sobre la movilidad en el casco urbano, por muchos factores siendo estos el incremento progresivo del número de habitantes confrontando con el crecimiento del parque automotor.

En la ciudad de Riobamba existe problemas arraigados en el ámbito del tránsito y transporte por lo cual se ha venido implementando el concurso de alternativas técnicas con el objetivo de prevenir situaciones caóticas; en estos últimos años se ha producido importantes modificaciones en los patrones de movilidad los mismos que se han ido sincronizando de acuerdo con las necesidades, pero no han sido suficientes lo cual ha generado aspectos negativos alterando el entorno ambiental inclusive.

Al topar temas de movilidad trae consigo colateralmente el andamiaje económico de una un país o región, la ciudad de Riobamba no pasa a ser la excepción, tomando en consideración crisis económicas generalizadas a nivel país, exponiendo esto es importante y primordial observar a la movilidad como un bien social el mismo que pase a ser sustentable en el tiempo.

La movilidad urbana y un sistema de trasportación a nivel particular y público en Riobamba conlleva a coordinar distintos escenarios como el ambiental y el técnico, teniendo clara la visión

de que los actores sean los protagonistas y parte de la solución que contribuirá la transportación del servicio público y pesado de la ciudad.

Un sistema de transporte de calidad para la ciudad de Riobamba implica coordinar e integrar sus distintos medios y modos de transporte para que se complementen y optimicen con una transportación óptima y de calidad.

¿Qué trae consigo esto la necesidad de racionalización de la red de transporte? jerarquizar vías, revisión de recorridos, tecnologías usadas, características de la flota y políticas territoriales acordadas; esta revisión deberá ser permanente dado el dinamismo con que estos cambios se producen, más allá de la importancia de estas acciones el transporte público de pasajeros y transportes de cargas debe haber coherencia en planes proyectados aplicables al diario vivir del Cantón Riobamba a fin de promover mejoras que se reflejen en la seguridad.

En estos momentos viene la reflexión a la mente que la movilidad urbana debe considerarse en términos sociales y de sustentabilidad ambiental, por lo tanto, las inversiones que se pueda hacer en infraestructura deben estar orientadas a priorizar el bien común donde se puedan convivir peatones y transporte.

Todo proceso amerita tiempo para ver resultados y ventajas a mediano o largo plazo, para alcanzar el cambio se debe considerar el desarrollo de acciones que consoliden, modifiquen o suspendan la situación de dificultad actual incorporando variables y actores que permitan atender las nuevas demandas.

Con la aplicación de un Modelo Matemático adecuado que sirva para pronosticar el incremento vehicular, aprovechar las oportunidades encontradas y contribuir con la vida urbana en un ambiente amigable, con lo cual se contribuirá a un gran objetivo el cual sería el ordenar ergonómicamente la movilidad en el Cantón Riobamba.

3.4.4 *Diagnóstico situacional*

3.4.4.1 *División Geográfica y política*

El Cantón Riobamba esa ubicada en la provincia de Chimborazo, constituyen sin duda la principal ventaja competitiva del territorio, pues al ubicarse en el centro del país su presencia es estratégica para favorecer el relacionamiento con todas las regiones y principales ciudades del país. La provincia se convierte en la zona de conexión entre Costa y Amazonia a través de las vías de acceso y a través de la dinámica comercial y de convivencia que se ha desarrollado durante

décadas y que ha contribuido a construir la diversidad en la identidad de las diferentes ciudades y regiones.

El Cantón Riobamba está situado a 2.754 metros sobre el nivel del mar, a 1o 41´ 46” latitud Sur; 0o 3´ 36” longitud Occidental del meridiano de Quito. Se encuentra a 175 km. al sur de la ciudad de Quito, en la región Sierra Central y es la capital de la Provincia de Chimborazo.

El Cantón Riobamba limita la norte con los Cantones de Guano y Peine, al sur con los Cantones de Colta y Guamote, al este con el Cantón Chambo y al oeste con la Provincia de Bolívar.

El Cantón Riobamba ocupa una superficie de 979,70 km², está constituido por cinco parroquias urbanas: Maldonado, Veloz, Lizarzaburu, Velasco y Yaruquíes; y de once parroquias rurales: San Juan, Licto, Calpi, Quimiag, Cacha, Flores, Punín, Cubijíes, San Luis, Pungalá y Licán.

3.4.4.2 Mapa de la cabecera cantonal



Figura 2-3: Mapa de la cabecera cantonal

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020 - 2030

3.4.4.3 Límites

Norte: Cantones de Guano y Peine Sur: Cantones de Colta y Guamote Este: Cantón Chambo
Oeste: Provincia de Bolívar.

3.4.4.4 Límites del Cantón Riobamba

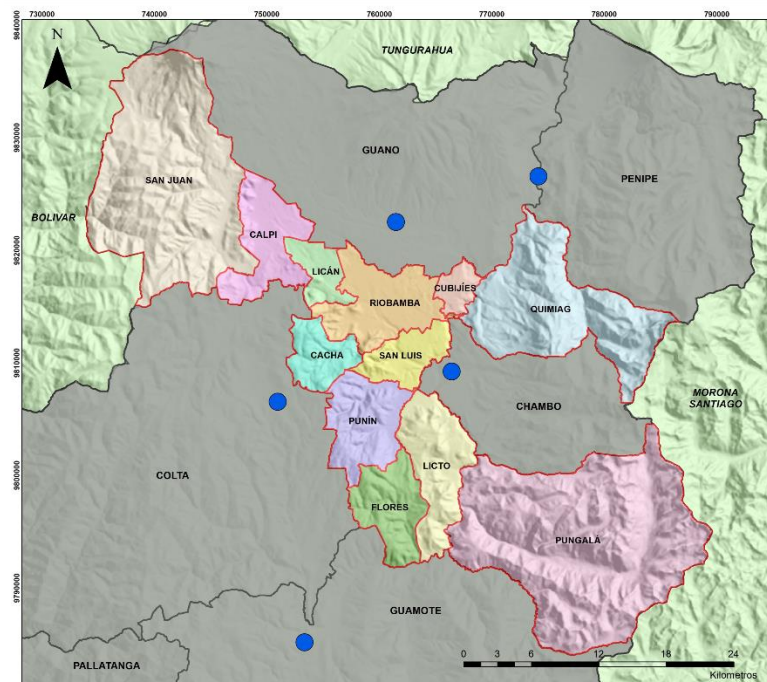


Figura 3-3: Límites del Cantón Riobamba
Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020 – 2030



Figura 4-3: Límites del Cantón Riobamba
Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020 - 2030

3.4.5 El parque automotor en el Cantón Riobamba

3.4.5.1 Tránsito

3.4.5.2 Tasa de crecimiento

De acuerdo con el censo poblacional del INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) 2010 la tasa de crecimiento del Cantón Riobamba bordea un porcentaje de 1.78%, además de que de acuerdo con la ANT (Agencia Nacional de Tránsito) existe un incremento concomitante al crecimiento del parque automotor está en el 41% en alza.

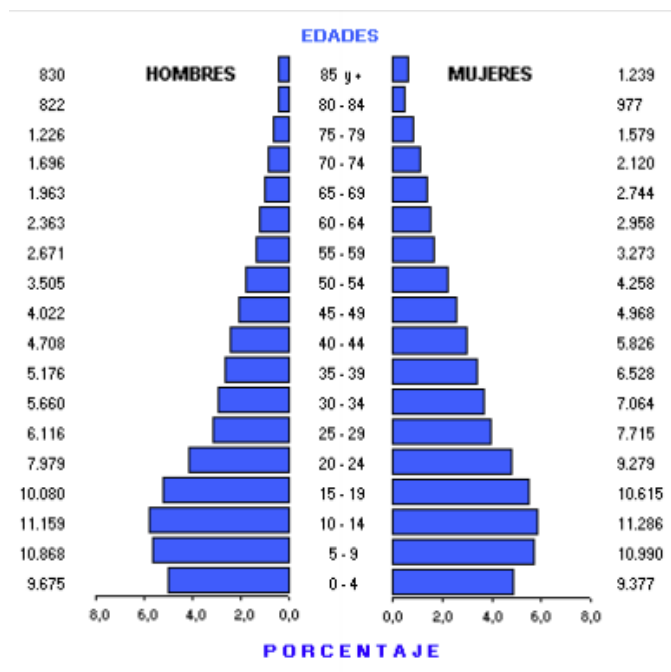


Figura 5-3: Tasa de crecimiento

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020 – 2030

Al observar el gráfico evidencia la tasa de crecimiento, además el del incremento o disminución promedio de la población presumiblemente se deba al movimiento migratorio en el que ha estado inmerso el Cantón, también se debe adicionar la cantidad de nacimientos y fallecimientos. Cabe indicar que cada una de esas variables va a incidir directa o indirectamente en las actividades de tránsito, esparcimiento, seguridad pública, etc.

Colateralmente es menester indicar que la tasa de crecimiento del parque automotor en el Cantón Riobamba es de 41,67% según la ANT (Agencia Nacional de Tránsito) consecuentemente a lo expuesto el parque automotor con la aplicación de la fórmula de proyección para el 2020 se tiene que en el Cantón Riobamba habrá 175.248 vehículos aproximadamente, los mismos que están generando congestión vehicular en diferentes horarios en especial en las horas pico que se generan por lo general en la mañana y parte de la tarde y noche.

3.4.5.3 Parque automotor

Es importante mencionar que el incremento que se ha dado del parque automotor el cual supera los 68.074 vehículos para el año 2018, de hecho, va influenciar y contribuir a la generación de inconvenientes por cuanto en la ciudad existe aglomeración de vehículos empantanando así en momentos en especial en las horas pico que generalmente es por la mañana y ya al finalizar las jornadas laborables adicionando a esto la falta de cultura ciudadana que en muchos casos existe el desconocimiento de educación vial es muy visible, con todo lo que acontece van apareciendo

interrogantes y problemas siendo el más complejo la generación de accidentes de tránsito consecuentemente la muerte de personas en muchos casos. (El comercio, 2018).

3.4.6 *Vialidad*

3.4.6.1 *Red vial urbana en el Cantón Riobamba*

Para que exista un desarrollo sustentable dentro de una ciudad se hace necesario que sus vías sean de primera y funcionales, las cuales cumplan con las necesidades básicas de una población.

A continuación, con la información que se presenta la cual muestra la realidad de la red vial urbana en Riobamba.

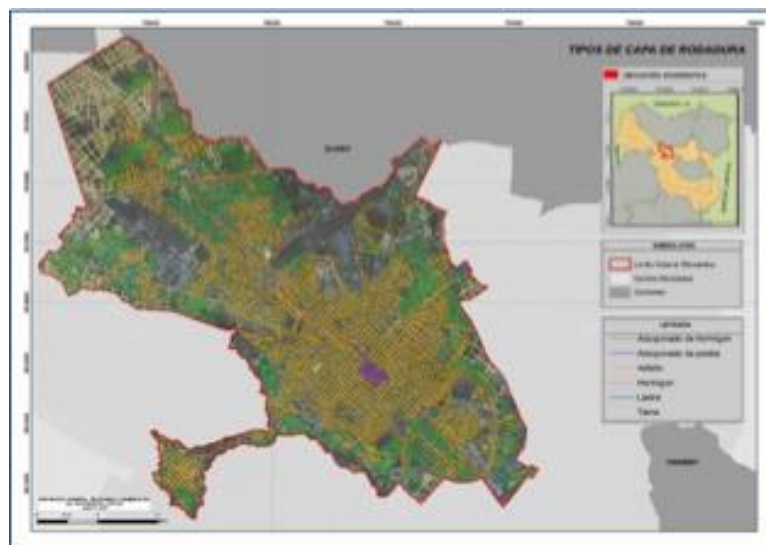


Figura 6-3: Mapa de tipos de capa de rodadura de la red vial urbana

Fuente: Fase I (Levantamiento de Información y Análisis), del Plan de Movilidad del Cantón Riobamba, julio 2019

Cuadro 1-3: Condiciones del estado actual del sistema vial

Capa de rodadura	Estado (km)			Total
	Bueno	Regular	Malo	
Asfalto	3.91	223.83	11.83	239.57
	1.63%	93.43%	4.94%	100.00%
Adoquín de hormigón	3.71	186.4	25.86	215.97
	1.72%	86.31%	11.97%	100.00%
Tierra	0.00	0.00	130.66	130.66
	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%
Hormigón	22.33	0.17	0.11	22.51
	98.76%	0.76%	0.49%	100.00%
Lastre	0.15	4.06	6.88	11.09
	1.35%	36.61%	62.04%	100.00%
Adoquín de Piedra	0.87	5.11	4.7	10.68
	8.15%	47.85%	44.01%	100.00%
Empedrado	0.00	0.00	0.34	0.34
	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%
Total	30.97	419.57	180.38	630.82
	4.89%	66.51%	28.59%	100.00%

Fuente: Fase I (Levantamiento de Información y Análisis), del Plan de Movilidad del Cantón Riobamba, julio 2019

Del cuadro anterior se muestra que el 66.51% de las vías del Cantón Riobamba se encuentra en estado regular, el 28.59% en mal estado y el 4.89% final en buen estado, de lo expuesto anteriormente se deduce a las claras que el sistema vial de Riobamba no está en óptimas condiciones.

3.4.6.2 Estacionamientos

La ANT (2019) en su informe manifiesta que la infraestructura para uso de estacionamiento es deficiente ya que la demanda es superior a la oferta de estacionamiento existente; solamente el SEROT cubre con el 25% del flujo vehicular en lugares y zonas donde han sido delimitadas para su accionar.

3.4.6.3 Señalización

“La señalización horizontal se encuentra en un 69.34% en mal estado, 29.30% en estado regular y 1.36% en buen estado; lo que respecta a la señalización vertical se evidencia que el 64.92% se encuentra en buen estado, 27.23% en estado regular y 7.85% en mal estado.

Es importante señalar que la cobertura de señalización en el Cantón Riobamba es de 76.05 % y con un déficit que bordea el 23.05% en sectores donde se produce un alto índice de accidentes

debido a la falta de este tipo de infraestructura, dando como resultado que la movilidad vehicular no sea la adecuada.

3.4.6.4 *Semaforización*

Si bien es cierto que la ciudad de Riobamba está actuando dentro de las normas establecidas de semaforización preprogramada cubriendo con el 62% de la ciudad, es necesario realizar ciertos ajustes para que se establezca un patrón único para los diferentes tipos de intersecciones. El momento que se llegue a concretar esta aspiración se obtendrá una adecuada coordinación entre intersecciones y se optimizará el flujo de tráfico en los ejes viales existentes además de implementar un sistema inteligente que se adapte a las necesidades y solucionar el aforo excesivo vehicular en algunos sitios y en horas consideradas pico.

3.4.7 *Problemas existentes en el tránsito en la zona central de Riobamba*

El centro histórico de la ciudad de Riobamba se ha convertido en un problema donde se ha generado cuellos de botellas en horas pico lo cual ha creado conflictos en el centro mismo de la ciudad.

A continuación, se detalla las calles de mayor tránsito:

3.4.8 *Flujos vehiculares*

Tabla 16-3: Flujos vehiculares

CALLES PRINCIPALES	CALLES SECUNDARIAS
José de Orozco	Carabobo
José Veloz	Vicente Rocafuerte.
Primera Constituyente	Pichincha
10 de Agosto	García Moreno
Guayaquil	España
Olmedo	Juan Larrea
Villarroel	Cristóbal Colón

El congestionamiento vial en el Centro Histórico

Causas generales:

- Incremento en Riobamba del parque automotor.
- Falta de conocimiento de los ciudadanos sobre temas de educación vial.
- Limitación de vías de desahogo, tomando en consideración el volumen vehicular en la zona céntrica de la ciudad.

- La imposibilidad de utilizar al no haber parqueos disponibles y limitación en áreas de parqueo.

3.4.9 Conflictos en avenidas

Tabla 17-3: Conflictos de avenidas transitadas

AVENIDAS MÁS TRANSITADAS	CONFLICTOS EN INTERSECCIONES
Av. La Prensa	Av. Daniel L. Borja
Calle Veloz	Av. Carlos Zambrano
Av. Daniel L. Borja	Av. Carlos Zambrano
Av. Unidad Nacional	Calle Brasil
Calle Olmedo	García Moreno

3.4.10 Fundamentación científica – técnica

La mayoría de las ciudades del Ecuador han crecido de manera progresiva su parque vehicular por cuanto a influenciado el aumento de los ingresos per cápita, esto ha permitido a la población adquirir un vehículo particular. A su vez, lo que para muchas personas es un símbolo de estatus social, comodidad, confort y clase genera muchas externalidades negativas, ya que existe incremento del consumo de combustibles fósiles, mayores niveles de contaminación atmosférica, mayor congestión en vías y obviamente mayor índice de accidentes, así como una mayor infraestructura pensada en el automóvil.

De seguir estas tendencias, muy pronto se llegará a casos en donde sea prácticamente imposible movilizarnos dentro de las ciudades.

En tal virtud, más que prohibir el uso del vehículo particular, se busque medidas para organizar el uso y aplicar el instrumento específico de estacionamiento para generar cambios positivos en estas tendencias negativas. Con una necesidad de espacios para estacionar el vehículo en la vía pública que se acentúa de manera especial en el centro de la ciudad de Riobamba, especial por zonas comerciales, gestión y oferta concentrada de fuentes de trabajo, lo cual, en ciudades pequeñas y medianas, generalmente se ubican en las zonas centrales, tal como sucede en la ciudad.

Dicha demanda se traduce de manera concurrente en una presión que generalmente desborda la oferta disponible en el viario urbano con la consecuente generación de problemas que afectan el tráfico y la calidad del espacio público, siendo necesario para mejorar dichas condiciones, aplicar regulaciones que no siempre alcanzan la eficiencia deseable.

3.4.11 *Gestión de la demanda*

Se considera un instrumento o herramienta la cual permite direccionar los objetivos que tienen por delante el desarrollo urbano y permite darle control al manejo de la demanda hacia el lugar que se desee. El tema de la Gestión de la Demanda del Transporte es relativamente nuevo para las ciudades y sus gobernantes. La gestión de la demanda tiene como principal objetivo tratar de solucionar los crecientes problemas de la congestión y los asociados a ella, pero no a través de una mayor oferta vial, sino a través de la administración eficiente de los viajes, así como la de los modos de transporte disponibles en la ciudad. El conjunto de estrategias encaminadas a cambiar el comportamiento de viaje de las personas (cómo, cuándo y dónde viaja la gente) con el fin de aumentar la eficiencia de los sistemas de transporte y lograr objetivos específicos de política pública encaminados al desarrollo sostenible.

Las estrategias de gestión de la movilidad priorizan el movimiento de personas y bienes por encima de vehículos, es decir, a modos eficientes de transporte, como caminar, usar la bicicleta, transporte público, trabajar desde casa, compartir el automóvil, etc. (Medina, 2015).

La relación oferta-demanda en la ciudad de Riobamba muestra claramente las dificultades existentes, pero así mismo se presente oportunidades cuando los involucrados y que si no se toma cartas en el asunto parten desde las óptica de solucionar esos problemas existentes demuestra que la situación actual en Riobamba presenta una oportunidad para evitar que el problema se siga agravando y que la congestión llegue a niveles alarmantes, para lo cual es importante la incorporación de políticas e instrumentos de gestión de la demanda acordes a las necesidades de la ciudad que se pueden dar soluciones a la situación de hoy en día y ser implementadas a corto y mediano plazo.

3.4.12 *Políticas de la gestión de la demanda*

Existe un enfoque básico en el mundo como prácticas de “alejar” y de evitar “atraer” entonces en este momento es donde se enlaza las políticas de demanda buscando maneras correctas en que el uso del automóvil para que no sea la única opción de transportarse, sino exista transportes alternativos que permitan la correcta circulación en las principales calles del centro de la ciudad.

3.4.13 *Desarrollo*

3.4.13.1 *Aplicación del modelo matemático*

Método de Mínimos Cuadrados

De todas las curvas de aproximación a una serie de datos puntuales, la curva que tiene la propiedad de que $D^2_1 + D^2_2 + D^2_3 \dots D^2_n$ es mínimo, se conoce como mejor curva de ajuste.

Además, se debe establecer el grado de relación que existe entre las variables X e Y el cual se debe utilizar junto al análisis de regresión; para describir la correlación entre las variables para lo cual se utiliza dos medidas el coeficiente de determinación y el coeficiente de correlación.

El coeficiente se determina en (r^2) siendo muy fácil su interpretación, pero no se presta para realizar una prueba estadística mientras que el coeficiente de correlación (r) si permite (puede servir para definir una estadística de prueba con distribución t cuando la correlación poblacional equivale a cero). El coeficiente de correlación para datos muestrales, cuyo signo aritmético es el mismo que el de la pendiente b es $r = \sqrt{r^2}$

Donde la fórmula de r es:

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}}$$

3.4.13.2 Aplicación por el tipo de vehículo

Tabla 18-3: Vehículos Livianos

DÍAS	X	Y	XY	X ²	Y ²
DÍA 1	-2	7.434	- 14.868	4	55.264.356
DÍA 2	-1	6.488	- 6.488	1	42.092.587
DÍA 3	0	8.184	-	0	66.983.094
DÍA 4	0	5.587	-	0	31.214.569
DÍA 5	1	10.229	10.229	1	104.632.441
DÍA 6	2	12.848	25.696	4	165.071.104
Σ	0	50.770	14.569	10	465.258.151

3
4
5
6

Donde:

X	Y	XY	X ²	Y ²
0	50.770	14.569	10	465.258.151

N = 6 número de casos

X = proyecciones 3; 4; 5; 6

Y= Número de vehículos livianos

Aplicando la fórmula de Mínimos Cuadrados se tiene: $Y^n = bx + a$

$$a = \frac{\sum y}{N} \rightarrow \frac{50.770}{6} \approx 8.462$$

$$b = \frac{\sum(xy)}{x^2} \rightarrow \frac{14.569}{10} \approx 1.457$$

Reemplazado en la fórmula:

$$Y^n = bx + a$$

$$\text{Día 7} = 1.457(3) + 8.462 = 12.833$$

$$\text{Día 8} = 1.457(4) + 8.462 = 14.290$$

$$\text{Día 9} = 1.457(5) + 8.462 = 15.747$$

$$\text{Día 10} = 1.457(6) + 8.462 = 17.204$$

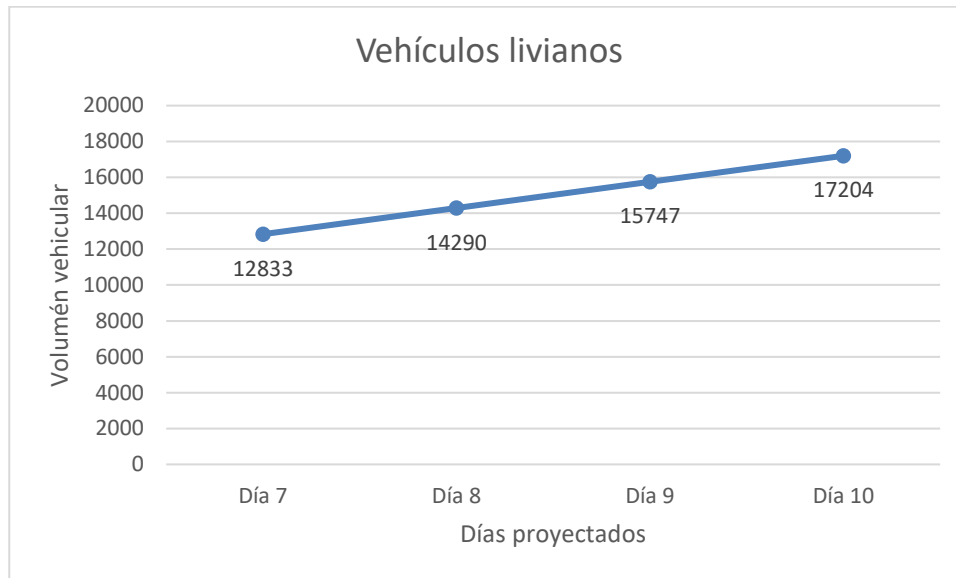


Gráfico 18-3: Dispersión de Vehículos Livianos

Fuente: Aplicación de fórmula

Elaborado por: Baldeón, A. 2021

El vehículo liviano en la presente investigación se lo considera el más importante por cuanto es el de mayor circulación al momento de practicar el conteo vehicular, las cifras son claras con respecto a los demás tipos de vehículos ya que al observar en el total de vehículos contados en los seis días del levantamiento de la información llega a la suma de 50.770 vehículos, con estos datos se aplica un pronosticación de futuros días y aplicando la fórmula de para proyectar se tiene un incremento progresivo día a día, de ahí que, empieza con un incremento de 12.832 el primer día para terminar el día décimo en 17.204 vehículos.

De lo expuesto se observa que existe la probabilidad de que si no se aplica políticas adecuadas por los organismos competentes probablemente se viene una caótica situación porque cada persona o familia que se moviliza por la zona central de la ciudad tiene que cumplir algunas actividades y necesita parquear su auto para luego emprender el retorno.

Tabla 19-3: Vehículos Pesados

DÍAS	X	Y	XY	X ²	Y ²
DÍA 1	-2	165	- 330	4	27.291
DÍA 2	-1	21	- 21	1	429
DÍA 3	0	44	-	0	1.978
DÍA 4	0	43	-	0	1.849
DÍA 5	1	600	600	1	360.000
DÍA 6	2	254	508	4	64.516
Σ	0	1.127	757	10	456.063

Donde:

X	Y	XY	X ²	Y ²
0	1.127	757	10	456.063

N = 6 número de casos

Aplicando la fórmula de Mínimos Cuadrados se tiene: $Y^n = bx + a$

X = proyecciones 3; 4; 5; 6

Y= Número de vehículos pesados

$$a = \frac{\sum y}{N} \rightarrow \frac{1.127}{6} \approx 188$$

$$b = \frac{\sum(xy)}{x^2} \rightarrow \frac{757}{10} \approx 76$$

Reemplazado en la fórmula:

$$Y^n = bx + a$$

$$\text{Día 7} = 76(3) + 188 = 416$$

$$\text{Día 8} = 76(4) + 188 = 492$$

$$\text{Día 9} = 76(5) + 188 = 568$$

$$\text{Día 10} = 76(6) + 188 = 644$$

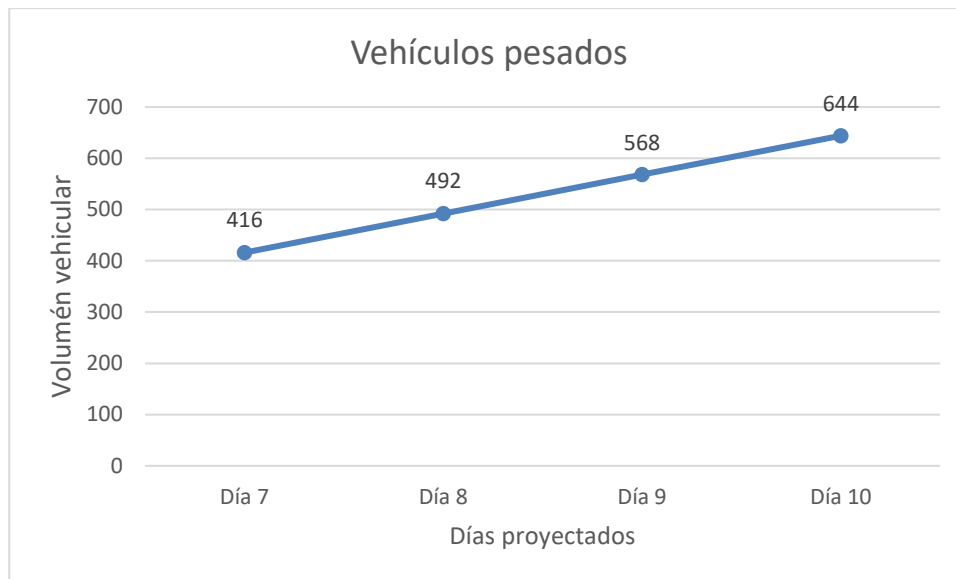


Gráfico 19-3: Dispersión Vehículos Pesados

Fuente: Aplicación de fórmula

Elaborado por: Baldeón, A. 2021

Al observar y analizar el comportamiento de la fluidez de los vehículos pesados se mira que no existe mayor cantidad de ellos que transiten por las zonas destinadas para realizar el aforo vehicular, por las características mismas y la autorización por parte de la ANT lo ha designado, adicionando que la avenida de la circunvalación ha ayudado a descongestionar adecuadamente.

Si se observa la proyección hecha con los históricos que se tiene se llega a que para el día séptimo se proyecta 416 vehículos pesados para terminar en el décimo día con 644 vehículos datos obtenidos relativamente bajos.

Tabla 20-3: Buses

DÍAS	X	Y	XY	X ²	Y ²
DÍA 1	-2	578	- 1.156	4	334.315
DÍA 2	-1	345	- 345	1	119.094
DÍA 3	0	623	-	0	387.780
DÍA 4	0	289	-	0	83.521
DÍA 5	1	762	762	1	580.644
DÍA 6	2	722	1.444	4	521.284
Σ	0	3.319	705	10	2.026.638

Donde:

X	Y	XY	X ²	Y ²
0	3.319	705	10	2.026.638

N = 6 número de casos

Aplicando la fórmula de Mínimos Cuadrados se tiene: $Y^n = bx + a$

X = proyecciones 3; 4; 5; 6

Y= Número de buses

$$a = \frac{\sum y}{N} \rightarrow \frac{3.319}{6} \approx 553$$

$$b = \frac{\sum(xy)}{x^2} \rightarrow \frac{705}{10} \approx 71$$

Reemplazado en la fórmula:

$$Y^n = bx + a$$

$$\text{Día 7} = 71(3) + 553 = 765$$

$$\text{Día 8} = 71(4) + 553 = 835$$

$$\text{Día 9} = 71(5) + 553 = 906$$

$$\text{Día 10} = 71(6) + 553 = 976$$

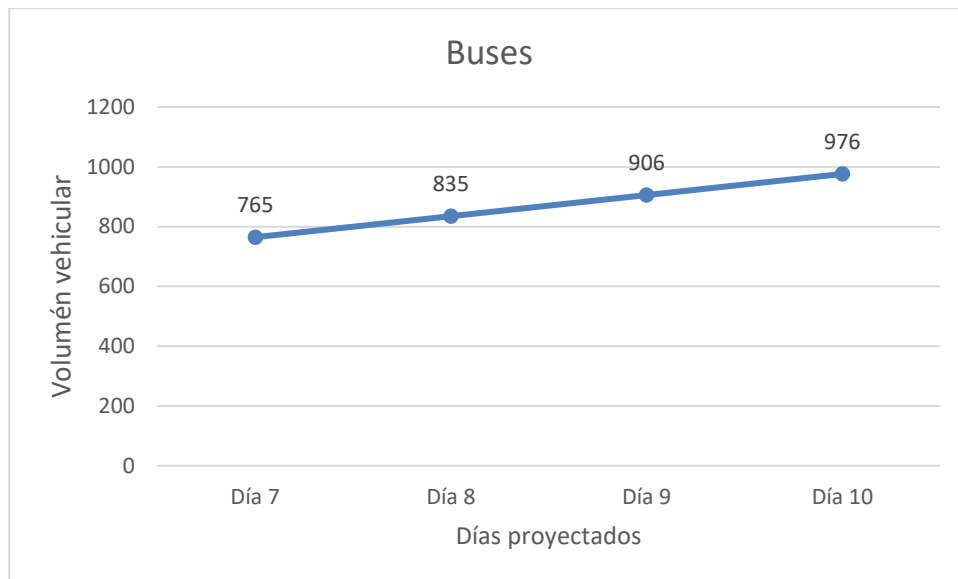


Gráfico 20-3: Dispersión de Buses

Fuente: Aplicación de fórmula

Elaborado por: Baldeón, A. 2021

El comportamiento de los vehículos destinados para transportación pública en esta investigación los buses, es diferente por cuanto en las zonas designadas para aplicar el conteo vehicular existen muchas frecuencias para circulación y el rango de tiempo que tienen para circular entre buses es de 5, 10 y 15 minutos dependiendo los sectores y las líneas. De la proyección realizada se tiene que el día siete arranca con 765 unidades para terminar la proyección el día décimo movilizándose 976 buses proyectados.

Tabla 21-3: Motocicletas

DÍAS	X	Y	XY	X2	Y2
DÍA 1	-2	83	- 165	4	6.823
DÍA 2	-1	48	- 48	1	2.334
DÍA 3	0	44	-	0	1.978
DÍA 4	0	230	-	0	52.900
DÍA 5	1	953	953	1	908.209
DÍA 6	2	675	1.350	4	455.625
Σ	0	2.033	2.089	10	1.427.869

Donde:

X	Y	XY	X ²	Y ²
0	2.033	2.089	10	1.427.869

N = 6 número de casos

Aplicando la fórmula de Mínimos Cuadrados se tiene: $Y^n = bx + a$

X = proyecciones 3; 4; 5; 6

Y= Número de motocicletas

$$a = \frac{\sum y}{N} \rightarrow \frac{2.033}{6} \approx 339$$

$$b = \frac{\sum(xy)}{x^2} \rightarrow \frac{2.089}{10} \approx 209$$

Reemplazado en la fórmula:

$$Y^n = bx + a$$

$$\text{Día 7} = 209(3) + 339 = 966$$

$$\text{Día 8} = 209(4) + 339 = 1175$$

$$\text{Día 9} = 209(5) + 339 = 1384$$

$$\text{Día 10} = 209(6) + 339 = 1593$$

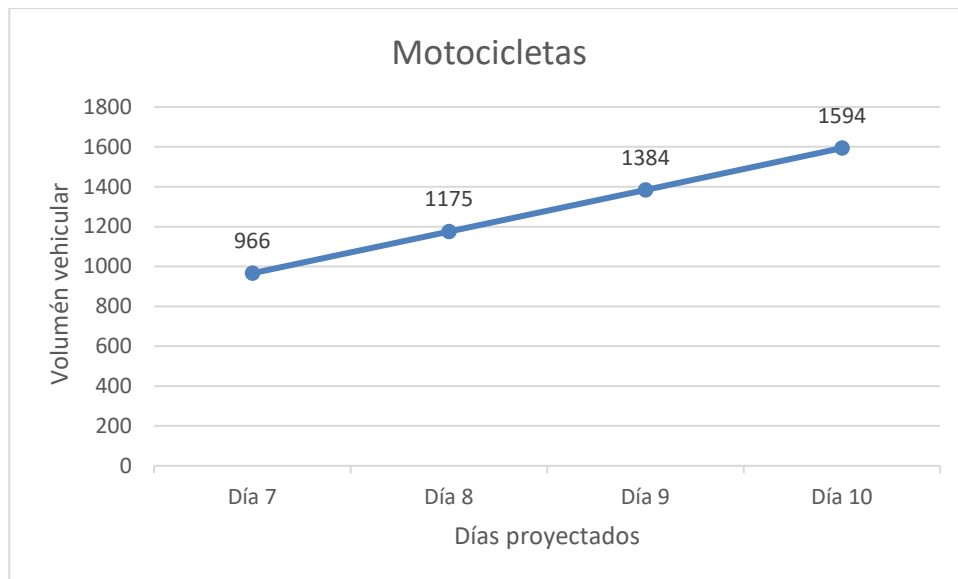


Gráfico 21-3: Dispersión de Motocicletas

Fuente: Aplicación de fórmula

Elaborado por: Baldeón, A. 2021

La gráfica que se observa tiene una tendencia creciente y es notorio esta apreciación ya que existe un incremento considerado en la movilización de motocicletas, las mismas que si bien es cierto por su diseño práctico puede transitar sin problema, también hay sectores donde su acumulación es apreciable el ejemplo más cercano es la Av. Unidad Nacional y sus intersecciones hasta la Av. La Prensa por el sector norte también se observa algo similar en la calle Veloz y en la Av. Daniel León Borja.

Los datos proyectados que se observa lo podemos cuantificar de la siguiente manera para el día séptimo se tiene 966 motocicletas para terminar el día décimo la proyección en 1.594 motos.

3.4.13.3 *Por horas de conteo*

En este punto de la investigación es importante detenerse, por cuanto, el escenario que se va a analizar es el momento de mayor aforo vehicular, de ahí que los resultados obtenidos se lo muestra en la tabla (22-3) en la cual se observa que entre las 06:30 a 10:30 y las 16:00 a 18:30 es el mayor flujo vehicular en la ciudad. ¿Por qué centrarse en este punto? por la naturaleza de la investigación ya que lo que se persigue en el planteamiento de los objetivos son la predicción del flujo vehicular además de establecer volúmenes de tráfico de acuerdo con horarios de mayor circulación en la zona central del Cantón Riobamba, aplicando un modelo matemático.

Por lo expuesto, se considera que la aplicación del modelo matemático más conveniente para fines de la investigación es el método de regresión lineal como se lo ha aplicado en cada uno de los insumos analizados anteriormente. Entonces para el análisis que se va a presentar a continuación se ha considerado lo siguiente: Al no estar estableciendo un modelo matemático sino tomando los datos ya existentes, se considera pertinente aplicar tres modelos diferentes de regresión lineal para observar y comparar los resultados obtenidos.

3.4.13.4 *Modelo 1: Regresión lineal de los mínimos cuadrados haciendo que la $\Sigma x=0$*

a) **Hora Pico entre 06:30 a 10:30**

Tabla 22-3: Horas más altas del Aforo Vehicular

DÍAS	06:30 A 10:30	12:00 A 14:00	16:00 A 18:30
DÍA 1	3.250	2.134	2.876
DÍA 2	3.004	1.531	2.367
DÍA 3	2.989	2.453	3.454
DÍA 4	2.621	2.621	3.123
DÍA 5	4.102	3.709	4.733
DÍA 6	8.855	2.621	3.123
TOTAL	24.821	15.069	19.676

Tabla 23-3: Aforo Vehicular entre las 06:30 a 10:30

DÍAS	X	Y	XY	X ²	Y ²
DÍA 1	-2	3.250	- 6.500	4	10.562.500
DÍA 2	-1	3.004	- 3.004	1	9.024.016
DÍA 3	0	2.989	-	0	8.934.121
DÍA 4	0	2.621	-	0	6.869.641
DÍA 5	1	4.102	4.102	1	16.826.404
DÍA 6	2	8.855	17.710	4	78.411.025
Σ	0	24.821	12.308	10	130.627.707

Donde:

X	Y	XY	X ²	Y ²
0	24.821	12.308	10	130.627.707

N = 6 número de casos

Aplicando la fórmula de Mínimos Cuadrados se tiene: $Y^n = bx + a$

X = proyecciones 3; 4; 5; 6

Y= Número del aforo vehicular entre las 06:30 – 10:30

$$a = \frac{\sum y}{N} \rightarrow \frac{24.821}{6} \approx 4137$$

$$b = \frac{\sum(xy)}{x^2} \rightarrow \frac{12.308}{10} \approx 1231$$

Reemplazado en la fórmula:

$$Y^n = bx + a$$

$$\text{Día 7} = 1.231(3) + 4.137 = 7.830$$

$$\text{Día 8} = 1.231(4) + 4.137 = 9.061$$

$$\text{Día 9} = 1.231(5) + 4.137 = 10.292$$

$$\text{Día 10} = 1.231(6) + 4.137 = 11.523$$

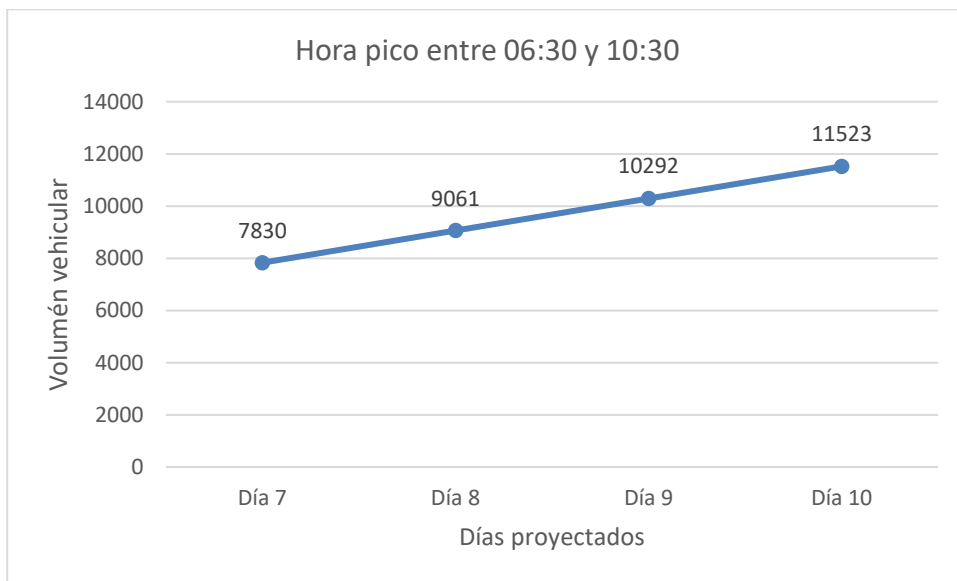


Gráfico 22-3: Dispersión de la hora pico del aforo vehicular 06:30-10:30(modelo 1)

Fuente: Aplicación de fórmula

Elaborado por: Baldeón, A. 2021

3.4.13.5 Modelo 2: Regresión lineal de los mínimos cuadrados utilizando logaritmos

Tabla 24-3: Aforo Vehicular entre las 06:30 a 10:30 (modelo 2)

X	Y	X=log X	Y= log Y	X.Y	X ²
1	3.250	0	3,51188	0	0
2	3.004	0,30103	3,47769	1,04689	0,09062
3	2.989	0,47712	3,47552	1,65824	0,22764
4	2.621	0,60206	3,41846	2,05812	0,36248
5	4.102	0,60897	3,61299	2,20020	0,37084
6	8.855	0,77815	3,94718	3,07150	0,60552
		Σ 2,76733	Σ 21,44372	Σ 10,03495	Σ 1,65710

Donde:

N = Datos históricos (6 días)

X = Proyección día 7; día 8; día 9; día 10

Y= Número del aforo vehicular entre las 06:30 – 10:30

Log X = es la base dada de X (los días)

Log Y = Es la base dada de Y (aforo vehicular)

Aplicando la fórmula de Mínimos Cuadrados se tiene:

$$\text{Log } y = \log a \cdot x^b$$

$$\text{Log } y = \log a + b \cdot \log x$$

Como función Lineal $Y = A + bx$

Luego:

$$b = \frac{N \sum(XY) - \sum X \cdot \sum Y}{N \sum X^2 - (\sum X)^2} = \frac{6(10,03495) - (2,76733)(21,44372)}{6(1,65710) - (2,76733)^2} = \frac{0,86786}{2,28449} \approx 0,3798$$

$$A = \frac{\sum Y - b \sum X}{N} = \frac{21,44372 - 0,3798(2,76733)}{6} = \frac{20,3926}{6} \approx 3,3987$$

Entonces:

$$Y = A + bX$$

$$Y = 3,3987 + 0,3798 X$$

Convertido. Forma potencial

$$Y = a X^b$$

Si $\log a = A$ entonces $\text{antilog } A = \text{antilog } 3,3987 = 2504,38$

Luego: X = 7; 8; 9; 10

$$Y = 2504,38(7)^{0,3798} = 5245$$

$$Y = 2504,38(8)^{0,3798} = 5517$$

$$Y = 2504,38(9)^{0,3798} = 5769$$

$$Y = 2504,38(10)^{0,3798} = 6004$$

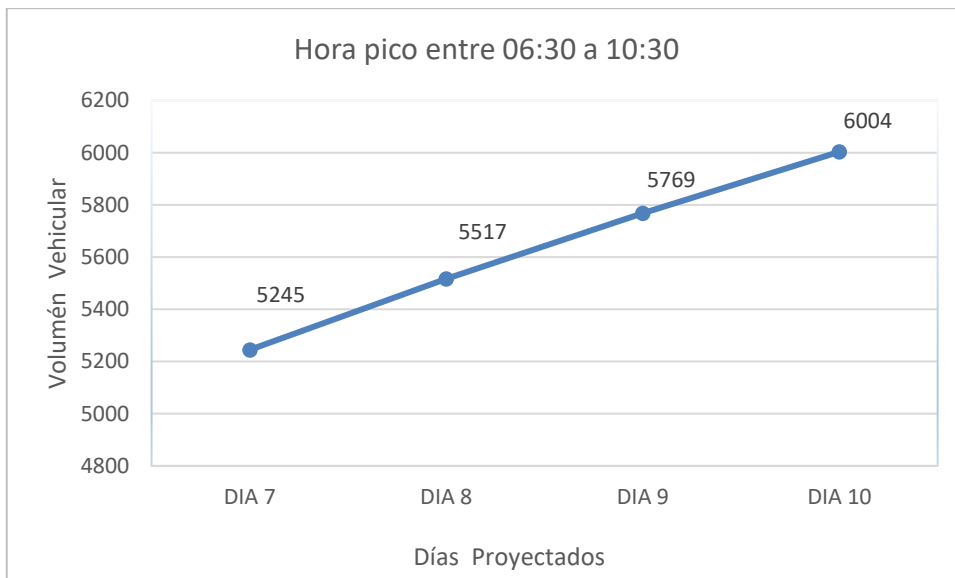


Gráfico 23-3: Dispersión de la hora pico del aforo vehicular 06:30-10:30(modelo 2)

Fuente: Aplicación de fórmula

Elaborado por: Baldeón, A. 2021

3.4.13.6 Modelo 3: Regresión lineal utilizado la media, varianza y covarianza

Tabla 25-3: Aforo Vehicular entre las 06:30 a 10:30 (modelo 3)

X	Y	X ²	Y ²	XY		
1	3.250	1	10.562.500	3.250		
2	3.004	4	9.024.016	6.008		
3	2.989	9	8.934.121	8.967		
4	2.621	16	6.869.641	10.484		
5	4.102	25	16.826.404	20.510		
6	8.855	36	78.411.025	53.130		
Σ	21	Σ	24.821	Σ	91	
			Σ	130.627.707	Σ	102.349

Donde:

N = Datos históricos (6 días)

X = Proyección día 7; día 8; día 9; día10

Y= Número del aforo vehicular entre las 06:30 – 10:30

\bar{X} = Media de Numero de días

\bar{Y} = Media del aforo vehicular

S_{XY} = Covarianza

S^2_X = Varianza

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} = \frac{21}{6} = 3,5$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{N} = \frac{24.821}{6} = 4.136,83$$

$$S_{XY} = \frac{\sum XY}{N} = \frac{102.349}{6} = 17.058,16$$

$$S^2_x = \frac{\sum X^2}{N} = \frac{91}{6} = 15,16$$

$$S^2_y = \frac{\sum Y^2}{N} = \frac{130.627.707}{6} = 21.771.284,50$$

Coefficientes de a y b

$$b = \frac{S_{xy}}{S^2_x} = \frac{17.058,16}{15,16} \approx 1125,2$$

$$a = Y - bX$$

$$a = 4136,83 - (1125,2)3,5 \approx 198,93$$

Luego: X= 7; 8; 9; 10

Aplicando la fórmula para la proyección: Y= a + b(X)

$$Y = 198,93 + 1125,2(7) = 8075$$

$$Y = 198,93 + 1125,2(8) = 9200$$

$$Y = 198,93 + 1125,2(9) = 10325$$

$$Y = 198,93 + 1125,2(10) = 11450$$

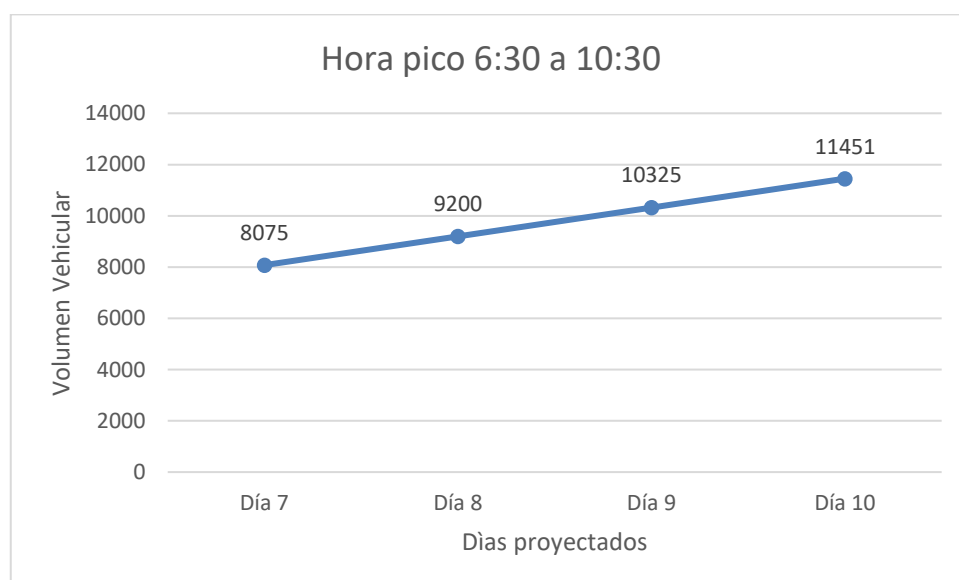


Gráfico 24-3: Dispersión de la hora pico del aforo vehicular 06:30-10:30(modelo 3)

Fuente: Aplicación de fórmula

Elaborado por: Baldeón, A. 2021

Tabla 26-3: Tabla comparativo de la aplicación de tres modelos matemáticos, aforo vehicular entre las 06:30 a 10:30

PROYECCIÓN	REGRESIÓN LINEAL (UNID. DE MEDIDA VEHÍCULOS)			MEDIA
	MINIMOS CUADRADOS CUANDO $\Sigma X=0$	MINIMOS CUADRADOS CON LOGARITMOS	REGRESIÓN UTILIZANDO LA MEDIA, VARIANZA Y COVARIANZA	
DÍA 7	7.830	5.245	8.075	7.050
DÍA 8	9.061	5.517	9.200	7.926
DÍA 9	10.292	5.769	10.325	8.795
DÍA 10	11.523	6.004	11.450	9.659

El resultado obtenido en el levantamiento de la información es de suma importancia, por cuanto muestra la realidad existente del sistema de circulación vehicular donde se observa claramente las horas pico, obviamente esto es temporal, pero incide directamente en la movilidad vehicular.

La hora de mayor movilidad por obvias razones es la de las 06:30 a 10:30 de la mañana ya que son momentos donde las personas se movilizan a los lugares de trabajo, hacer asuntos particulares, comerciales o financieros convirtiéndose en la hora de mayor congestión vehicular. Se conoce que el crecimiento del parque automotor va de la mano con el ingreso per cápita y el incremento del número de habitantes de la ciudad de Riobamba, en consideración a este fenómeno real se debe tomar cartas en el asunto por las autoridades competentes y organizar de una manera técnica la movilidad humana para evitar futuras complicaciones.

Al conocer que este escenario es el de mayor complejidad y para robustecer la investigación se aplicó para pronosticar el incremento vehicular en la zona central de la ciudad de Riobamba tres modelos matemáticos con el fin de observar y corroborar la tendencia de lo cual se deduce lo siguiente: al aplicar el modelo de regresión lineal con mínimos cuadrados cuando la sumatoria de X es igual a cero se observa que es alta manteniendo una constante de incremento de 1.231 unidades por día hasta el décimo día, por otra parte con el modelo matemático basado en logaritmos el incremento entre días es inestable ya que se tiene entre el primero y el segundo día un incremento de 272 unidades y entre el noveno y décimo de 235; al aplicar el modelo el cual utiliza la media, varianza y covarianza se establece un incremento de día a día estable de 1.125 vehículos.

Finalmente, con los datos obtenidos de la aplicación de los tres modelos se estableció una media obteniendo la siguiente proyección: para el día séptimo de un total de 7.050 vehículos para terminar el décimo día con 9.659 unidades. manteniendo un incremento promedio de 870 unidades día.

b) **Hora Pico entre 16:00 a 18:30**

3.4.13.7 *Modelo 1: Regresión lineal de los mínimos cuadrados haciendo que la $\Sigma x=0$*

Tabla 27-3: Aforo Vehicular entre las 16:00 a 18:30 (modelo 1)

DÍAS	X	Y	XY	X ²	Y ²
DÍA 1	-2	2876	-5752	4	8.271.376
DÍA 2	-1	2367	-2367	1	5.602.689
DÍA 3	0	3454	0	0	11.930.116
DÍA 4	0	3123	0	0	9.753.129
DÍA 5	1	4733	4733	1	22.401.289
DÍA 6	2	3123	6246	4	9.753.129
Σ	0	19.676	2860	10	67.711.728

Donde:

X	Y	XY	X ²	Y ²
0	19.676	2.860	10	67.711.728

N = Datos históricos (6 días)

n = Días de proyección

X = Valor que toma X en la Proyección 3; 4; 5; 6

Y= Número del aforo vehicular entre las 16:00 – 18:30

X²=Sumatoria de días

Y²=Sumatoria del Aforo Vehicular

Aplicando la fórmula de Mínimos Cuadrados $Y^n = bx + a$ para la proyección se tiene:

$$a = \frac{\sum y}{N} \rightarrow \frac{19.676}{6} \approx 3.279$$

$$b = \frac{\sum(xy)}{x^2} \rightarrow \frac{2.860}{10} \approx 286$$

Reemplazado en la fórmula:

$$Y^n = bx + a$$

$$\text{Día 7} = 286(3) + 3.279 = 4.137$$

$$\text{Día 8} = 286(4) + 3.279 = 4.423$$

$$\text{Día 9} = 286(5) + 3.279 = 4.709$$

$$\text{Día 10} = 286(6) + 3.279 = 4.995$$

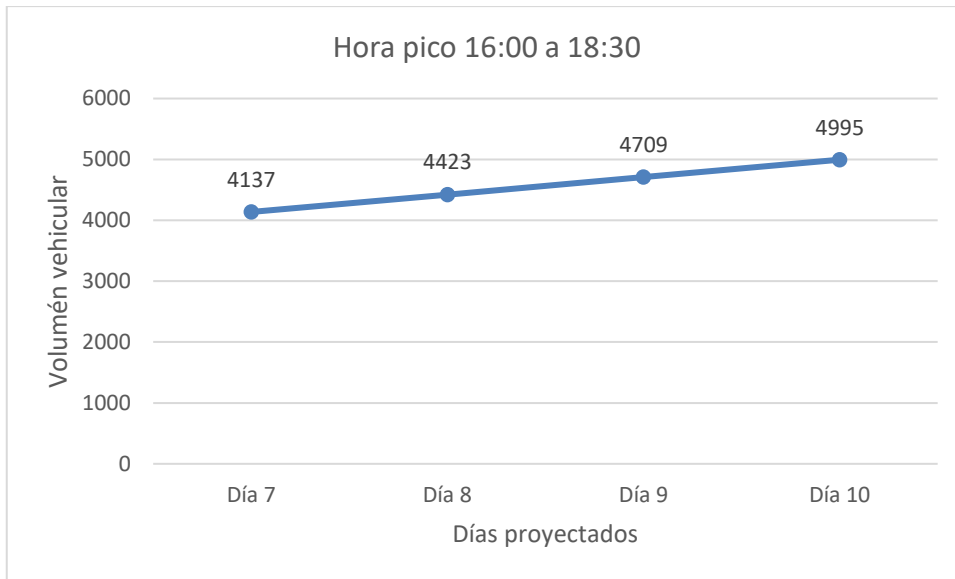


Gráfico 25-3: Dispersión de la hora pico del aforo vehicular 16:00-18:30(modelo 1)

Fuente: Aplicación de fórmula

Elaborado por: Baldeón, A. 2021

3.4.13.8 Modelo 2: Regresión lineal de los mínimos cuadrados utilizando logaritmos

Tabla 28-3: Aforo Vehicular entre las 16:00 a 18:30 (modelo 2)

X	Y	X=log X	Y= log Y	XY	X ²
1	2876	0	3,45878	0	0
2	2367	0,30103	3,37419	1,01573	0,09062
3	3454	0,47712	3,53832	1,68820	0,22764
4	3123	0,60206	3,49457	2,10394	0,36248
5	4733	0,60897	3,67513	2,23804	0,37084
6	3123	0,77815	3,49457	2,71930	0,60552
		Σ 2,76733	Σ 21,03556	Σ 9,76522	Σ 1,65710

Donde:

N = Datos históricos (6 días)

X = Proyección día 7; día 8; día 9; día 10

Y= Número del aforo vehicular entre las 16:00 – 18:30

Log X = es la base dada de X (los días)

Log Y = Es la base dada de Y (aforo vehicular)

Aplicando la fórmula de Mínimos Cuadrados se tiene:

$$\text{Log } y = \log a \cdot x^b$$

$$\text{Log } y = \log a + b \cdot \log x$$

Como función Lineal $Y = A + bx$

Luego:

$$b = \frac{N \sum(XY) - \sum X \cdot \sum Y}{N \sum X^2 - (\sum X)^2} = \frac{6(9,76522) - (2,76733)(21,03556)}{6(1,65710) - (2,76733)^2} = \frac{0,3789839}{2,28449} \approx 0,16589$$

$$A = \frac{\sum Y - b \sum X}{N} = \frac{21,03556 - 0,16589(2,76733)}{6} = \frac{20,5764756}{6} \approx 3,3987$$

Entonces:

$$Y = A + bX$$

$$Y = 3,3987 + 0,3798 X$$

Convertido. Forma potencial

$$Y = a X^b$$

Si $\log a = A$ entonces $\text{antilog } A = \text{antilog } 3,3987 = 2504,38$

Luego: X= 7; 8; 9; 10

$$Y = 2687,89(7)^{0,16589} = 3712$$

$$Y = 2687,89(8)^{0,16589} = 3795$$

$$Y = 2687,89(9)^{0,16589} = 3870$$

$$Y = 2687,89(10)^{0,16589} = 3938$$

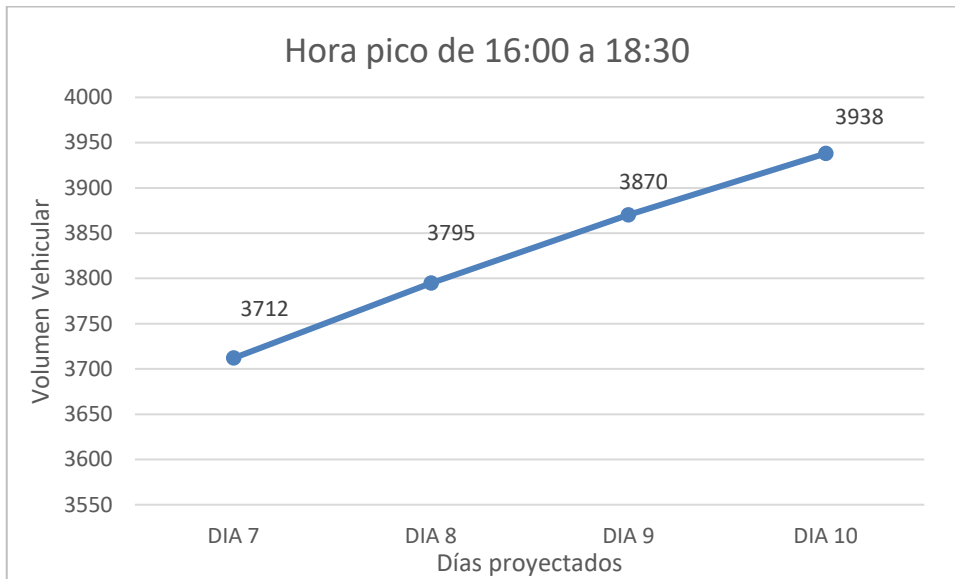


Gráfico 26-3: Dispersión de la hora pico del aforo vehicular 16:00-18:30 (modelo 2)

Fuente: Aplicación de fórmula

Elaborado por: Baldeón, A. 2021

3.4.13.9 Modelo 3: Regresión lineal utilizado la media, varianza y covarianza

Tabla 29-3: Aforo Vehicular entre las 16:00 a 18:30 (modelo 3)

X	Y	X ²	Y ²	XY		
1	2.876	1	8.271.376	2.876		
2	2.367	4	5.602.689	4.734		
3	3.454	9	11.930.116	10.362		
4	3.123	16	9.753.129	12.492		
5	4.733	25	22.401.289	23.665		
6	3.123	36	9.753.129	18.738		
Σ	21	Σ	19.676	Σ	91	
			Σ	67.711.728	Σ	72.867

Donde:

N = Datos históricos (6 días)

X = Proyección día 7; día 8; día 9; día 10

Y = Número del aforo vehicular entre las 16:00 – 18:30

\bar{X} = Media de Numero de días

\bar{Y} = Media del aforo vehicular

S_{XY} = Covarianza

S^2_X = Varianza

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} = \frac{21}{6} = 3,5$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{N} = \frac{19.676}{6} = 3.279,33$$

$$S_{XY} = \frac{\sum XY}{N} = \frac{72.867}{6} = 12.144,50$$

$$S^2_x = \frac{\sum X^2}{N} = \frac{91}{6} = 15,16$$

$$S^2_y = \frac{\sum Y^2}{N} = \frac{67.711.728}{6} = 11.285.288$$

Coefficientes de a y b

$$b = \frac{S_{xy}}{S^2_x} = \frac{12144,59}{15,16} \approx 801,09$$

$$a = Y - bX$$

$$a = 3279,33 - (801,09)3,5 \approx 475,49$$

Luego: X= 7; 8; 9; 10

Aplicando la fórmula donde: Y= a + b(X)

$$Y = 475,49 + 801,09(7) = 6083$$

$$Y = 475,49 + 801,09(8) = 6884$$

$$Y = 475,49 + 801,09(9) = 7685$$

$$Y = 475,49 + 801,09(10) = 8486$$

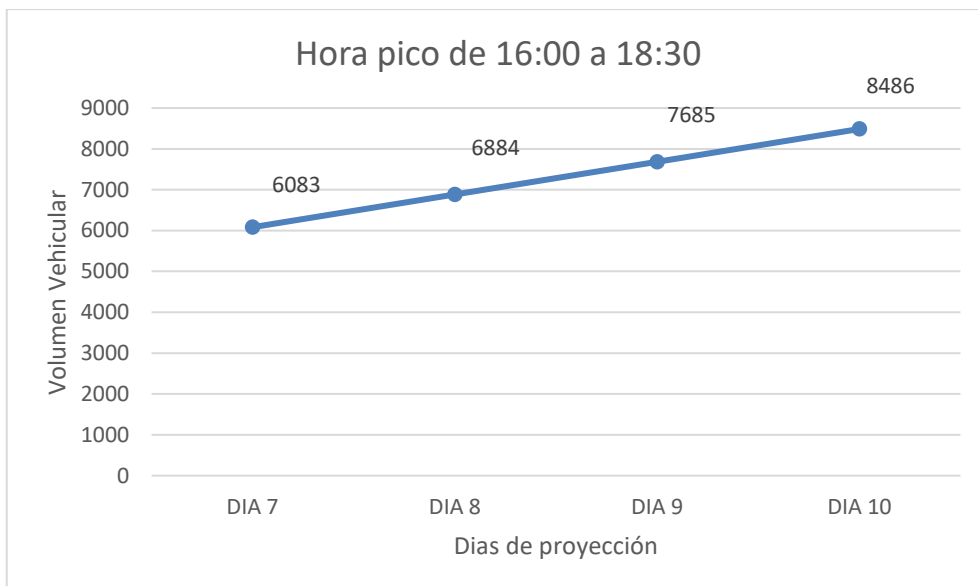


Gráfico 27-3: Dispersión de la hora pico del aforo vehicular 16:00-18:30(modelo 3)

Fuente: Aplicación de fórmula

Elaborado por: Baldeón, A. 2021

Tabla 30-3: Tabla comparativa de la aplicación de tres modelos matemáticos, aforo vehicular entre las 16:00 a 18:30

PROYECCIÓN	REGRESIÓN LINEAL (UNID. DE MEDIDA VEHÍCULOS)			MEDIA
	MINIMOS CUADRADOS CUANDO $\Sigma X=0$	MINIMOS CUADRADOS CON LOGARITMOS	REGRESIÓN UTILIZANDO LA MEDIA, VARIANZA Y COVARIANZA	
DÍA 7	4.137	3.712	6.083	4.644
DÍA 8	4.423	3.795	6.884	5.034
DÍA 9	4.709	3.870	7.685	5.421
DÍA 10	4.995	3.938	8.486	5.806

Al observar el comportamiento con respecto a la hora del aforo vehicular se puede afirmar que existe dos horas pico: La primera que corresponde al horario de las 06:30 a 10:30 de la mañana siendo esta la de mayor circulación, pero también la de las 16:00 a 18:30 es importante ya que se tiene una fluidez vehicular proyectada y promedio de 4.644 vehículos.

Comprendiendo que son valores que generan problemas de movilidad por la afluencia, cabe en este momento hacer una reflexión sobre la tendencia que tiene, ya que la curva muestra que es creciente en los diferentes días que fueron tomadas las muestras.

Esto trae consigo problemas que afectan directamente a las personas que están en su vehículo y el de a pie corriendo el riesgo inclusive en generar accidentes por la aglomeración, esta es la lectura que se está dando con datos tomados de la realidad en el sitio. Es importante recalcar que para el rango de las 16:00 a 18:00 horas también se aplicó los tres modelos matemáticos obteniendo como resultado que al emplear el modelo de regresión lineal basada en el cálculo de la media, varianza y covarianza en la proyección se observa que hay un incremento diario estable de 801 unidades el cual se observa en la proyección hecha tomando como base los datos históricos de la tabla (29-3) en la columna cinco con el título media de los tres modelos.

CONCLUSIONES

- Luego del desarrollo y aplicación del conteo vehicular y la encuesta se tiene que la población que en este caso es la zona central del Cantón Riobamba se ha observado los profundos problemas que presenta la movilidad en horas pico, donde la afluencia es considerable siendo una realidad tomada en el sitio mismo palpado todos los acontecimientos para formarse un criterio ya maduro y que sea el punto de partida para que al momento de aplicar proyectos de mejora los cuales se conviertan en verdaderos puntales de desarrollo los mismos que deben estar enfocados al bien social.
- Al aplicar el modelo matemático exactamente el método de mínimos cuadrados en función a la recta se nota a las claras la dirección de la recta que siempre es creciente, esto refleja que los problemas en la movilidad vehicular cada vez se sigue saturando. Al analizar los resultados más convincentes se tiene por ejemplo que la hora pico de mayor afluencia vehicular se encuentra en el horario de 06:30 a 10:30 de la mañana tomando en consideración que es el instante donde todas las personas nos disponemos a empezar las actividades sean estas laborables, comerciales u otras, así también en las horas a partir de las 16:00 a las 18:30 existe nuevamente una afluencia considerable de vehículos si a esto se suma la falta de estacionamientos que hay en la ciudad se completa el problema de movilización que existe en Riobamba especialmente en la zona central.
- El tener la posibilidad de acceder a criterios de personas que han vivido algún tiempo en el Cantón, además de profesionales en áreas técnicas es muy saludable por cuanto la colaboración y las conclusiones a las que se puede llegar contribuye al enriquecimiento de la investigación, en resumen, de la discusión realizada se tiene que:
 1. El problema de la saturación vehicular no es de recién, ha sido progresivo en función al crecimiento demográfico y vehicular.
 2. Qué los organismos rectores encargados de proponer soluciones a estos inconvenientes presentados lamentablemente no han funcionado adecuadamente ya que en medio de estas instituciones se han involucrado personas con tendencias políticas que no han aportado como debería ser en beneficio del ciudadano y más bien se ha tornado estas instancias como plataformas políticas.
 3. Para sacar adelante los problemas enfocados se debe a ver la colaboración desde diferentes sectores ya que se puede aportar para mejorar la situación por cuanto todos los ciudadanos del Cantón somos partícipes del desarrollo o retraso de Riobamba.

RECOMENDACIONES

- Que exista estudios constantes para ir midiendo los problemas detectados y no sea solamente paliativos momentáneos, de ser posible implementar un proceso de mejoramiento continua en el ámbito de la movilidad donde se partiría del enfoque de los problemas más neurálgicos del sistema de transporte para ir estableciendo objetivos medibles a mediano y largo plazo además de estrategias que agilicen la solución a las dificultades detectadas, obviamente quien estaría al frente es el órgano competente en este caso el GADM y la Agencia de tránsito.
- Establecer vías alternativas para el desahogo del centro de la ciudad, esto ayudaría ostensiblemente combinando con la construcción de parqueaderos públicos más el trabajo que lo viene haciendo el SEROT.
- Elaborar y difundir campañas de concienciación de que todos somos parte del problema y que la colaboración desde el frente que se encuentre servirá para una sumatoria de sinergias para obtener resultados significativos.
- Realizar mesas de trabajo multidisciplinarias para tratar los temas planteados y que de ellas salgan estrategias viables para que sean tomadas en cuenta al momento de elaborar proyectos de mejora. ¿Cómo hacerlas? Mediante invitaciones a Gremios, Colegios, Profesionales, la Academia y más organizaciones y colectivos sociales donde se trate problemas exclusivos al transporte del Cantón Riobamba.

GLOSARIO

Aforo: Son conteos de vehículos y personas que pasan por determinados puntos identificados previamente. “Es conveniente que los aforos manuales en intersecciones se lleven a cabo por un mínimo de 12 horas, incluyendo en este espacio de tiempo las horas de mayor demanda” Generalmente este tipo de estudios se realiza de forma manual. (Martínez Villamizar, J. F et al, 2020: p 19).

Bitácora: Es una memoria de papel, diario de experiencias. La componen los escritos, dibujos, datos y recortes de todo lo que se necesite recordar, organizar y analizar. (Rodríguez Amaya, J. H. 2020: p 67).

Calidad en el servicio: es la percepción que tiene un cliente acerca de la correspondencia entre el desempeño y las expectativas, relacionados con el conjunto de elementos secundarios, cuantitativos y cualitativos, de un producto o servicio principal. (Chávez Montoya, C. et al, 2017: p 19).

Calzada: Zona de la vía destinada a la circulación de vehículos. Generalmente pavimentada o acondicionada con algún tipo de material de afirmado. (Villamil Acero, A. C. 2021: p 71).

Congestión vehicular: Llamado también “embotellamiento”, se refiere tanto urbana como interurbanamente, a la condición de un flujo vehicular que se ve saturado debido al exceso de demanda de las vías, produciendo incrementos en los tiempos de viaje y consumo excesivo de combustible., principalmente en las horas punta. (Ruiz, B. B et al. 2015: p 17).

Estacionamiento vehicular: Es un terminal o espacio donde se ubican los vehículos cuando estos no están en circulación y pueden ubicarse al inicio o al final de un determinado viaje. (Vásquez Romero, E. J. 2021: p 45).

Mínimos Cuadrados: El método de mínimos cuadrados, el cual, determina la función continua que mejor se ajusta a un conjunto de puntos. la regresión lineal está definida por una recta y los parámetros a estimar mediante el método de mínimos cuadrados son la pendiente y el punto de intersección con el eje. (Madroñero, D. M et al, 2021: p 343).

Modelación Matemática: La modelización es una herramienta que permite representar situaciones cotidianas o fenómenos de la realidad, con el fin de obtener conclusiones de dicho fenómeno, para esto, la situación problema es sometida a un procedimiento de observación que

permite identificar los factores o variables que parecen estar involucrados. (UBARNE, Z. F. P. 2019: p 3).

Movilidad: La movilidad es considerada la suma de los desplazamientos realizados por la población de forma recurrente para acceder a bienes y servicios en un territorio determinado. (Gutiérrez, A. 2016: p 3).

Movilidad humana: La movilidad humana es la identificación clara y la influencia en la calidad de vida de las personas: es la cualidad por la que las personas y bienes pueden ser desplazadas de modo digno, oportuno, confiable y económico, para atender las necesidades básicas de vivienda, educación y salud, mediante una adecuada infraestructura de transporte urbano. (Romero, G. A. et al, 2018: p 133).

Nivel de servicio: Es la calidad del servicio ofrecido por una carretera de dos carriles a sus usuarios, reflejado en el nivel de satisfacción o de continuidad experimentado al usar la vía. (Ruiz, B. B., & TACURE, E. 2015: p 17)

Peatón: Considerado como la persona que transita a pie por las vías públicas. También se consideran peatones o las personas con movilidad reducida que circulan al paso con una silla de ruedas con motor o sin él. (Higuero, M. et al, 2020: p 24).

Red Vial: Considerada como infraestructura mínima que respalde las necesidades de transporte y comunicación de las comunidades y ciudades y consecuentemente a ello, la modernización y mantenimiento de esa infraestructura, su equipamiento y el brindar servicios públicos urbanos y rurales son actualmente uno de los indicadores de desarrollo que permiten valorar el estado físico de las ciudades, la calidad de vida de sus habitantes. (Lanzas Quesada, C. A. 2019: p 140).

Regresión lineal: La regresión lineal es una técnica estadística que trata de determinar relaciones de dependencia de tipo lineal entre una variable criterio o endógena, respecto de una o varias variables predictoras o exógenas. Esto quiere decir que a partir de las puntuaciones en una o varias variables vamos a predecir, pronosticar, las puntuaciones en otra variable a partir de una ecuación lineal. (Lobo Mateos, M. J. 2020: p 18).

Semaforización: Semaforización: tiene como objetivo dar una solución y un orden a la movilidad de vehículos. Busca el orden y soluciones a los conflictos presentes de volúmenes en las distintas

intercesiones, de tal manera que se encuentre en equilibrio entre la movilidad, seguridad y accesibilidad. (Díaz Duque, O. D. et al, 2020: p 12).

Sostenibilidad del transporte: La claridad del significado de transporte sostenible es la herramienta fundamental que permite a los funcionarios con poder de decisión, hacer posible su promoción, así como el progreso de políticas y programas consistentes y decisivos para su desarrollo de un territorio. (Quintero-González, J. R. 2017: p 57).

Transporte: Transporte puede definirse como el movimiento de personas y bienes a lo largo del espacio físico, mediante los modos terrestre, aéreo o marítimo, o alguna combinación de éstos. El transporte no se demanda como actividad final, sino como medio para satisfacer otra necesidad. (Saiz Terán, D. 2020: p 5).

Transporte público: Definirse como el sistema de transporte que incluye a los vehículos terrestres destinados a movilizar cierta cantidad de pasajeros haciendo uso de las vías públicas y cobrando una tarifa determinada, todo esto cumpliendo con los requerimientos de seguridad y legalidad que le permitan conservar su carácter homologado. (Martínez Miranda, B. L. et al, 2020: p 19-20)

Vía urbana: Son las que componen la red interior de comunicaciones de una población, las cuales son de uso público o privado destinado a la transporte público. siempre que no se traten de travesías ni formen parte de una red arterial. (Martínez Villamizar, J. F. et al, 2020: p 19).

Volumen de tránsito: El volumen de tránsito está definido como el volumen de vehículos que pasan por un punto en específico en un determinado intervalo de tiempo, el cual comúnmente es un día. Así pues, los volúmenes diarios son fundamentales para la planificación de las carreteras. Sin embargo, para los análisis operacionales se utilizan los volúmenes horarios, debido a que estos varían drásticamente en el transcurso del día. Así pues, la hora con mayor número de vehículos es denominada “hora de máxima demanda” (Carranza Casana, N. C. et al, 2015: p 17).

BIBLIOGRAFÍA

Alionnys & Reyner, &. (2015). *Transporte Terrestre de Pasajeros, Villahermosa-México*. México. Ed. Tirant To Blach

Akcelik, R. (1981). "Traffic Signals: Capacity and Timing." *Australian Road Research Board, ARRB Group Limited, Vermont South, Victoria 3133, Australia*. 15(6):505. Retrieved (<https://www.worldcat.org/title/traffic-signals-capacity-and-timing-analysis/oclc/1075532874>).

Alvarez, J. (2005). *Estadística Aplicada a Proyectos 2^{da} Ed.* pp 155

Banks, J. (1998). "Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice." *EMP Books, Atlanta, Georgia, USA*. Retrieved (https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=dMZ1Zj3TBgAC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Handbook+of+simulation:+Principles,+methodology,+advances,+applications+and+practice&ots=otFBaoVs8i&sig=vKi0xUsJ7Nafn_G9Mm53yyBC-Zc#v=onepage&q=Handbook+of+simulation%3A+Principles).

Barcelo, J. (2010). *Fundamentals of Traffic Simulation*. Springer Verlag. California, USA.

Castillo, E., A.J. Conejo, P. Pedegral, R. García, N. Alguacil. (2002). *Formulación y Resolución de Modelos de Programación Matemática En Ingeniería y Ciencia*. México DF: Alfaomega

Chávez, M. (2014). "Modelos Matemáticos Para Análisis de Demanda En Transporte." Universidad Autónoma Metropolitana México.

Carranza Casana, N. C., Céspedes Amanzo, E. B., & Salgado Bolaños, E. (2015). *Propuesta de solución para el déficit de estacionamiento vehicular, caso de estudio la zona del nuevo centro empresarial del distrito de Magdalena del Mar*, provincia y departamento de Lima.

Chávez Montoya, C., Quezada Barreto, R., & Tello Horna, D. (2017). *Calidad en el servicio en el sector transporte terrestre interprovincial en el Perú*.

Diaz Duque, O. D., Fajardo Bejarano, K. Y., & Lara Rodriguez, H. V. (2020). *Rediseñar la semaforización en la intersección vial entre la calle 1/anillo vial con carrera 10 en el*

municipio de Villavicencio (Doctoral dissertation, Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingenierías, Ingeniería Civil, Villavicencio).

Distrito Metropolitano de Quito. (2009). “*Plan Maestro de Movilidad Para El Distrito Metropolitano de Quito. 2009-2025.*” Retrieved (https://biblio.flacsoandes.edu.ec/shared/biblio_view.php?bibid=118765&tab=opac).

El comercio. (21 de febrero de 2018). *Vehículos matriculados en el Ecuador por provincia.* https://especiales.elcomercio.com/2017/12/graficos/11_matriculacion_vehiculos/

Ecologistas en Acción. (2017). “*¿Qué Entendemos Por Movilidad? | Ecologistas En Acción.*” 2. Retrieved (<https://www.ecologistasenaccion.org/9844/que-entendemos-por-movilidad/>).

ESPOCH-FADE. (2019). *Modelación aplicada al Transporte.* Riobamba, Chimborazo, Ecuador.

Fernández, R., & E. Valenzuela. (2004). “*Gestión Ambiental de Tránsito: Cómo La Ingeniería de Transporte Puede Contribuir a La Mejoría Del Ambiente Urbano.*” *Eure* 30(89):97–107. doi: 10.4067/s0250-71612004008900006.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba. (2019). *Plan de Movilidad Del Cantón Riobamba Informe Fase I.*

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Riobamba. (2019). *Plan de Movilidad Del Cantón Riobamba Informe Fase II.*

Gutiérrez, A. (2016). *Qué es la movilidad?. Elementos para (re) construir las definiciones básicas del campo del transporte.* *Bitácora Urbano-Territorial*, 21(2), 3.

Hair, J., R. Anderson, R. Tatham. (1987). *Multivariate Data Analysis.* Vol. 31.

Head, K. Larry. (1995). “*Event-Based Short-Term Traffic Flow Prediction Model.*” *Transportation Research Record* (1510):45–52.

Hernández, Marta, Jesús Racero, Fernando Guerrero, and Gregorio Racero. (2006). “*Diseño De Un Sistema De Diagnosis De La Movilidad En Planes De Movilidad Urbana Sostenible.*”

Tecnologías de La Información Geográfica: La Información Geográfica Al Servicio de Los Ciudadanos. 1–13.

Higuero, M., Martínez, B., Martínez, R., Newsan, A., & Perén, J. I. (2020). *Comportamiento peatonal en el entorno de la Estación del Metro de San Miguelito.* SusBCity.

Lanzas Quesada, C. A. (2019). *Red vial cantonal y la autonomía de los gobiernos locales en su administración.*

Lobo Mateos, M. J. (2020). *Modelo de regresión lineal y tablas de contingencias aplicados a jugadores de pádel.*

Martínez Miranda, B. L., Ledesma Meneses, J. E., & Valencia Arredondo, K. H. (2020). *Diagnóstico y propuestas sobre el transporte público Palmira* (Doctoral dissertation, Universidad Santiago de Cali).

Martínez Villamizar, J. F., Romero Rojas, O., & Sanabria Quezada, J. S. (2020). *Semaforización, señalización e intersección vial del barrio octava y sexta etapa de la esperanza de la ciudad de Villavicencio.*

Madroñero, D. M., Mondragón, E. I., & Vergel-Ortega, M. (2021). *Análisis estadístico para validar parámetros de modelos matemáticos por medio método de mínimos cuadrados.* Revista Boletín Redipe, 10(5), 343-359.

Ministerio de Transporte e Infraestructura. (2008). *Ministerio de Transporte e Infraestructura “Manual Para Revision Estudios de Transito” 1.* Vols. 1–3.

National Academy of Sciences. (2000). *Highway Capacity Manual (HCM2000).* Transportation.

Pilamunga P., Marcelo, & David Ríos Insua. (2015). *Un Modelo de Predicción de Tráfico En La Ciudad de Ambato.* Vol. 6.

Quintero-González, J. R. (2017). *Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible.* Ambiente y Desarrollo, 21(40), 57-72.

- Romero, G. A., & Lugo-Morín, D. R. (2018). *El estado del arte de la movilidad del transporte en la vida urbana en ciudades latinoamericanas*. Revista Transporte y Territorio, (19), 133-157.
- Rodríguez Amaya, J. H. *Pasantía apoyo en la construcción de pavimento flexible en vías urbanas del barrio centro en el municipio de Samacá, Boyacá, (proyecto aprobado con recursos del SGR)*.
- Ruiz, B. B., & TACURE, E. (2015). *La congestión Vehicular en la Ciudad de Piura*.
- Saiz Terán, D. (2020). *Microeconomía, economía del transporte: estudio de movilidad y exclusión social*.
- TAHA, H. A. (2004). *Investigación de Operaciones*. Pearson Ed. México.
- Tebaldi, C., & M. West. (1997). "Bayesian Inference on Network." *American Statistical Association* (66).
- UBARNE, Z. F. P., & GIRALDO, M. (2019). *Desarrollo del Proceso de Modelación Matemática en Licenciados en formación de la Universidad del Atlántico, 3*.
- Vásquez Romero, E. J. (2021). *Efecto del uso de un sistema de información en la gestión del proceso de estacionamiento vehicular en un centro hospitalario público de la ciudad de Lima*.
- Villamil Acero, A. C. (2021). *Pasantía desarrollada en la secretaría de infraestructura del municipio de Tunja, apoyo en el mejoramiento de vías urbanas*.
- Zuñiga, S. (2013). "Plan de Movilidad Para La Ciudad de Loja." UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.



Firmado electrónicamente por:
JHONATAN RODRIGO
FARREÑO UQUILLAS

ANEXOS

ANEXO A: FORMATO DE ENCUESTA



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE ADMINISTRACION DE EMPRESAS
ESCUELA DE GESTION DE TRANSPORTE



ENCUESTA

ENCUESTADOR: _____ **FECHA:** _____

N° ENCUESTA: _____

Sector:

Fecha:

Sexo:

Objetivo: Establecer la cantidad de personas que se movilizan en un vehículo en la parte céntrica del Cantón Riobamba, mediante la aplicación del siguiente cuestionario.

1. ¿En la actualidad vive en la ciudad de Riobamba?

Si No

2. A que parroquia pertenece:

Lizarzaburu Veloz

Maldonado Velasco

3. ¿En qué rango de edad se encuentra usted?

18 – 20 21 – 33 34 - 46

47 – 59 60 – 72 73 - 85

4. ¿En qué rango se encuentran sus ingresos promedio mensuales? (USD)

0 – 200 201 – 400 401 – 600

601 – 800 801 - 1000 1001 – 1200

1201 - 1400 Más 1400

5. ¿Qué tipo de transporte ha utilizado para su movilización en los últimos tres meses?

Bus Propio Taxi Moto
Bicicleta Otro Especifique: _____

6. ¿Qué tipo de actividad realiza en el centro de la ciudad?

Laboral Pago de servicios
Asuntos privados Otro Especifique: _____

7. ¿A qué horas ha observado que existe mayor tráfico vehicular en Riobamba?

07:00-09:00 12:00 -14:00 15.00-17:00
18:00- 20:00

8. ¿Qué dificultades tiene al movilizarse por el centro histórico de la ciudad?

Estacionamiento Congestión peatonal
Congestión Vehicular Ninguna

9. ¿Con qué frecuencia utiliza su vehículo para movilizarse?

Diario Pasando un día Cada dos días
Cada cuatro días Pasado más de cuatro días

10. ¿Cuánto tiempo se toma usted desde su casa para llegar al centro de la ciudad? (minutos)

5 – 10 15 - 30
30 – 60 más de 60

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

11:45 – 12:00												
12:00 – 12:15												
12:15 – 12:30												
12:30 – 12:45												
12:45 – 13:00												
13:00 – 13:15												
13:15 – 13:30												
13:30 – 13:45												
13:45 – 14:00												
14:00 – 14:15												
14:15 – 14:30												
14:30 – 14:45												
14:45 – 15:00												
15:00 – 15:15												
15:15 – 15:30												
15:30 – 15:45												
15:45 – 16:00												
16:00 – 16:15												
16:15 – 16:30												
16:30 – 16:45												
16:45 – 17:00												
17:00 – 17:15												
17:15 – 17:30												
17:30 – 17:45												
17:45 – 18:00												
18:00 – 18:15												
18:15 – 18:30												

FIRMA:

ANEXO C: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EN CAMPO



Av. La Prensa y Av. Daniel L. Borja



Av. Daniel L. Borja y Av. Carlos Zambrano



Conflicto vehicular en Horas pico: Av. La Prensa y Veloz y Av. Daniel L. Borja



1^{ra} constituyente y Larrea y 10 de Agosto



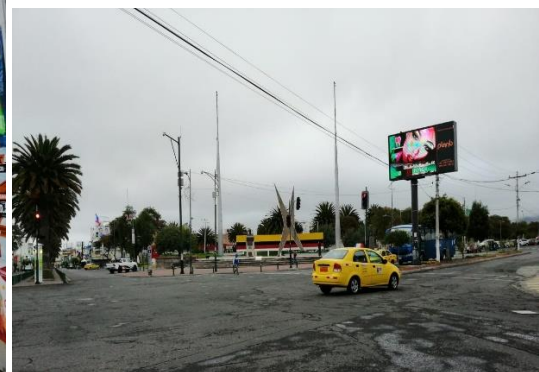
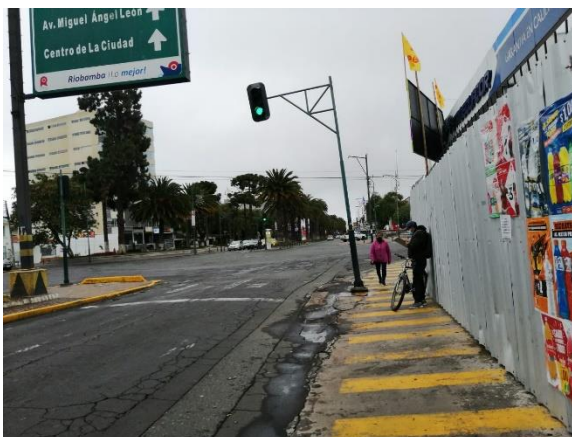
Guayaquil y Larrea



Flujo considerado: Calle Olmedo y Espejo



Villaroel y Velasco



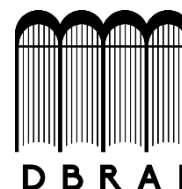
Hora valle (HV): Av. Daniel L. Borja y Av. Carlos Zambrano

Aforo vehicular en área de estudio





**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS
PARA EL APRENDIZAJE Y LA
INVESTIGACIÓN**



**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

Fecha de entrega: 30/ 11 / 2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)

Nombres – Apellidos: ADRIANA ESTEFANÍA BALDEÓN ORDOÑEZ

INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

Facultad: ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

Carrera: GESTIÓN DEL TRANSPORTE

Título a optar: LICENCIADA EN GESTIÓN DEL TRANSPORTE

f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. CPA. Jhonatan Rodrigo Parreño Uquillas. MBA.



Firmado electrónicamente por:
**JHONATAN RODRIGO
PARREÑO UQUILLAS**



30-11-2021
2108-DBRA-UTP-2021