UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE MATRIZ CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico Automotriz

TÍTULO:

“DETERMINACIÓN DEL INDICADOR KILÓMETROS-VEHÍCULO RECORRIDO (KVR) PARA LA CIUDAD DE CUENCA”

AUTORES:

Daniel Alejandro Sarango Moncayo

Pedro Agustín Moncayo Ordoñez

DIRECTOR:

M.I. Javier Stalin Vázquez Salazar

Cuenca – Ecuador

Mayo 2016

CERTIFICO

Que el siguiente trabajo "Determinación del Indicador Kilómetros-Vehículo Recorrido (KVR) para la ciudad de Cuenca" realizado por los estudiantes: Daniel Alejandro Sarango Moncayo y Pedro Agustín Moncayo Ordoñez, fue dirigido por mi persona.

Cuenca, 18 de Mayo de 2016

Ing. Javier Vázquez Salazar

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Sarango Moncayo Daniel Alejandro y Moncayo Ordoñez Pedro Agustín, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí presentado es de nuestra autoría, así como las conclusiones y recomendaciones expuestas, que no ha sido previamente presentado por ningún grado o calificación profesional e indicamos que hemos consultado todas las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Los autores del presente trabajo de tesis ceden a la Universidad Politécnica Salesiana, con fines exclusivamente de investigación y docencia, los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo para la transformación, reproducción y comunicación pública del mismo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la Normativa Institucional Vigentes.

Daniel Alejandro Sarango Moncayo

Pedro Agustín Moncayo Ordoñez

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por permitirme tener un día más de vida y por darme las fuerzas para seguir cumpliendo mis objetivos, a mis padres Luis Sarango y Norma Moncayo, a mi abuela materna Clemira, a mis queridos hermanos Daniela, Aarón y Joel a todos ellos que por su apoyo incondicional y confianza han sido la fortaleza para finalizar con mis estudios. A mis profesores, compañeros y amigos que han sido la guía en mi periodo de estudio universitario para terminar con este proyecto.

Daniel Alejandro Sarango Moncayo

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.
A mis padres Pedro Moncayo y Nelly Ordoñez, por darme la vida, creer en mí y apoyarme en esta trayectoria.
A mis amigos, por compartir cada experiencia durante mi vida universitaria.
Gracias por hacer mi sueño realidad y cumplir mi meta.

Pedro Agustín Moncayo Ordoñez

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por darnos las bendiciones para poder finalizar una meta más en nuestras vidas, a nuestras familias por el amor y apoyo constante que siempre nos han brindado.

Un agradecimiento al M.I Javier Stalin Vázquez Salazar, Director de tesis, por sus conocimientos impartidos durante el desarrollo de esta tesis.

Al personal de la ANT, que supo contribuir con la información necesaria para el perfeccionamiento de la tesis.

Al personal de la: EMOV – EP, CONCUENCA, EMPRESA ELÉCTRICA CENTRO SUR, UNIVERSIDAD DEL AZUAY, POLICÍA NACIONAL (LOGÍSTICA), ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE CUENCA , ETAPA- EP que supo contribuir con la información necesaria.

Al Ing. Pedro Cabrera, que nos supo contribuir con su colaboración y liderazgo.

Al Sr. Bolívar Sucuzhañay, que supo contribuir con su ayuda para el desarrollo de este proyecto.

Daniel Alejandro Sarango Moncayo

Pedro Agustín Moncayo Ordoñez

RESUMEN

En este documento se presentan los resultados de un estudio de los kilómetros recorridos por vehículos clasificados en: Automóvil, Jeep, Camioneta, Bus y Taxis que circulan en la ciudad de Cuenca. Para la obtención del indicador KVR se procedió a utilizar la metodología de medición del instrumento odómetro, la cual consiste en un registro de kilómetros transitados en la ciudad, por el tiempo de una semana. Los resultados muestran una diferencia entre los diferentes tipos de automotores de estudio, por lo que la metodología y el análisis estadístico se consideran adecuados para los fines de este estudio.

Estas situaciones deben ser regularizadas y llevadas a base de un control de registro, entonces se origina la necesidad de trabajar con información estadística que permita generar un indicador sobre el promedio de los Kilómetros Vehículo-Recorridos (KVR) para los tipos de transporte de mayor peso en uso, como son: carros particulares, taxis y unidades de transporte urbano, Cuenca no posee entre sus medidas de control, un estudio que permita conocer este indicador, por lo tanto la importancia de este trabajo, el cual permite enfocar posibles medidas de control consideradas por las autoridades.

El desarrollo de estudio es llevado a través de una metodología de tipo cuantitativa, una forma simple pero eficiente aplicado a una muestra proporcionada considerando el volumen total de la flota automotriz de Cuenca.

El análisis de las mediciones, permite generar un valor promedio de los kilómetros recorridos para cada uno de los tres tipos de transportes estudiados. A base de estimaciones se formula el indicador KVR.

Abstract

In this document it presents the results of a study of the kilometers covered by a vehicle classified in: Car, a truck, SUV, Bus and Taxis that circulate in the city of Cuenca. For the securing of the indicator KVR one proceeded to use the methodology of measurement of the instrument odometer, which consists of a record of kilometers journeyed in the city, in the time of one week. The results show a difference between the different types of railcars of study, by what the methodology and the statistical analysis are considered to be adapted for the ends of this study.

These situations must be regularized and taken by means of a record control, then there originates the need to work with statistical information that allows to generate an indicator on the average of the Kilometers Vehicle (KVR) for the types of transport of major weight in use, as they are: particular cars, taxis and units of urban transport, Cuenca does not possess between its control measurements, a study that allows to know this indicator, therefore the importance of this work, which allows to focus possible measurements of control considered by the authorities.

The study development is taken across a quantitative methodology of type, a simple but efficient form applied to a proportionate sample considering the entire volume of the self-propelled fleet of Cuenca.

The analysis of the measurements, it allows to generate an average value of the kilometers covered for each of three types of studied transports.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS XII

ÍNDICE DE TABLAS XIV

ÍNDICE DE ECUACIONES XVI

CAPITULO 1 1

1. **ANALIZAR LAS DIFERENTES METODOLOGÍAS PARA LA MEDICIÓN Y USO DEL KVR.** 1

1.1 Definición del KVR. 1

1.2 Para qué sirve el KVR. 1

1.3 Aplicación del KVR. 2

1.3.1 Estimar las emisiones de los vehículos automotores 2

1.4 Variables relacionadas con el cálculo del KVR. 3

1.4.1 Variables afines con el vehículo: 4

1.4.2 Variables relacionadas con el uso del vehículo: 4

1.4.3 Variables conexas con el usuario del vehículo: 4

1.4.4 Variables relacionadas al tipo de carretera: 4

1.4.5 Variables relacionadas con la ubicación: 4

1.5 Metodología para el cálculo del KVR. 5

1.5.1 Las metodologías comprenden: 5

1.5.2 Medidas de densidad de tráfico. 6

1.5.2.1 Tecnologías convencionales "in situ" 6

1.5.2.2 Los datos flotantes del vehículo (FCD) 7

1.5.2.3 FDC Basado en teléfono celular. 8

1.5.2.4 Valoración de flujo del tráfico anual y volumen de tráfico. 9

1.5.3 Lectura del Odómetro. 10

1.5.3.1 Error de odómetro. 10

1.5.4 Método de encuesta hogares/conductores. 11

1.5.4.1 Métodos de muestreo. 11

1.5.4.2 Métodos de encuesta. 12

1.5.4.3 La cobertura de las estadísticas..... 13

1.5.5 Método de medición de venta de combustible. 13

1.5.5.1 Categorías de Carreteras 14

1.6 Ventajas y Desventajas de las metodologías presentadas. 14

1.7 Experiencia obtenida en otros países del indicador KVR..... 15

1.8 Valores obtenidos del indicador KVR. 19

1.9 Argumento estadístico. 20

1.9.1 Estadística Descriptiva. 20

1.9.2 Minitab. 26

CAPITULO 2 27

2. GESTIONAR DATOS PARA EL ESTUDIO Y GENERAR INDICADORES E INSTRUMENTACIÓN VEHICULAR. 27

2.1 Introducción. 27

2.2 Justificación de la metodología utilizada. 28

2.3 Metodología. 29

2.4 Título de la Metodología. 30

2.5 Universo de Estudio. 30

2.5.1 Aumento de la flota vehicular en la ciudad de Cuenca. 31

2.5.2 Tasa de crecimiento vehicular de la ciudad de Cuenca. 31

2.6 Clasificación del Universo. 32

2.6.1 Vehículos particulares que SI se consideran para el estudio. 33

2.6.2 Vehículos particulares que NO se consideran para el estudio..... 34

2.6.3 Buses y Taxis en la Ciudad de Cuenca. 35

2.6.4 Indicadores. 36

2.7 Determinación de la muestra. 39

2.7.1 Fórmula para el cálculo de la muestra. 40

2.7.2 Cálculo de la muestra para vehículos particulares. 40

2.7.3 Cálculo de la muestra para unidades de taxis. 41

2.7.4 Determinación de la muestra para unidades de buses 41

2.7.5 Cálculo de la muestra para unidades de instituciones públicas... 41

2.7.6 Tamaños de muestras para los tres tipos de vehículos objetos de estudio. 42

2.8 Factor de Ponderación para las clases de vehículos. 42

2.8.1 Vehículos Particulares. 43

2.8.2 Unidades de Taxis. 43

2.8.3 Unidades de Buses. 44

2.9 Elaboración de modelo de encuesta, registro de kilómetros. 45

2.10 Distribución Poblacional para Aplicación de la Encuesta. 46

2.11 Consideraciones para el Registro de Datos. 46

2.12 Aplicación de la Encuesta. 47

2.12.1 Vehículos particulares. 47

2.12.2 Unidades de Taxis. 47

2.12.3 Unidades de Buses. 47

2.13 Geo-Referencia de las líneas de buses de transporte público. ... 48

CAPITULO 3 50

3. ANALIZAR EL RESULTADO, ESTIMACIÓN DE FACTOR KVR. . 50

3.1 Introducción 50

3.2 Análisis de vehículos particulares. 51

3.2.1 Modelo: Automóvil 51

3.2.2 Modelo: Camioneta 53

3.2.3 Modelo: Jeep 55

3.3 Análisis de unidades de Taxis. 57

3.3.1 Automóvil 57

3.4 Análisis de unidades de Buses. 59

3.4.1 Bus 59

3.5 Análisis de unidades de Instituciones Públicas. 62

3.5.1 Modelo: Automóvil. 63

3.5.2 Modelo: Camioneta. 65

3.5.3 Modelo: Jeep 67

3.6 Promedio de kilómetros recorridos para diferentes ocupaciones que se desempeñan en la ciudad de Cuenca..... 69

3.7 Indicador kilómetros-vehículo recorrido (KVR) para la ciudad de Cuenca.…….70

3.8 Conclusiones. 72

3.9 Recomendaciones. 74

3.10 Referencias...... 75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Métodos usados para la estimación del (KVR).....5

Figura 2: Sistema de comunicación GPS.....8

Figura 3: Metodología para obtención KVR en Canadá.....16

Figura 4: Gráfica de Dispersión.....24

Figura 5: Histograma. 25

Figura 6: Sesgos de la Campana de Distribución Normal. 25

Figura 7: Flujo-grama de la Metodología Lectura del odómetro por medio de un registro de kilómetros.....29

Figura 8: Aumento de la flota de vehículos matriculados desde el año 2013 hasta el año 2015 en la Ciudad de Cuenca. 31

Figura 9: Tasa de crecimiento de la flota de vehículos matriculados desde el año 2013 hasta el año 2015 en la Ciudad de Cuenca. 31

Figura 10: Distribución por marca de las unidades de taxis en la Ciudad de Cuenca. Elaboración propia 35

Figura 11: Distribución por número de unidades que pertenecen a las diferentes cooperativas de transporte urbano de la ciudad de Cuenca.....36

Figura 12: Distribución del parque automotor Transporte Público vs Transporte Particular para la Ciudad de Cuenca. 37

Figura 13: Distribución del parque automotor según su clase para la ciudad de Cuenca.....38

Figura 14: Porcentaje del parque automotor de la ciudad de Cuenca según, el tipo de combustible: Diésel vs Gasolina. 39

Figura 15: Primera parte del modelo de registro. 45

Figura 16: Segunda parte del modelo de registro. 45

Figura 17: Recorrido de la Línea 7 48

Figura 18: Recorrido de la Línea 28 49

Figura 19: Recorrido de la Línea 18 49

Figura 20: Kilómetros en vehículos particulares tipo automóvil……52

Figura 21: Kilómetros en vehículos particulares tipo camioneta……54

Figura 22: Kilómetros en vehículos particulares tipo jeep……..56

Figura 23: Kilómetros en vehículos unidades de taxis……58

Figura 24: Kilómetros recorridos en vehículos unidades de buses……..60

Figura 25: Análisis Anova para vehículos unidades de buses…….61

Figura 26: Kilómetros para vehículos tipo automóvil de instituciones públicas……..63

Figura 27: Kilómetros para vehículos tipo camioneta de instituciones públicas……..65

Figura 28: Kilómetros para vehículos tipo jeep de instituciones públicas……68

Figura 29: Kilómetros Vehículo Recorrido, obtenidos durante el levantamiento de datos desde el ámbito ocupacional. **……..**69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Marcos de Muestreo. 11

Tabla 2: Ventajas y Desventajas de las metodologías para la obtención del indicador KVR. 14

Tabla 3: Observaciones asignadas la Variable xi..... 20

Tabla 4: Datos para Tabla de Frecuencias. 20

Tabla 5: Tabla de Frecuencias. 21

Tabla 6: Medidas de Tendencia Central o de Posición..... 22

Tabla 7: Medidas de Dispersión..... 23

Tabla 8: Vehículos matriculados del año 2013 hasta el año 2015 en la Ciudad de Cuenca..... 30

Tabla 9: Clasificación de Vehículos Matriculados del año 2015. 32

Tabla 10: Clasificación del número de vehículos particulares matriculados del año 2015, considerados y no considerados para el estudio..... 32

Tabla 11: Clasificación de vehículos que SI se consideran para el estudio..... 33

Tabla 12: Clasificación de vehículos que NO se consideran para el estudio..... 34

Tabla 13: Factores de Cálculo para el tamaño de muestra para vehículos particulares. 40

Tabla 14: Factores de Cálculo para el tamaño de muestra para unidades de taxis. 41

Tabla 15: Factores de Cálculo para el tamaño de muestra para vehículos particulares. 41

Tabla 16: Tamaños de muestra para los 3 tipos de vehículos objetos de estudio. 42

Tabla 17: Factor de ponderación para vehículos particulares..... 43

Tabla 18: Factor de ponderación para unidades de taxis. 43

Tabla 19: Factor de ponderación para unidades de buses. 44

Tabla 1: Vehículos particulares de tipo automóvil…….51

Tabla 21: Cálculo de las medidas de tendencia para automóviles……...52

Tabla 22: Vehículos particulares de tipo camioneta……53

Tabla 23: Cálculo de las medidas de tendencia para camionetas……....54

Tabla 24: Vehículos particulares de tipo jeep……..55

Tabla 25: Cálculo de las medidas de tendencia para Jeep. …….56

Tabla 26: Vehículos unidades de taxis…….57

Tabla 27: Cálculo de las medidas de tendencia para taxis……58

Tabla 28: Vehículos unidades de Buses……59

Tabla 29: Vehículos de Instituciones Públicas de tipo automóvil……....63

Tabla 30: Cálculo de las medidas de tendencia automóvil instituciones públicas……..64

Tabla 31: Vehículos de Instituciones Públicas de tipo camioneta……65

Tabla 32: Cálculo de las medidas de tendencia camionetas instituciones públicas……..66

Tabla 33: Vehículos de Instituciones Públicas de tipo jeep…….67

Tabla 34: Cálculo de las medidas de tendencia camionetas instituciones públicas……...…...68

Tabla 35: Valores del Indicador KVR para los diferentes tipos de vehículos considerados para el estudio……...70

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Estimación de las emisiones……3

Ecuación 2. El cálculo de Kilómetros Vehículo Recorrido de conteo de tráfico TPDA……...9

Ecuación 3.Número Impar de Datos…….23

Ecuación 4.Número Par de Datos…….23

Ecuación 5. Media o Media Aritmética……..…...23

Ecuación 6. Rango……23

Ecuación 7. Varianza de la muestra…….…….24

Ecuación 8. Desviación estándar de la muestra…….……..24

Ecuación 9. Coeficiente de Asimetría de Fisher……...26

Ecuación 10.Fórmula para el cálculo de la muestra……...….40

CAPITULO 1

1. ANALIZAR LAS DIFERENTES METODOLOGÍAS PARA LA MEDICIÓN Y USO DEL KVR.

1.1 Definición del KVR.

Es un indicador el cual define un promedio de la cantidad de kilómetros o millas recorridos por un vehículo o por una flota de vehículos para una zona geográfica específica, en un determinado tiempo, que pueden ser días, meses o año. Definido por (Góngora Pérez, 2012, pág. 7).

El incremento de la producción automotriz, según (Góngora Pérez, 2012) permite que se produzca la necesidad de obtener información estadística, para observar e idealizar el incremento del volumen de tráfico dentro de un casco urbano como fuera del mismo. Es entonces en donde se lleva a cabo la medición de Kilómetros Vehículo Recorridos, la cual es de importancia debido a múltiples usos como son: elaboración de políticas a nivel nacional e internacional, gestión de la infraestructura y planificación urbana, gestión del tráfico y transporte, reducir accidentes de tráfico, cuestiones ambientales de sustentabilidad, los mismo que son indicados según (Góngora Pérez, 2012).

Este parámetro es de crucial importancia para el desarrollo de la movilidad y calidad ambiental en otros países, debido al amplio uso que este indicador puede ofrecer, es usado ya desde hace mucho tiempo e iniciándose en países como Estados Unidos, Canadá, Australia y algunas regiones de Europa.

Cada vez son más las autoridades correspondientes de los diferentes estados, que adoptan el uso de este indicador para proporcionar un aporte para la orientación de cuanto es el uso del automóvil, lo cual permite la comparación entre las diferentes regiones y por lo tanto permite implementar las medidas correspondientes para la mejora del crecimiento económico y de la gestión ambiental.(Góngora Pérez, 2012).

1.2 Para qué sirve el KVR.

Las cifras generadas por el KVR, entregan información estadística esencial acerca de la cantidad o volumen de tráfico de una muestra de vehículos en

circulación, en tiempos específicos de medición para una determinada zona geográfica. Esta información al ser un indicador cuantificable fácilmente puede ser comparado con mediciones similares a nivel internacional, lo cual puede impulsar el crecimiento y desarrollo de diferentes campos como: sector transportista, gestión ambiental, políticas de seguridad vial. De acuerdo a (Góngora Pérez, 2012, pág. 9).

Debido al crecimiento económico de una determinada urbe, uno de los aspectos más relevantes y de gran peso para el uso de los datos KVR, es crear una movilidad sostenible considerando los siguientes factores:

- Planes de gestión ambiental.
- Elaboración de políticas a nivel nacional.
- Uso eficiente de recursos derivados de petróleo
- Inversiones en mejoras de arterias para el transporte.

1.3 Aplicación del KVR.

A menudo se utiliza como un indicador de tráfico o demanda de tráfico y por consiguiente se utiliza para indicar patrones de movilidad y tendencias de viaje, para con ello poder tener una perspectiva de la realidad del Transporte y Movilidad.

El KVR cumple un papel importante en la toma de decisiones esenciales como el cumplimiento de la calidad del aire, mantenimiento de caminos, subsidio de combustibles, los riesgos de accidentes, desgaste de los neumáticos, gestión del tráfico y del transporte, la ordenación del territorio, asignación de recursos, estimación de emisiones de vehículos, informática de consumo, evaluación de impacto vial, inversión de infraestructura, política de seguridad vial etc.

1.3.1 Estimar las emisiones de los vehículos automotores.

Las fuentes móviles de contaminación incluyen a todos los vehículos que tienen los documentos legales para la circulación en las diferentes vías del país.

Para poder estimar las emisiones producidas por los vehículos automotores se toma en cuenta el kilometraje recorrido por los distintos automotores y la tasa promedio de contaminantes emitidos durante el desplazamiento del vehículo.

Para la realización de las estimaciones se necesita utilizar la metodología de Factores de emisión según (Castro & Escobar, 2006) para lo que se requiere los datos de actividad vehicular que se desarrolle en el lugar donde se desea calcular y el factor de emisiones que tenga vinculación con la actividad vehicular.

Ecuación 1. De acuerdo a(Castro & Escobar, 2006, pág. 58) para estimación de las emisiones se calcula a través de la ecuación.

$$E_i = (FE_i)x(KVR)x(NVA) \qquad Ecu\ (1)$$

E_i = Emisiones totales del contaminante i, [g/año]

FE_i = Factor de emisión del contaminante i, [g/km]

KVR = Kilómetros recorridos por vehículo, [km/año]

NVA = Número de vehículos según categoría y año de modelo

Los datos relacionados con actividad vehicular se utilizan a los Kilómetros Recorridos por Vehículo (KVR).

Los factores de emisión se expresan en unidades de gramo de contaminante por (KVR).

1.4 Variables relacionadas con el cálculo del KVR.

La demanda de información sobre los KVR depende mucho de diversas variables siendo: la principal la distancia recorrida por el vehículo, la ruta utilizada desde el origen a destino de los vehículos de muestra, información relevante sobre la clasificación de los vehículos automotores identificados mediante características generales de diseño y uso.

La edad del vehículo es una variable valiosa para la estimación de las emisiones.

Variables a considerar según (Marly Odekerken-Smeets; Olga Kastlova & Sylvie Mabile;Lars Klit Reiff;Peter Smeets;Erik Grib, 2007) & (Góngora Pérez, 2012) es necesario el análisis.

1.4.1 Variables afines con el vehículo:

- Tipo de vehículo pudiendo ser: (automóviles, furgoneta, Tráiler, Volqueta, autobús, moto, otros)
- Edad del automotor.
- Tipo de combustible existente en el lugar de muestra pudiendo ser: (gasolina, diésel, biodegradable, gas licuado de petróleo (GLP)
- Eficiencia en el sistema de inyección.
- Peso bruto del vehículo especificaciones técnicas dadas por el fabricante : (vehículo vacío peso y capacidad de carga)
- Par y Potencia del motor.

1.4.2 Variables relacionadas con el uso del vehículo:

- Razones para el uso: (privados, negocio, uso recreativo).

1.4.3 Variables conexas con el usuario del vehículo:

- Edad (mayor de edad o permiso especial).
- Género o Sexo.
- Experiencia de conducción.
- Licencia de conducir.
- Licencia de conducir especial por tipo de automóvil.
- Grupo de ingresos.

1.4.4 Variables relacionadas al tipo de carretera:

- Vías de alta velocidad
- Autopistas
- Principales y Secundarias
- (Túneles, Nodos ,Puentes)

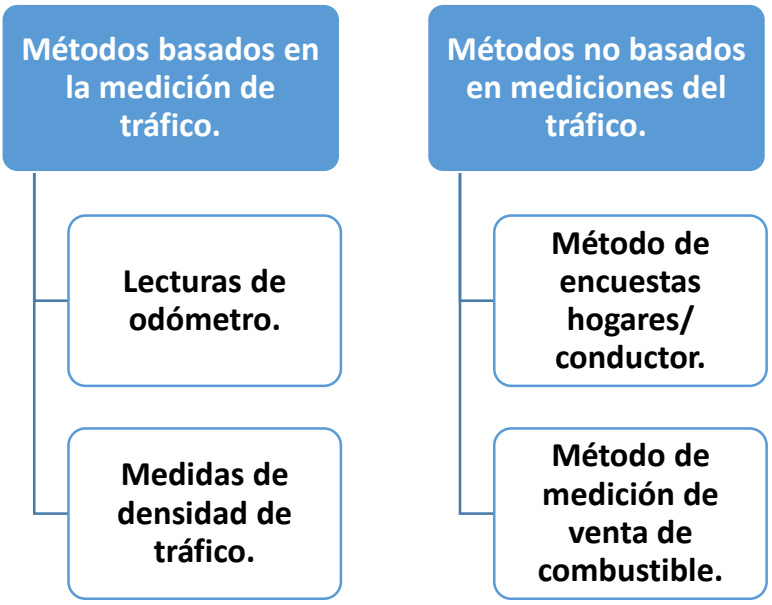
1.4.5 Variables relacionadas con la ubicación:

- Dentro o fuera de las zonas o áreas urbanas o rurales.

1.5 Metodología para el cálculo del KVR.

En la metodología para el cálculo del KVR, en realidad lo que se calcula es una estimación del indicador, se puede calcular de las siguientes formas:

Figura 1: Métodos usados para la estimación del (KVR).



Fuente:(Góngora Pérez, 2012, pág. 13).

1.5.1 Las metodologías comprenden:

- Calcular la fracción total de kilómetros recorridos por cada tipo de vehículo y tipo de combustible, utilizando los datos suministrados por las entidades de movilidad y transporte por tipo de vehículo y tipo de combustible.
- Realizar encuestas (levantamiento de datos) en las que los usuarios llenen los datos de cuantos kilómetros recorren diariamente.
- Instrumentación de los distintos vehículos por cada tipo de vehículo (GPS).
- Se utiliza una técnica de muestreo estadístico para poder obtener información del tráfico.
- Clasificación de categorías de vehículos para el lugar a realizar la obtención del KVR.
- El número promedio de los vehículos de la flota en un año determinado.

1.5.2 Medidas de densidad de tráfico.

1.5.2.1 Tecnologías convencionales "in situ"

Este tipo de metodología llamada también tecnología convencional "in situ" se refieren a los datos de tráfico medidos por los diferentes medios tecnológicos disponibles como detectores, sensores etc.

Dependiendo del tipo de carretera, clima, lugar geográfico, los mismos que son colocados a lo largo del borde de la carretera en lugares estratégicos, ya sean vías de primer orden o segundo que se consideren para la investigación.

Las tecnologías relacionadas de cuenta de tráfico de acuerdo a(U.S Department of Transportation, 2013)&(Leduc G. , 2008, págs. 3,5,7)pueden ser divididas en dos categorías: intrusivos y no intrusivos.

Métodos intrusivos

Todos estos instrumentos de medición son usados por la (U.S Department of Transportation, 2013)es una guía de monitoreo de tráfico, en la cual se utiliza diversos instrumentos para obtener valores que podamos usar para obtener datos, de los cuales se describen a continuación han sido obtenidos de (Office of Highway Information Management Federal Highway Administration, 1996).

Tubos neumáticos de carretera: tubos de goma se colocan a través de los carriles de la carretera para detectar vehículos de los cambios de presión que se producen cuando un neumático de vehículo pasa por encima del tubo.

El pulso de aire que se crea es registrado y procesado por un contador situado en el lado de la carretera.

Sensores piezoeléctricos: Los sensores se colocan en una ranura a lo largo de la superficie del camino seguimiento. El principio es convertir la energía mecánica en eléctrica energía. De hecho, la deformación mecánica del material piezoeléctrico modifica la densidad de la carga del material de la superficie para que aparezca una diferencia de potencial entre los electrodos.

Métodos no intrusivos.

Conteo Manual: En este caso los observadores entrenados recopilar datos de tráfico que no pueden ser eficientemente obtenido a través de la automatización de vehículos tasa de ocupación, los peatones y vehículos clasificaciones.

Los más comunes equipos utilizados son hoja de cómputo, mecánica mesas para el escrutinio y recuento electrónico sistemas a bordo.

Activos y Pasivos infra-rojo: La presencia, la velocidad y el tipo de vehículos se detectan basándose en la energía infrarroja procedente de la zona de detección. Los principales inconvenientes son el rendimiento durante el mal tiempo, y cobertura de la vereda limitada.

Sensores magnéticos: Están fijados en el marco o en la parte superior de la plataforma. Cuentan el número de vehículos, el tipo y la velocidad. Sin embargo, en condiciones de funcionamiento los sensores pueden tener dificultades para diferenciar entre espaciados los vehículos.

1.5.2.2 Los datos flotantes del vehículo (FCD)

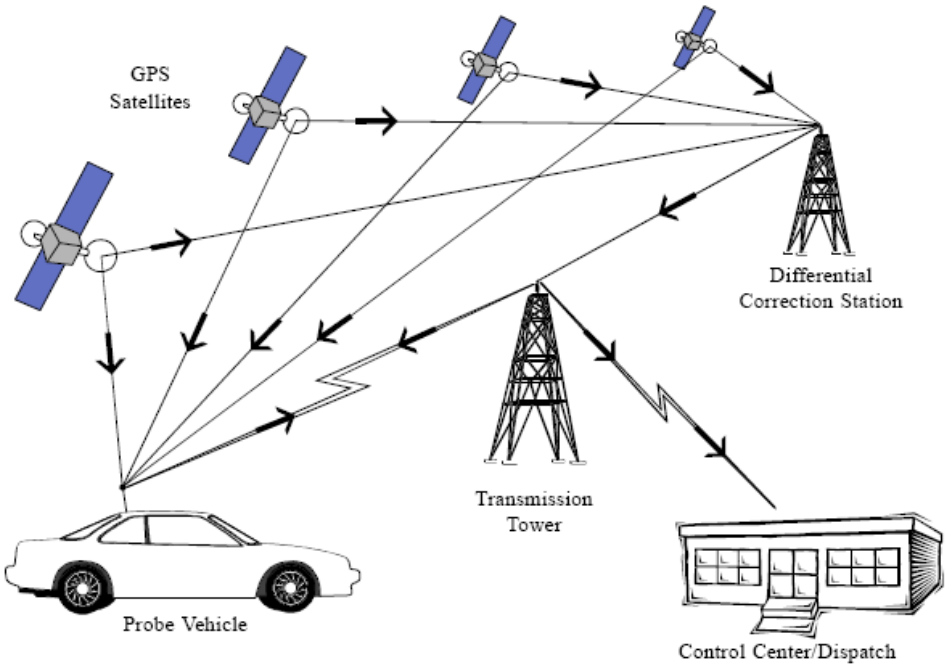
El principio de este método es la de recopilar datos de tráfico en tiempo real por lo que se necesita que el automotor disponga de GPS o un teléfono móvil, que actúa como un sensor dándonos información real a cada momento de los kilómetros que recorren un vehículo método que se puede utilizar en la red vial del país esta es una metodología nueva que es más factible según Leduc (2008) para realizar la recopilación de datos.

Con este método se puede obtener datos adicionales como ubicación, velocidad y dirección de desplazamiento del vehículo, datos que después serán tabulados e interpretados.

Debido al avance en la tecnología cada vez es más accesible el uso del GPS en los automotores, por lo que para el estudio es necesario tener vehículos equipados con estos sistemas.

“Al contrario de sistemas basados en GPS y detectores de tráfico inmóvil, sin dispositivo especial/hardware es necesario en el caso de los automóviles y no hay infraestructura específica debe ser construido a lo largo de la carretera. Por lo tanto, es menos costoso que los detectores convencionales y ofrece una mayor capacidad de cobertura”. (Leduc, 2008).

Figura 2: Sistema de comunicación GPS.



Fuente:(Leduc G. , 2008, pág. 6)

1.5.2.3 FDC Basado en teléfono celular.

Vivimos en una época en la que la mayoría de las personas que son conductores de vehículos poseen teléfono móvil y otros dispositivos los cuales se pueden utilizar como sondas de tráfico anónimo.

El posicionamiento del móvil es regularmente transmitido a la red generalmente por medio de triangulación o por otras técnicas y luego los tiempos de viaje y otros datos se pueden estimar en una serie de segmentos de carretera antes de ser convertida en información útil mediante centros de tráfico.

1.5.2.4 Valoración de flujo del tráfico anual y volumen de tráfico.

Promedio anual de tráfico diario (TPDA, por sus siglas en ingles)

Esta metodología lo que busca es tener un promedio durante un año de los vehículos que circulan por un punto en común en una determinada sección del carretero cada día termino que se expresa en vehículos por día.

De acuerdo a (Leduc G. , 2008)para el cálculo de TPDA se basan generalmente en datos resultantes de dos tipos de cuentas: tráfico automático permanente cuenta y cuenta el tráfico de corto periodo.

El cálculo de Kilómetros Vehículo Recorrido de conteo de tráfico es básicamente: la TPDA de cada sección de carretera solo se multiplica por la longitud de la sección referida. (Kastlova (CzechRepublic), O. 2007)

Según (Kastlova (CzechRepublic), O. 2007, p.13), Total General es el número total de KVR en las carreteras viene dada por;

Total de Kilómetros Vehículo Recorrido =

$$365\ x \sum_{s=1}^{n} AADT_S x L_S \qquad Ecu\ (2)$$

Donde:

n = es el número total de tramos viales,

s = es la sección real

L = es la longitud de la sección

365 = es el número de días en un año.

Esto se basa en un conteo del tráfico, incluyendo tanto vehículos de la localidad como de fuera de ella ya no será posible separa vehículos por localidad.

1.5.3 Lectura del Odómetro.

Para la aplicación de esta metodología se utiliza la inspección vehicular regular, del instrumento odómetro, para la verificación de los kilómetros recorridos por los distintos automotores.

Primero se obtiene la distancia promedio recorrida por los vehículos de la muestra y luego se multiplicada por el número de vehículos de carretera.

"Se utiliza principalmente por los países bajos, Dinamarca, Letonia y Suiza." (The United Nations Economic Commission for Europe (UNECE, 2007).

Existen dos fuentes de datos esenciales según (UNECE, 2007)para el cálculo de los kilómetros vehículo total del odómetro:

- Odómetro más confiable.
- El número de vehículos en la flota en un momento dado.

"Si es posible, se utiliza el período entre dos pruebas; Si no se utiliza la edad del vehículo. Se calculan los kilómetros promedio por día para todos los vehículos en cuestión, y esta cifra se multiplica por el número de vehículos registrados del mismo tipo. Esto da el volumen de tráfico diario (vehículos-kilómetros por día) que fácilmente se convierte en volumen de tráfico anual multiplicando por el número de días del año."(UNECE, 2007)

1.5.3.1 Error de odómetro.

De acuerdo a (A.Pozo-Ruz, M.C.García-Alegre, A.Ribeiro, L.García, D.Guinea, F.Sandoval)estos errores tienen su origen en deslizamientos de las ruedas, desajustes en el alineamiento, existencia de más de un punto de contacto entre la rueda y el suelo, baja resolución de un sensor o baja frecuencia de muestreo. De todos los errores, sólo aquellos debidos a imperfecciones en el diseño mecánico y sensorial del vehículo se mantienen constantes, pudiendo ser eliminados en el proceso de calibrado.

El error obedece fundamentalmente a las derivas y al factor de escala que dependen del número de giros que realiza el vehículo y de la amplitud de los mismos, respectivamente.

Sin embargo, ambos errores tienen carácter sistemático y pueden eliminarse con una calibración. Aunque menos frecuentes, pues en la mayoría de las aplicaciones el vehículo cambia su aceleración en un intervalo pequeño o bien se mueve a velocidad constante, las aceleraciones bruscas también pueden ser una fuente de error para este tipo de sensores.

En definitiva, una vez eliminados los errores sistemáticos, se puede considerar que las medidas de los odómetros son aceptables.

1.5.4 Método de encuesta hogares/conductores.

La siguiente metodología, según (UNECE, 2007)es recolectar información acerca del propietario de vehículo, información descriptiva del vehículo, además de la distancia que el mismo recorre en kilómetros.

1.5.4.1 Métodos de muestreo.

Del tamaño total de la población se subdivide en unidades de muestreo de tal manera que cada componente en la población pertenece a una y solo una unidad. Según (UNECE, 2007) la construcción de la muestra es uno de los principales problemas con este tipo de encuesta, además establece que la lista de unidades pueden ser personas, familias, hogares, empresas.

Marcos de muestreo se plantea en la **Tabla 1.**

Tabla 2: Marcos de Muestreo.

Las personas físicas residentes	Las personas jurídicas residentes (empresas)
Propietarios de vehículo-residentes	Propietarios de la empresa residente con vehículo

Fuente: (UNECE, 2007, pág. 21)

Algunos países no cuentan con un registro actualizado de su población debido a que los censos no se realizan cada año, pero tales países pueden basar la encuesta en la lista de hogares, direcciones o números de teléfono de un lugar. De forma alternativa estos países o a su vez ciudades se pueden dividir en territorios más pequeños como distritos postales por ejemplo, y bien todas las personas de la unidades de muestreo pueden ser encuestadas esto es denominado muestreo por conglomerados. (UNECE, 2007, pág. 21).

1.5.4.2 Métodos de encuesta.

Los encuestados pueden ponerse en contacto en varias maneras, según (UNECE, 2007, pág. 22)

- Encuesta postal.
- Encuesta telefónica.
- Cara a cara entrevista.

a). Encuesta postal.

El costo de recolección de datos será aproximadamente el mismo para todas las unidades que conforman la muestra, pero la calidad de información o respuestas útiles dependerá de la frecuencia de que el vehículo sea propiedad de la población, es decir pertenezca a un usuario que cumpla con las características que se plantearon para la muestra. Por lo tanto es mejor utilizar un registro de la zona donde se indica vehículos-propietarios, por ejemplo registros de clientes de estacionamientos, concesionarios de automóviles o garajes, esto con el fin d reducir unidades que no son de interés para el estudio.

La encuesta postal es un método muy útil para registros con formularios sencillos, en donde los encuestados pueden llenar el mismo de forma rápida y concreta sin tener que leer instructivos, las preguntas que conforman esta encuesta se explican por sí mismas, recordatorios se deben enviar para aumentar la tasa de respuestas y evitar sesgos en la recolección, esto debido a que existen tasas de respuestas más bajas de algunos segmentos de muestra.

b). Encuesta telefónica.

Esta pueden ser cortas para aquellas unidades de la muestra que no poseen vehículos, este caso la entrevista puede ser restringida a la información utilizada para la estimación, por ejemplo tamaño del hogar, la edad de los miembros de hogar.

A través de teléfono se podría explicar el objetivo de la encuesta, podría motivarlos a participar. Estas entrevistas no deben ser cansadas para los encuestados, esto podría generar a que se aburran y busquen ponerle un final a la conversación

c). Cara a cara entrevista.

Método que se usa para entrevistas largas y complicadas, en donde los beneficios de estar presente, aclarando alguna duda mientras se realiza la encuesta superan relativamente los altos costos de viajes y transporte, en este caso el muestreo por conglomerados reduce considerablemente los gastos de viaje de los entrevistadores.

1.5.4.3 La cobertura de las estadísticas

Estudios que se realizan con encuestas de movilidad de pasajeros se enfoca a personas residentes, por lo general se obtiene información de cada viaje durante un periodo determinado, estos viajes se pueden desglosar en actividades para realizar trabajo, escuela, compras, ocio, etc. Viajes individuales se pueden dividir en etapas dependiendo del transporte utilizado.

1.5.5 Método de medición de venta de combustible.

Lo principal es tener en cuenta las múltiples fuentes de datos para estimar, en un proceso iterativo, tanto el consumo de tráfico y de combustible.

Según (UNECE, 2007) el objetivo es tener un conjunto coherente (anual) de cifras que proporcionen:

Por una parte.

- Datos físicos en el volumen de tráfico nacional.
- Consumo por kilómetro
- Consumo total de combustible

1.5.5.1 Categorías de Carreteras

Según (UNECE, 2007, pág. 47), el trafico puede ser dividido por diferentes categorías, si el recuento de trafico está disponible.

Si el índice de tráfico sólo cubre la red principal de carreteras, el tráfico en las carreteras locales puede estimarse de la diferencia (y, dependiendo de los resultados, esta descomposición puede desencadenar nueva visita de las estimaciones de tráfico inicial).

1.6 Ventajas y Desventajas de las metodologías presentadas.

Tabla 3: Ventajas y Desventajas de las metodologías para la obtención del indicador KVR.

Metodología	Ventajas	Desventajas
Lectura del Odómetro	Genera cálculo de números más exactos. Mayor número de muestras en relación a otras metodologías.	No permite obtener datos geográficos. Inspección periódica del instrumento de medición odómetro.
Densidad de tráfico	Suministra datos clasificados por caminos, vehículos, periodo de tiempos. Proporciona datos relevantes a cerca de las regiones geográficas.	Costo económico alto Los vehículos de muestra tienen que disponer de dispositivos de localización satelital.

Método de encuesta hogares/conductores	Mejor dispersión de la muestra. Mayor información sobre el vehículo de muestra.	La calidad de la información dependerá de que la persona que responda la encuesta sea el dueño del vehículo. Dificultad en el registro actualizado de la población.
Método de medición de venta de combustible	No necesita de registro de datos para su obtención. Provee una estimación anual.	Se debe medir el consumo medio de combustible para cada una de las categorías a estudiar. Dificultad en el cálculo del rendimiento vehicular.

Fuente: Elaboración propia.

1.7 Experiencia obtenida en otros países del indicador KVR.

a) Medición del indicador KVR en Estados Unidos.

El indicador KVR es importante para los Estados Unidos por lo que la medición de este parámetro significa, se lo realiza por medio de un sistema de monitoreo de rendimiento de autopista, por su extensión territorial, características de carreteras y su situación geográfica.

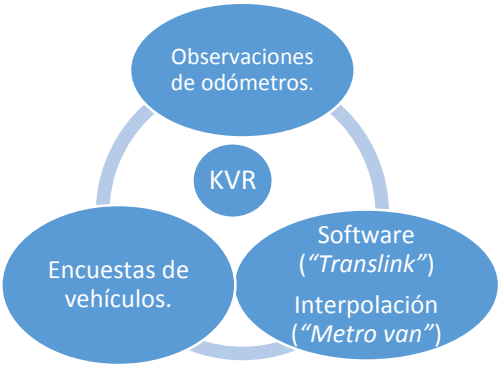
En esta metodología se incluye un monitoreo continuo de tráfico con el objetivo de obtener un promedio anual de tráfico diario (AADT), esto se lo realiza para cada sección del sistema nacional de carreteras.

ADDT's x Longitud

b) Medición del indicador KVR en Canadá.

El gobierno de Canadá con el objetivo de obtener las estimaciones de emisiones contaminantes de fuentes móviles (automóviles) utiliza la metodología de la lectura de odómetro y el uso de encuestas para obtener el indicador KVR, además del uso de software ("Translink") y se complementa con métodos de interpolación ("Metro van").

Figura 3: Metodología para obtención KVR en Canadá.



Fuente: Elaboración propia.

En este país se utilizó la encuesta en forma de correos y otra parte de encuestas telefónicas, que se realizaron de forma trimestral en el año 1999.

En 10 provincias de Canadá se encuentran registrados los propietarios de 20.000 vehículos de muestra a los cuales se realiza la encuesta, y entrevistados para obtener datos que contenga información con respecto al vehículo y otros datos de interés.

c) Medición del indicador KVR en Australia.

En Australia se utiliza el indicador KVR como una medida del tráfico vehicular, en la actualidad se utiliza la encuesta de uso de vehículos de motor datos que son proporcionados por la oficina Australiana de Estadística siendo esta la mayor base de datos para la obtención del KVR.

En Australia debido a que la población se encuentra dispersa la vialidad cumple un papel importante por lo que el método de medición de venta de combustible es utilizado, este cálculo se lo realiza cada trimestre.

El KVR ayuda a centrar una idea acerca del consumo de combustible y su repercusión en los costos operativos, ya que se podría formular el factor $/Km.

KVR = **Número de Vehículos x Distancia Recorrida**

d) Medición del indicador KVR en Europa.

La entidad encargada de la obtención de este indicador es la *United Nations Economic Commission for Europe* (UNECE) la misma que lo realiza cada 5 años, para la obtención del KVR en Europa se utiliza las 4 metodologías existentes dependiendo de las características de cada uno de los países.

La lectura del odómetro se utiliza principalmente por los países: Dinamarca, Letonia, Suecia, Países bajos.

Método de conteo de tráfico es utilizado en: Bélgica, Finlandia, Polonia, Reino Unido, Hungría, Eslovenia.

El método de consumo de combustible es empleado por los siguientes países: Francia, Austria y Portugal.

- En Suiza hasta el año 2006 no se guardaba los archivos de lecturas de los odómetros, posteriormente las lecturas de kilómetros se utilizaron calculando la distancia total de viaje dividida por el número de días desde el primer día de uso del vehículo. (UNECE, 2007, pág. 10)

- En Dinamarca ha optado por la lectura del odómetro, para lo cual utilizan la revisión vehicular que es obligatoria, los cálculos para un año se hace cuando los datos del odómetro para el siguiente semestre esté disponible, en este periodo la primera revisión puede ser en un año.(UNECE, 2007, págs. 10,16)En Dinamarca los siguientes criterios no son aceptables para la lectura del odómetro(UNECE, 2007, pág. 20).
    - La distancia negativa viajó entre dos pruebas.
    - Coche privado: más de 100 000 km/año
    - Taxi: más de 200 000 km/año
    - Autobús: más de 200 000 km/año
    - Furgoneta, gasolina: más de 100 000 km/año.
    - Furgoneta, diésel: más de 100 000 km/año.

En Alemania no existe ninguna regulación para que los datos de lectura del odómetro sea obligatoria, basados en la flota vehicular total anual y en la características técnicas de los automotores registrados en Alemania se realiza una extrapolación de factores para la calculación de las encuesta de Odómetro para obtener una estimación de los kilómetros recorridos.

Las lecturas del odómetro junto con los datos del consumo de combustible son aplicados para obtener una mejor estimación de los kilómetros metodología que se utilizó en 2007.

Se considera por separado los vehículos privado y autos de empresa, ya que el promedio de viaje y el consumo medio por kilómetros se diferencia considerablemente (UNECE, 2007, pág. 18).

En Francia desde 1983 se ha tomado como base la metodología de la encuesta que se realiza anual entre los hogares que disponen de uno o más vehículos, este cuestionario se envía a 10.000 hogares al final de cada año los mismos que son reenviados con los datos correspondientes en un periodo de cinco meses después.

Desde 1994 se está solicitando información sobre vehículos industriales ligeros, las compras de vehículos y el número de Kilómetros recorridos.

Fuentes: TRANS/WP.6/AC.5/2005/7. Estimation of the annual balance of road traffic and fuel consumption on French national territory

La República de Estonia utilizo la metodología de lectura de odómetro para lo cual tuvo que trabajar con el diario o periódico donde se indicaba a los residentes de Tallin su capital como debía ser el registro, se analizaron el uso de vehículos y motos en esta localidad para lo cual tenían un periodo de tres meses para su registro.

Para lo cual se registró cada primer día de cada mes y para cada paso de la ciudad fronteriza.

En Rumania para la obtención de los Kilómetros se utiliza la lectura del odómetro dato que es leído al salir de la frontera y a la entra al territorio de Rumania.

- En la República de Croacia se utiliza la metodología de volumen de tráfico, metodología que se basa en la recopilación de datos del tráfico, se encuentra instalados contadores que pueden ser estacionarios y portátiles en la red de carreteras nacionales (UNECE, 2007, pág. 33).

1.8 Valores obtenidos del indicador KVR.

En México se lo realizo por medio de un promedio ponderado de población obteniéndose los siguientes resultados: un recorrido promedio anual de vehículos que recorren el área urbana obteniéndose un valor de 11.357 kilómetros anuales, es decir 31.11 Kilómetros al día.

Para los vehículos privados la obtención del KVR se realizó utilizando los datos suministrados por el Instituto Natural de Ecología del año 2010 obteniéndose 15.000 kilómetros anuales o 41 kilómetros diarios para toda la República Mexicana para el año 2005.

Para América latina un informe realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo para el sector de transporte nos da valores clasificados por tipo de vehículo en donde:

- El transporte ligero de pasajeros recorre 13.000 kilómetros anuales o 35.61 kilómetros diarios.
- Motocicletas recorren 7.500 kilómetros anuales o 20.54 kilómetros diarios.
- Minibuses recorren 40.000 kilómetros anuales.
- Buses recorren 40.000 kilómetros anuales.
- Transporte ligero de carga recorre 13.000 kilómetros anuales o 35.61 kilómetros diarios.
- Estudios realizados en el estado de Querétaro para la obtención de KVR nos dan los siguientes valores:
- Automóvil recorre 19,751.67 kilómetros anuales o 54.144 kilómetros diarios.

1.9 Argumento estadístico.

1.9.1 Estadística Descriptiva.

Ofrece un sentido del centro o ubicación de los datos.

Se empieza por plantear una tabla de Observaciones con la Variable$\boldsymbol{xi}$.

Tabla 4: Observaciones asignadas la Variable $\boldsymbol{xi}$.

Variables Xi	
x 0	2
x 1	10
x 2	14
x 3	15
x 4	15
x 5	7
x 6	25

Fuente: Elaboración propia.

Seguido, se construye una tabla con los valores estadísticos que a continuación se presentan.

Tabla 5: Datos para Tabla de Frecuencias.

Datos para la Tabla Frecuencias					
Número de Observaciones	Valor Máximo	Valor Mínimo	Recorrido. (MAX - MIN)	Número de Intervalos (R. Sturges)	Amplitud de Clase
7	25	2	23	4	6

Fuente: Elaboración propia.

- **Número de Observaciones:** Cantidad de datos en la muestra. Se representa con $\boldsymbol{n}$.

- **Valor Máximo:** El valor de mayor de las observaciones. Se representa con $\boldsymbol{xn}$.

- **Valor Mínimo:** El valor menor de las observaciones. Se representa con $\boldsymbol{xi}$.

- **Recorrido:** Se consigue con la diferencia del valor máximo y el valor mínimo de los datos. Se representa con $\boldsymbol{Re = xn - xi}$.

-**Número de Intervalos:** A partir de la regla de Sturges, se decide redondear el número de intervalos.

Regla de Sturges

$$\textbf{Número } \boldsymbol{de\ \ Intervalos = 1 + 3,332 * LOG(\ n\ )}$$

Amplitud: División entre el recorrido y el número de intervalos que hayamos

Dividido. Se representa con $\boldsymbol{h = \frac{Re = xn - xi}{\#\ Intervalos}}$.

Se construye la tabla de frecuencias.

Tabla 6: Tabla de Frecuencias.

Tabla de Frecuencia							
Clases	Intervalos de Clase		mi	ni	Ni	fi	Fi
Número de Intervalos	Límite Inferior	Límite Superior	Marca de Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
1	2	7.75	4.88	2	2	0.286	0.29
2	7.75	13.50	10.63	1	3	0.143	0.43
3	13.50	19.25	16.38	3	6	0.429	0.86
4	19.25	25	22.13	1	7	0.143	1

Fuente: Elaboración propia.

-**Clase:** Denominación de Intervalo.

- **Intervalo de Clase:** Se definen el límite superior e inferior para cada clase.

-**Marca de Clase:** Es el valor intermedio de clase**.** Se representa con $\boldsymbol{mi}$.

- **Frecuencia Absoluta:** Se refiere al número de repeticiones que representa una observación. Se representa con $\boldsymbol{ni}$. La suma de estos valores da el número total de observaciones.

- **Frecuencia Absoluta Acumulada:** Es la suma de los distintos valores de la frecuencia absoluta tomando como referencia a un individuo dado. Se representa con $\boldsymbol{Ni}$.

- **Frecuencia Relativa:** Es la frecuencia absoluta dividida por el número total de datos. Se representa con $\boldsymbol{fi} = \frac{\boldsymbol{ni}}{\boldsymbol{n}}$. La suma de todas las frecuencias relativas es igual a 1.

- **Frecuencia Relativa Acumulada:** Es el resultado de dividir cada $\boldsymbol{Ni}$, por el número total de datos. Se representa por $\boldsymbol{Fi}$.

Seguido se presentan las medidas de Tendencia Central o de Posición.

Tabla 7: Medidas de Tendencia Central o de Posición.

Medidas de Tendencia Central o de Posición.		
Moda Valor que mas se repite	**Valor Mo** 15	**Cantidad** 2
Mediana Valor que divide en 2 subconjuntos	**Valor x̃** 14	**Variable X n** x 3
Media Aritmética Promedio de las observaciones	**Valor $\bar{x}$** 12,6	**Se representa** $\bar{\mathbf{X}}$

Fuente: Elaboración propia.

Moda: Es el valor que más se repite en un conjunto de datos. $\boldsymbol{Mo}$.

Mediana: Es el valor que divide al conjunto verdadero de datos en dos subconjuntos con la misma cantidad de elementos, la mitad de los datos son menores que la mediana y la otra mitad son mayores.

En general los datos se representan $\boldsymbol{x1}, \boldsymbol{x2}, \boldsymbol{x3} \ldots\ldots\ldots \boldsymbol{xn}$.

La posición de estos datos serán nombrados $\boldsymbol{x(1)}, \boldsymbol{x(2)}, \boldsymbol{x(3)} \ldots\ldots\ldots \boldsymbol{x(n)}$.

Se presentan 2 casos.

1. Número Impar de Datos.

$$\tilde{x} = x * \left[\frac{n+1}{2}\right] \qquad Ecu\ (3)$$

2. Número Par de Datos.

$$\tilde{x} = \frac{x * \left(\frac{n}{2}\right) + x * \left(\frac{n}{2} + 1\right)}{2} \qquad Ecu\ (4)$$

Media o Media Aritmética: Es el promedio de los datos. Sirve para comparar el conjunto de medias.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \qquad Ecu\ (5)$$

Se calcula las medidas de dispersión para el grupo de observaciones.

Tabla 8: Medidas de Dispersión.

Medidas de dispersión.	
Rango	**Valor Rango**
Diferencia entre el mayor y el menor de los valores observados	23
Varianza	**Valor Varianza**
Promedio de las distancias al cuadrado, de las distancias que van de las observaciones a la media.	52,95
Desviación estándar	**Valor Desviación Estándar**
Es un promedio de la distancia de las observaciones a la media.	7,28

Fuente: Elaboración propia.

Rango: Es la diferencia entre el mayor y el menor de los valores observados siendo $X(n)$ la mayor observación y $X(i)$ la observación menor.

$$R = x(n) - x(1) \qquad Ecu\ (6)$$

Varianza de la muestra: Es el promedio de las distancias al cuadrado, de las distancias que van de las observaciones a la media.

$$Sx^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(xi - \bar{x})^2}{n-1} \qquad Ecu\ (7)$$

Sx^2=Varianza de la muestra.

x i=Elementos u observaciones.

$\bar{x}$=Media de las observaciones.

n=Número total de elementos de la muestra.

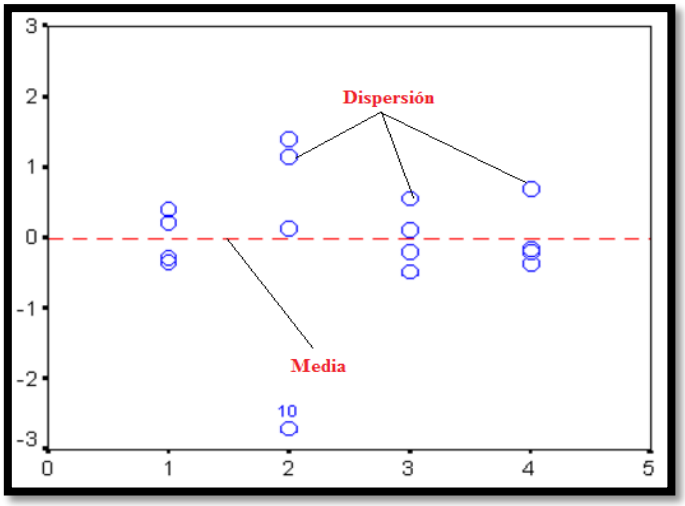
Desviación estándar de la muestra. Es un promedio de la distancia de las observaciones a la media.

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(xi - \bar{x})^2}{n-1}} \qquad Ecu\ (8)$$

Dispersión.

Es el grado de las observaciones que se distribuye o se separan.

Figura 4: Gráfica de Dispersión



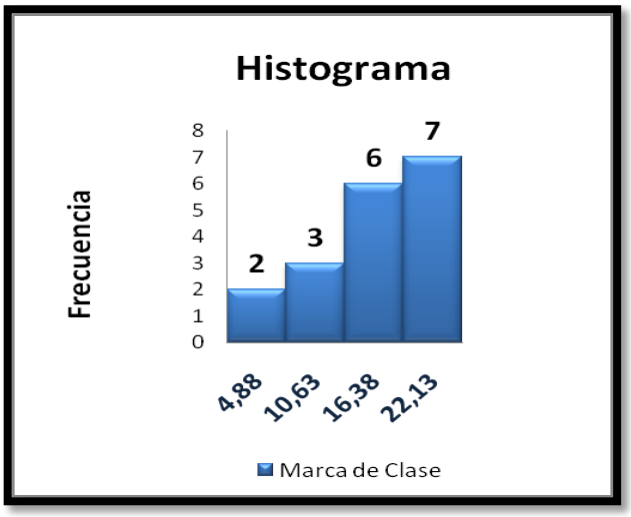
Fuente: (J. Gabriel Molina ; María F. Rodrigo, 2009)

Histograma.

Es una representación gráfica de una variable en forma de barras, donde la superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de los valores representados.

En el eje vertical se representan las frecuencias, en eje horizontal las marcas de clase.

Figura 5: Histograma.

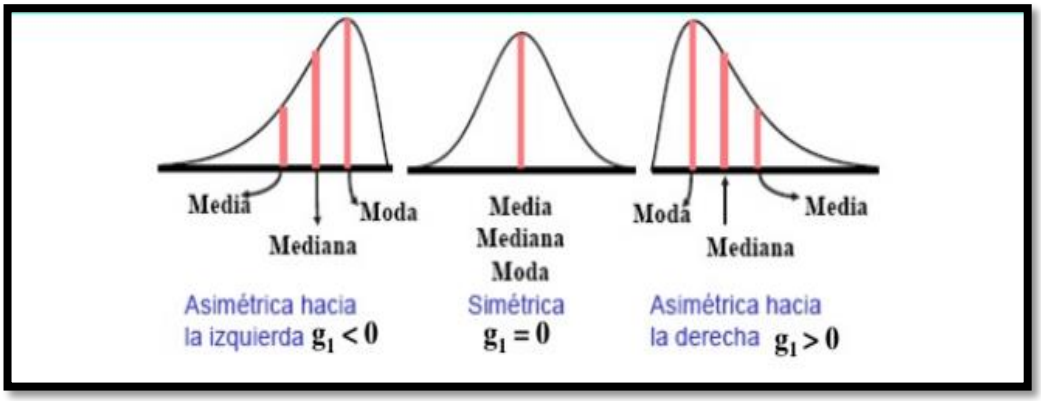


Fuente: (Ronald E .Walpole, 1999)**.**

<u>Sesgos.</u>

Definen el comportamiento de los datos dentro de un análisis. Es importante su correcta interpretación.

Figura 6: Sesgos de la Campana de Distribución Normal.



Fuente: (J. Gabriel Molina ; María F. Rodrigo, 2009)

Coeficiente de Asimetría de Fisher.

Mide el grado de Asimetría de la distribución de frecuencia, respecto a la curva de distribución normal que tiene coeficiente igual a 0.

$$\boldsymbol{As} = \frac{\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{n}}\sum_{\boldsymbol{i}=\mathbf{1}}^{\boldsymbol{n}}(\boldsymbol{xi} - \tilde{\boldsymbol{x}})^{\mathbf{3}}}{\boldsymbol{Sx}^{\mathbf{3}}} \qquad Ecu\ (9)$$

Fuentes: (J. Gabriel Molina ; María F. Rodrigo, 2009) & (Ronald E .Walpole, 1999)**.**

1.9.2 Minitab.

Minitab es un paquete estadístico que abarca todos los aspectos necesarios para el aprendizaje y la aplicación de la Estadística en general.” (2006, pág. 1)

Este programa tiene una estrecha vinculación con técnicas de análisis estadístico avanzado como:

- Análisis descriptivo
- Contrastes de hipótesis
- Regresión lineal y no lineal
- Series temporales
- Análisis de tiempos de fallo
- Control de calidad
- Análisis factorial
- ANOVA
- Análisis clúster.

CAPITULO 2

2. GESTIONAR DATOS PARA EL ESTUDIO Y GENERAR INDICADORES E INSTRUMENTACIÓN VEHICULAR.

2.1 Introducción.

La metodología propuesta es de tipo cuantitativa y es seleccionada manifestando la conveniencia que provee al tipo de estudio investigativo que se desarrolla. Se analiza la utilidad que tiene esta metodología como técnica de campo, para investigaciones que abarca tamaños considerables de muestras.

Por lo tanto, se desea registrar el kilometraje para un lapso de siete días, a través de una encuesta física, el kilometraje que se puede evidenciar en el instrumento odómetro del vehículo, de un número determinado de unidades de tipo particulares, taxis y buses. Con el objetivo de obtener un promedio de estos kilómetros, el mismo que se denomina como indicador KVR. El desarrollo del estudio sigue una serie ordenada de actividades.

Se determina la flota vehicular registrada que circula para la ciudad de Cuenca, seguido, se clasifica un universo de estudio, lo cual consiste en especificar el tipo de vehículos que se va a estudiar, seguidamente se establece el número de vehículos a estudiar, es decir se indica el tamaño de la muestra, se establece el modelo de la encuesta a la cual se la denomina como Registro de Kilómetros, seguidamente se analiza la sectorización poblacional para la mejor distribución dentro de la ciudad, continuo a esto, se procede a la aplicación del registro para el tiempo de siete días consecutivos, se recolecta y se realiza un inventario de estos kilómetros, para posterior a esto, realizar el análisis los datos obtenidos, por medio de estadística descriptiva, llegar a la obtención del indicador KVR.

2.2 Justificación de la metodología utilizada.

Se considera que la lectura del odómetro, a través de un registro de kilómetros, es un método eficiente para poder obtener un mayor acopio de información de los kilómetros recorridos, a un costo considerado como bajo.

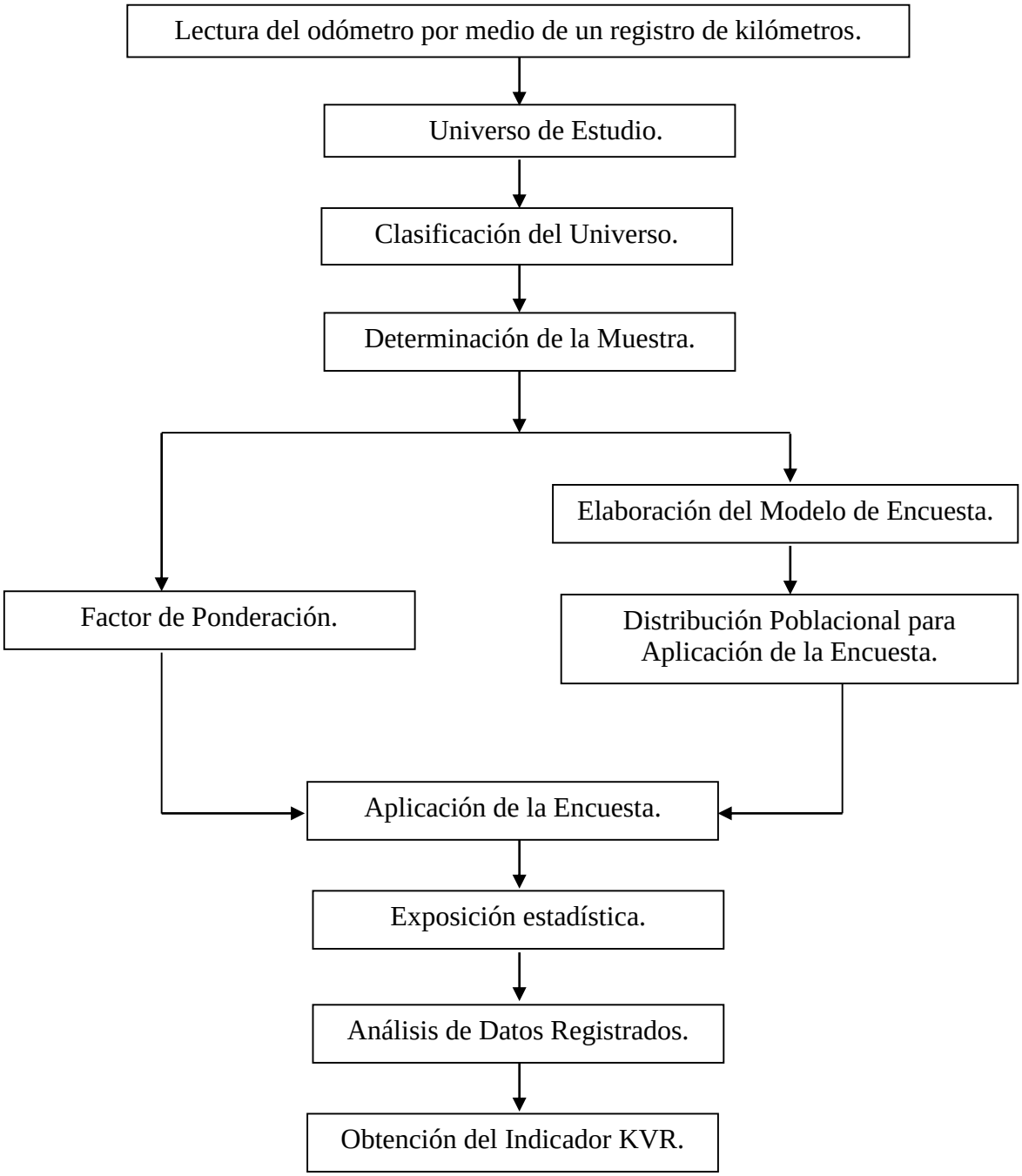
Además se sabe el uso de una encuesta de tipo registro, para realizar un levantamiento de datos, es una técnica que se utiliza con una gran ventaja, la cual es, que puede usarse en gran número de personas logrando de esta manera abarcar muestras consideradas como grandes, de esta manera permite generalizar los datos del universo que toma como inicio una muestra representativa del conjunto, hay que resaltar que la elaboración cuidadosa de las preguntas que conforman la encuesta puede dar paso a un proceso sencillo para la participación de la misma, además si se lleva a cabo un correcto procedimiento para el muestreo, permite que esta técnica de campo proporcione resultados aceptables, con lo cual se genera una matriz de los datos que se han recolectad.

Es por eso que se ha seleccionado este método como punto clave e indispensable para llevar a cabo la investigación.

2.3 Metodología.

A continuación se expone la metodología utilizada para el desarrollo de este proyecto tomando como referencia la experiencia utilizada en otros lugares.

Figura 7: Flujo-grama de la Metodología Lectura del odómetro por medio de un registro de kilómetros.



Fuente: Elaboración propia.

2.4 Título de la Metodología.

Lectura de Odómetro por medio de un registro de kilómetros.

2.5 Universo de Estudio.

Cuenca es la tercera ciudad del Ecuador con mayor índice poblacional, además posee un parque automotor alrededor de 100.000 vehículos, los cuales circulan por todo el cantón, es una ciudad en progreso, la cual ha producido alrededor de la misma ejes de desarrollo, provocando que las personas tengan que recorrer más kilómetros en su vehículos para llegar a sus puntos de destino lo que induce mayor consumo de combustible, congestionamiento vehicular y contaminación.

Es primordial conocer el número y tipo de vehículos que circulan en la Ciudad, en base a esto se establece la clasificación del universo de estudio y se genera indicadores de aumento de la flota vehicular.

Esta información se gestiona por la institución pública **ANT** y **EMOV**, y es la base de datos necesaria para formar la matriz de vehículos objetos de estudio, que se registra en la ciudad de Cuenca. La información proporcionada por la Agencia Nacional de Tránsito y la EMOV es un inventario de todos los vehículos matriculados en la ciudad de Cuenca para los años 2013, 2014 y 2015 considerando todo tipo de vehículo desde livianos de dos ruedas hasta pesados de más de 2 ejes, además se incluye vehículos de instituciones públicas.

Tabla 9: Vehículos matriculados del año 2013 hasta el año 2015 en la Ciudad de Cuenca.

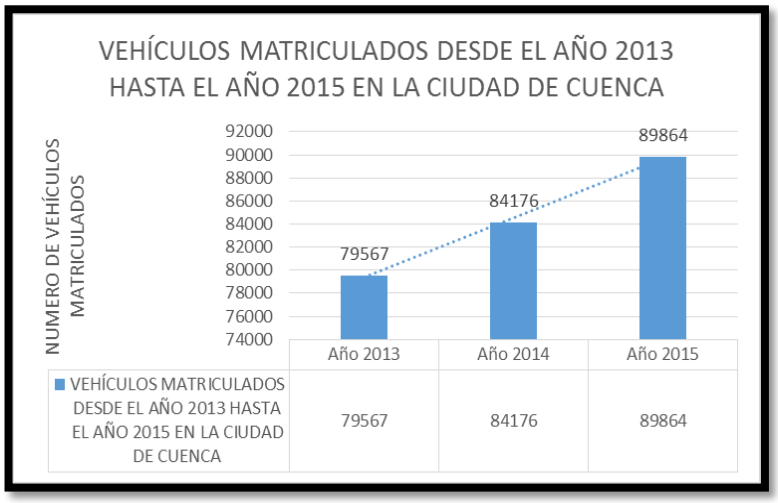
Año	Número de Vehículos Matriculados
2013	**79.567**
2014	**84.176**
2015	**89.864**

Fuente: (EMOV, 2015)

2.5.1 Aumento de la flota vehicular en la ciudad de Cuenca.

La ciudad de Cuenca cuenta con 89.864 vehículos matriculados para el año 2015 de acuerdo a la EMOV, se puede observar que la tendencia del parque automotor va en aumento.

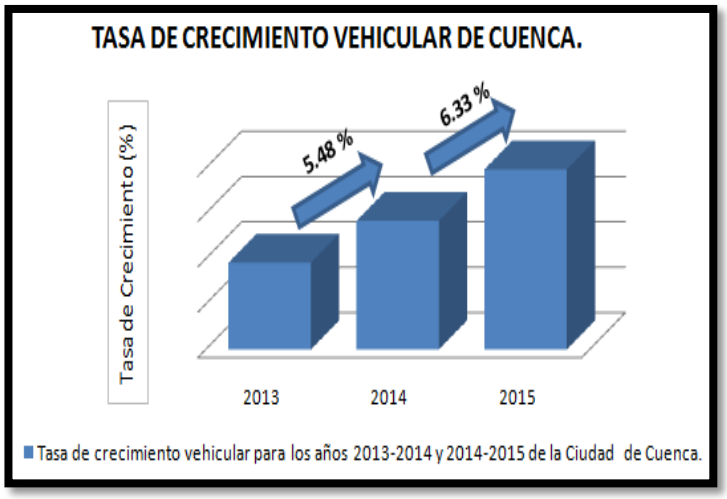
Figura 8: Aumento de la flota de vehículos matriculados desde el año 2013 hasta el año 2015 en la Ciudad de Cuenca.



Fuente: (EMOV, 2015)

2.5.2 Tasa de crecimiento vehicular de la ciudad de Cuenca.

Figura 9: Tasa de crecimiento de la flota de vehículos matriculados desde el año 2013 hasta el año 2015 en la Ciudad de Cuenca.



Fuente: (EMOV, 2015)

2.6 Clasificación del Universo.

2.6 Se realiza una primera clasificación del universo de acuerdo al tipo de servicio, en la cual se indica el número de vehículos particulares matriculados, número de taxis, número de unidades de buses urbanos y número de unidades de públicas.

Tabla 10: Clasificación de Vehículos Matriculados del año 2015.

Vehículos Matriculados	Número de Unidades
Vehículos Particulares	**85.211**
Unidades de Taxis	**3.615**
Unidades de Buses	**475**
Unidades Publicas	**563**
Total	**89.864**

Fuente: (ANT, 2015)

De la flota de 85.211 vehículos se realiza una segunda clasificación por tipo de vehículos particulares que poseen características de estudio.

Tabla 11: Clasificación del número de vehículos particulares matriculados del año 2015, considerados y no considerados para el estudio.

Vehículos Matriculados	Número de Unidades
Vehículos Particulares Considerados	**81.802**
Vehículos Particulares No Considerados	**3.409**
Total	**85.211**

Fuente: (ANT, 2015)

2.6.1 Vehículos particulares que SI se consideran para el estudio.

Se consideran tipo de automotores que cumple con la siguiente característica.

- Vehículos livianos que son utilizados para desarrollar actividades de paseo, movilizarse a lugar de trabajo y actividades de compras, dentro de la ciudad.

Tabla 12: Clasificación de vehículos que SI se consideran para el estudio.

Tipo	Cantidad Subtotal
Cabina doble	677
Cabina simple	686
Cajón	1.706
Cajón madera	9
Cajón metálico	9
Cajón-c	1.935
Convertible	11
Coupe	5.873
Coupe-o	5
Doble cabina	9.312
Furgoneta	1.277
Hibrido	15
Hibrido-a	27
Hibrido-j	108
Jeep	20.469
Jeep-o	3
Jeep-Ortopédico	4
Minivan	2
Paseo	10.723
Pick-up	3.988
Pickup-o	7
Sedan	2.3670
Sedan-o	1
Station Wagon	1.285
Total	81.802

Fuente: (ANT, 2015)

2.6.2 Vehículos particulares que NO se consideran para el estudio.

No se consideran para el estudio al tipo de automotores que cumple con la siguiente característica.

- Vehículos pesados utilitarios, que sirven para realizar actividades de trabajo pesado, emergencia, transporte de carga pesada, motocicletas y vehículos que se han equipado para desempeñar actividades laborales específicas.

Tabla 13: Clasificación de vehículos que NO se consideran para el estudio.

Tipo	Cantidad Subtotal
Ambulancia	28
Blindado	20
Bus costa	2
Bus escolar	1
Buseta	34
Cabezal	3
Cabezal-t	522
Caminero	1
Camión	273
Camión doble cabina	10
Camión pequeño STD	3
Camión pequeño	3
Campero	1
Canastilla	10
Concretera	26
Cross	11
Cuadrón	127
Deportiva	52
Funeraria	1
Furgón	64
Furgón-C	960
Furgón-T	7
Grúa	27
Jardinera	3
Microbús	35

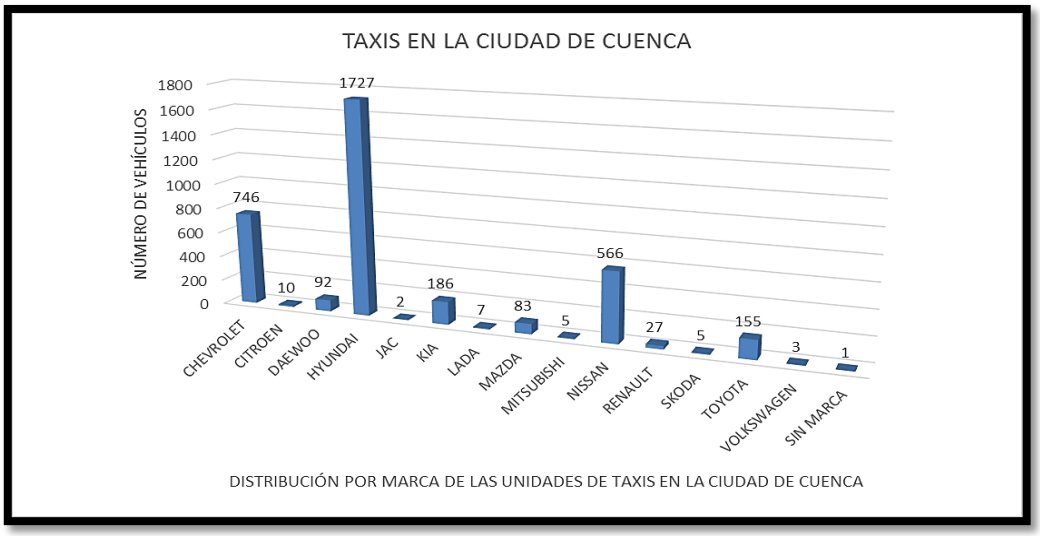
Tipo	Cantidad Subtotal
Minibús	17
Motobomba	9
Motocicleta	3
Plataforma-C	317
Plataforma-T	3
Recolector	46
Reparto	2
Tanquero	79
Tanquero-C	12
Tractor	1
Trail	16
Trayler	1
Utility	113
Volqueta	561
Wincha	5
Total	3.409

Fuente: (ANT, 2015)

2.6.3 Buses y Taxis en la Ciudad de Cuenca.

- Distribución por marca de las unidades de taxis en la Ciudad de Cuenca.

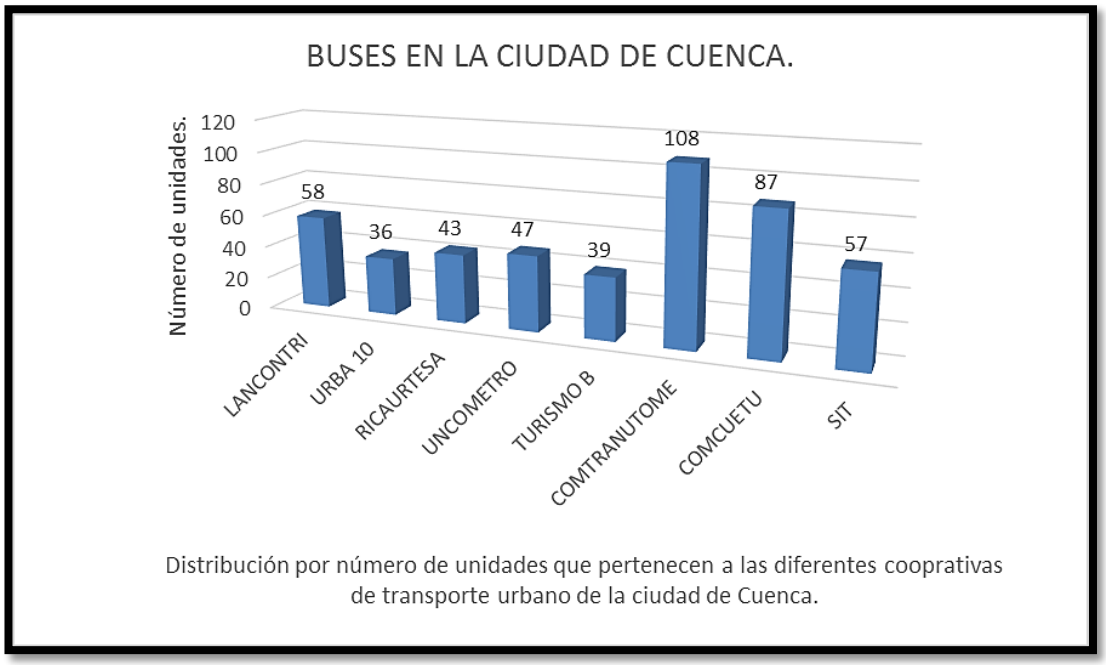
Figura 10: Distribución por marca de las unidades de taxis en la Ciudad de Cuenca. Elaboración propia



Fuente: (EMOV, 2015)

- Distribución por número de unidades que pertenecen a las diferentes cooperativas de transporte urbano de la ciudad de Cuenca.

Figura 11: Distribución por número de unidades que pertenecen a las diferentes cooperativas de transporte urbano de la ciudad de Cuenca.



Fuente: (CONCUENCA, 2015)

2.6.4 Indicadores.

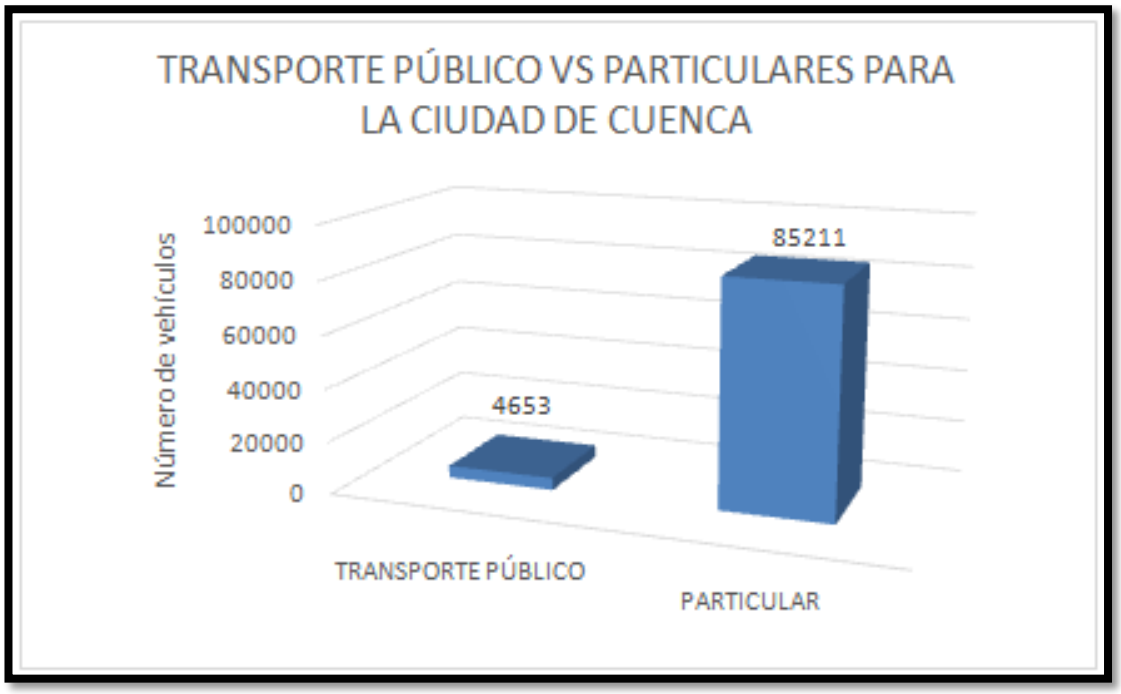
Los datos obtenidos de la Agencia Nacional de Transito (ANT) y la EMOV EP Empresa Municipal de Movilidad Tránsito y Transporte de la Ciudad de Cuenca, nos van a dar un guía de cómo se encuentra el parque automotor y el su desarrollo en los últimos años para poder obtener una perspectiva de cómo es su crecimiento y su distribución vehicular.

La ciudad de Cuenca cuenta con 505.585 habitantes según el (INEC, 2010), y al tener un parque automotor de 90.000 vehículos nos da una relación de 1 vehículo por cada 5 habitantes.

Se procederá a analizar a breves rasgos el parque automotor de la ciudad de Cuenca.

- Distribución del parque automotor: Transporte Público vs Transporte Particular para la Ciudad de Cuenca.

Figura 12: Distribución del parque automotor Transporte Público vs Transporte Particular para la Ciudad de Cuenca.



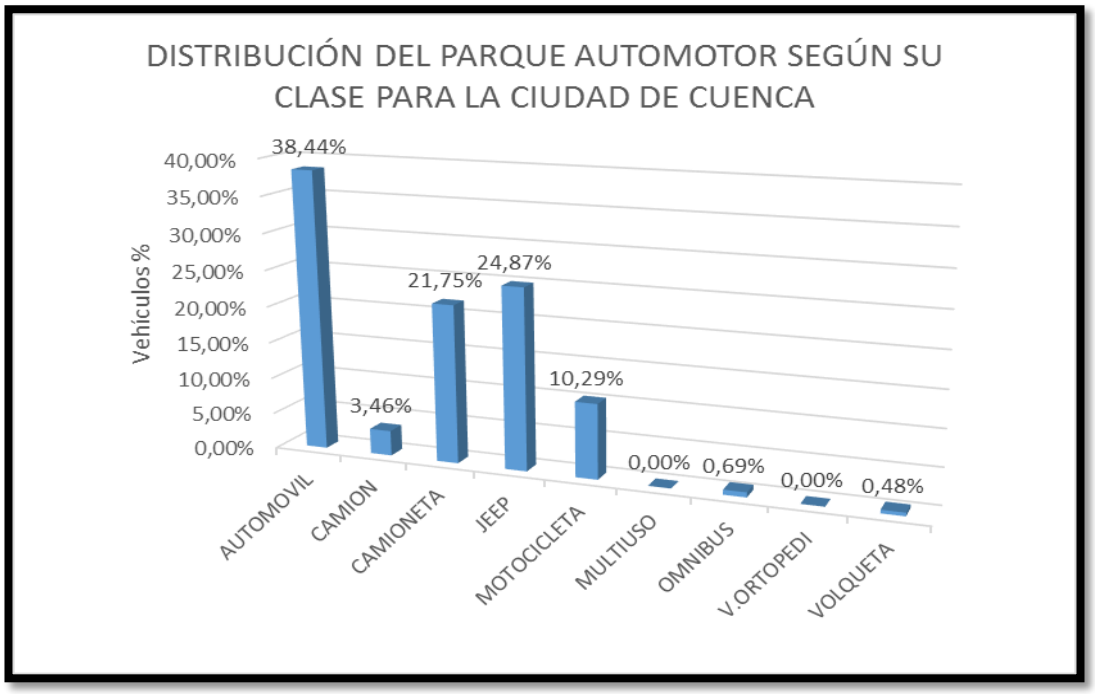
Fuente: (ANT, 2015)

Como se pude observar, los vehículos particulares acaparan el mayor número de vehículos con el 94.82% contra un número inferior del transporte público que ocupa un 5.18% del parque automotor (considerando buses, taxis, entidades públicas).

En la obtención del indicador KVR los vehículos particulares cumplen un papel importante, ya que en relación a los demás servicios tendremos una relación de cada 10 vehículos que circulan en la ciudad de Cuenca, 9 vehículos van a pertenecer a particulares contra 1 vehículo que puede ser del transporte público, municipio, estado, concejo provincial, bus, taxi, etc.

- Distribución del parque automotor según su clase para la ciudad de Cuenca.

Figura 13: Distribución del parque automotor según su clase para la ciudad de Cuenca.



Fuente: (ANT, 2015)

Los vehículos correspondientes a: automóvil, jeep, camioneta es el medio de transporte más usado por la población por las prestaciones, servicio y precios ocupando un 85.06 % del parque automotor lo que corresponde a 72.480 vehículos.

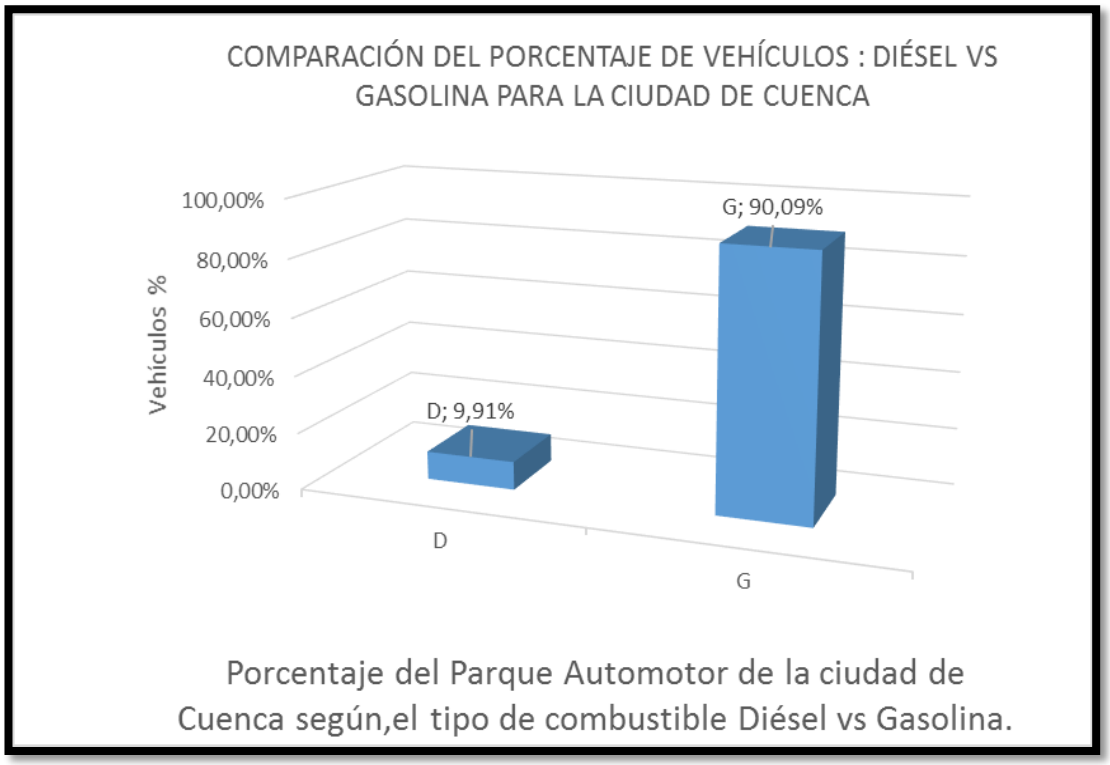
Los vehículos livianos de dos ruedas representan el 10.29% lo que corresponde a 8.768 unidades de motocicletas.

El vehículo de tipo camión representa el 3.46% lo que corresponde a 2.948 unidades.

El porcentaje total correspondiente a los vehículos automóvil, jeep y camioneta es un parámetro fundamental para la determinación del indicador KVR, corrobora la consideración inicial de, seleccionar estos 3 tipos de vehículos para lo que respecta a vehículos particulares.

- Porcentaje del parque automotor de la ciudad de Cuenca según, el tipo de combustible: Diésel vs Gasolina.

Figura 14: Porcentaje del parque automotor de la ciudad de Cuenca según, el tipo de combustible: Diésel vs Gasolina.



Fuente: (ANT, 2015)

Existe una preferencia en el parque automotor por los vehículos a gasolina se pude ver en el Cuadro 7. Porcentaje del parque automotor para la ciudad de Cuenca, según su tipo de combustible ya estos ocupan un 90.09 % seguidos de los de diésel 9.91%, lo que nos da una relación que por cada 10 vehículos, 9 corresponderá a gasolina contra 1 vehículos a diésel.

2.7 Determinación de la muestra.

La muestra es la forma ideada para lograr representar un universo, es una extracción representativa del mismo. El tamaño de la muestra depende del nivel de confianza que se desee para los resultados y de la amplitud del intervalo de confianza, es decir del error máximo que se esté dispuesto a admitir.

2.7.1 Fórmula para el cálculo de la muestra.

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{e^2 * (N - 1) + k^2 * p * q} \qquad Ecu\ (10)$$

N = Tamaño del Universo, indica al tamaño de la población de estudio.

k= Constante que depende del nivel de confianza. Es la probabilidad de que el intervalo de confianza calculado contenga el verdadero valor del parámetro.

Tabla 2.6: Constantes correspondientes para los niveles de confianza.

K	1.155.	1.28	1.44	1.65	1.96	2	2.24	2.58
Nivel de Confianza	75 %	80 %	85%	90%	95%	95.5 %	97.5%	99 %

e = Error de muestra deseado.

p = cuanta proporción de individuos posee características de estudio.

q = (1 – p), Proporción de individuos que no posee características de estudio.

2.7.2 Cálculo de la muestra para vehículos particulares.

Tabla 14: Factores de Cálculo para el tamaño de muestra para vehículos particulares.

Factor	Valor	Descripción
N	81.802	Universo
K	1.96	Constante de nivel de confianza.
e	4.5 %	Error de muestra deseado.
p	0.5	Proporción que SI posee características de estudio
q	0.5	Proporción que NO posee características de estudio
n	565	Tamaño de muestra.

Fuente: Elaboración propia.

2.7.3 Cálculo de la muestra para unidades de taxis.

Tabla 15: Factores de Cálculo para el tamaño de muestra para unidades de taxis.

Factor	Valor	Descripción
N	**3.615**	Universo.
k	**1.96**	Constante de nivel de confianza.
e	**6 %**	Error de muestra deseado.
p	**0.5**	Proporción que SI posee características de estudio
q	**0.5**	Proporción que NO posee características de estudio
n	**249**	Tamaño de muestra.

Fuente: Elaboración propia.

2.7.4 Determinación de la muestra para unidades de buses

Debido a la disponibilidad para la obtención de estos datos se ha procedido a realizar el estudio del 100% de unidades de buses.

$$\boldsymbol{n = 475} \text{ Unidades.}$$

2.7.5 Cálculo de la muestra para unidades de instituciones públicas.

Tabla 16: Factores de Cálculo para el tamaño de muestra para vehículos particulares.

Factor	Valor	Descripción
N	**563**	Universo.
k	**1.96**	Constante de nivel de confianza.
e	**5.5 %**	Error de muestra deseado.
p	**0.5**	Proporción que SI posee características de estudio
q	**0.5**	Proporción que NO posee características de estudio
n	**227**	Tamaño de muestra.

Fuente: Elaboración propia.

2.7.6 Tamaños de muestras para los tres tipos de vehículos objetos de estudio.

Se expone en la tabla 16 el tamaño de muestra para las diferentes clases de vehículos a estudiar.

Tabla 17: Tamaños de muestra para los 3 tipos de vehículos objetos de estudio.

Vehículos Objetos de Estudio.	Tamaños de Muestra
Vehículos Particulares	**565**
Unidades de Taxis	**249**
Unidades de Buses	**475**
Instituciones Públicas	**227**
Total	**1.516**

Fuente: Elaboración propia.

Los cuatro tipos de vehículos objetos de estudios conforman un total de **1.516** unidades de vehículos, las mismas que representan un porcentaje del **1.85 %** del total de vehículos que si se consideran de la flota vehicular de la ciudad de Cuenca.

2.8 Factor de Ponderación para las clases de vehículos.

Descripción de las variables presentadas para la ponderación.

- Universo: número de unidades para cada tipo, marca y cooperativa.
- Porcentaje: representa porcentualmente el número de unidades correspondientes referentes al universo
- Tipo: el tipo de vehículo particular que se ha registrado.
- Marca: se refiere a la marca de cada fabricante de automotores.
- Cooperativa: El nombre de la cooperativa de bus a la que pertenecen las unidades.
- Factor de ponderación: Indicador del número de encuestas a realizar.
- Encuestas a realizar: número de encuestas que se deberán realizar.

2.8.1 Vehículos Particulares.

Se expone el factor de ponderación dependiendo el universo para cada clase de vehículo.

Tabla 18: Factor de ponderación para vehículos particulares.

Tipo	Universo	Factor de Ponderación	Encuestas a realizar
Automóvil	**32.755**	**125.49**	**261**
Camioneta	**18.533**	**126.07**	**147**
Jeep	**21.191**	**134.97**	**157**
Total	**72.479**		**565**

Fuente: Elaboración propia.

2.8.2 Unidades de Taxis.

Tabla 19: Factor de ponderación para unidades de taxis.

Marca	Universo	Factor de Ponderación	Encuestas a realizar
Chevrolet	**746**	**17.34**	**43**
Citroen	**10**	**10**	**1**
Daewoo	**92**	**6.57**	**14**
Hyundai	**1727**	**15.07**	**115**
Jac	**2**		**0**
Kia	**186**	**8.45**	**22**
Lada	**7**	**7**	**1**
Mazda	**83**	**20.75**	**4**
Mitsubishi	**5**	**5**	**1**
Nissan	**566**	**19.51**	**29**

Marca	Universo	Factor de Ponderación	Encuestas a realizar
Renault	**27**	**13.5**	**2**
Skoda	**5**	**2.5**	**2**
Toyota	**155**	**11.07**	**14**
Volkswagen	**3**	**3**	**1**
Sin Marca	**1**	**0,00**	**0**
Total	**3.615**		**249**

Fuente: Elaboración propia.

2.8.3 Unidades de Buses.

Tabla 20: Factor de ponderación para unidades de buses.

Cooperativa Buses	Universo	Factor de Ponderación	Encuestas a realizar
LANCONTRI	**58**	**1**	**58**
URBA 10	**36**	**1**	**36**
RICAURTESA	**43**	**1**	**43**
UNCOMETRO	**47**	**1**	**47**
TURISMO B	**39**	**1**	**39**
COMTRANUTOME	**108**	**1**	**108**
COMCUETU	**87**	**1**	**87**
SIT	**57**	**1**	**57**
Total	**475**		**475**

Fuente: Elaboración propia.

2.9 Elaboración de modelo de encuesta, registro de kilómetros.

El modelo de registro está dividido en 2 partes. Se corrobora los datos registrados, por medio de una fotografía al odómetro, del primer y último día del registro.

Primera parte. Esta parte es una encuesta en donde se especifica el título del proyecto, modelo del vehículo, combustible, placas, cilindraje, año del vehículo, especificaciones del neumático, profesión del conductor, edad, parroquia.

Figura 15: Primera parte del modelo de registro.

Proyecto Técnico : Kilómetros Vehículo Recorrido para la Ciudad de Cuenca.									
Registro de kilómetros recorridos por día laboral.									
Modelo del vehículo			Combustible				Placas		
Cilindraje			kilometraje actual del vehículo				Año del vehículo		
Especificaciones del neumático					Propietario				
Profesión:					Responsable de la institucion:				
Parroquia:									
Edad		1. Dispone su vehículo de aire acondicionado. ?				si		no	
1.1 En que porcentaje de su conducción utiliza el aire acondicionado ?				2.En promedio cuantas veces usted apaga y enciende el motor en el día.?					
		0 - 20 %		Promedio	15 min		4 h		# de veces
		20 - 40%			30 min		6 h		
		40 - 60 %			1 h		8 h		
		60 - 80 %			2 h		12 h		
		80 - 100 %			3 h		18 h		

Fuente: Elaboración propia.

Segunda parte. La segunda parte es un registro en el que se escribe, los kilómetros recorridos por parte del conductor, permiten llevar el control de los recorridos del automotor durante una semana, en donde se debe incluir la fecha, la hora y los kilómetros con los que el propietario del vehículo inicia y finaliza las tareas laborales.

Figura 16: Segunda parte del modelo de registro.

Numero de muestra	kilometraje Inicial	Fecha	Hora	Kilometraje Final	Fecha	Hora
Día 1						
Día 2						
Día 3						
Día 4						
Día 5						
Día 6						
Día 7						
Gracias por su colaboración						

Fuente: Elaboración propia.

2.10 Distribución Poblacional para Aplicación de la Encuesta.

Para la distribución de la encuesta se considera la ubicación territorial localizados en : Bellavista, Cañaribamba, El Batán, El Sagrario, El Vecino, Gil Ramírez Dávalos, Hermano Miguel, Huayna Cápac, Machángara, Monay, San Blas, San Sebastián, Sucre, Totoracocha, Yanuncay, Baños, Ricaurte ,El Valle, esto permitirá realizar una mejor sectorización de las zonas.

Este análisis permitirá establecer, que sectores de la ciudad se podría utilizar para realizar la aplicación del registro de kilómetros.

Existe la colaboración de 2 instituciones superiores, para poder cubrir el campo de trabajo, considerando el posicionamiento de las mismas dentro de la ciudad

Se presenta, en la Figura12: Distribución del parque automotor Transporte Público vs Transporte Particular para la Ciudad de Cuenca., que el transporte particular es el que mayor incidencia tiene con el 94.82% del parque automotor, consideración muy importante para la aplicación del registro.

Se ha procedido a distribuir las encuestas en las instituciones de educación superior, instituciones públicas, entidades de transporte.

En el sector del transporte público se ha tomado en cuenta solo los buses que circulan por la ciudad de Cuenca los cuales corresponden a 475 unidades.

2.11 Consideraciones para el Registro de Datos.

<u>Vehículos particulares.</u>

- Se consideran solo vehículos que circulan dentro de la ciudad.
- Se registra el tipo de vehículo, el cual pude ser: camioneta, automóvil o jeeps.
- Se establece la fecha de inicio y fin para todo el proceso de registro.
- Se considera como kilometraje cero, el día que el vehículo no circula dentro de la ciudad.
- Muy importante, se define en la el registro la profesión de la persona que conduce el vehículo.

Unidades de Taxis.

- Se consideran solo vehículos que circulan dentro de la ciudad.
- Se establece la fecha de inicio y fin para todo el proceso de registro.
- Se considera como kilometraje cero, el día que el vehículo no circula dentro de la ciudad.

2.12Aplicación de la Encuesta.

2.12.1 Vehículos particulares.

Las **586** encuestas se aplican tomando en consideración la división territorial de las parroquias urbanas y aledañas de la ciudad de Cuenca, conjunto con la colaboración de estudiantes en calidad de encuestadores de dos instituciones educativas superiores de la ciudad, las mismas que son Universidad Politécnica Salesiana y Universidad del Azuay, este número se distribuye entre las distintas carreras que ofertan estas instituciones, considerando así los diferentes estratos sociales y una distribución poblacional considerable, que naturalmente se cumple por parte de los estudiantes en las instituciones educativas.

2.12.2 Unidades de Taxis.

Las **249** encuestas se realizan en los dos gremios de taxistas de la ciudad de Cuenca, los mismos que son Unión de Taxistas del Azuay y Asociación Frente Unido de Taxistas., con un total de **95** y **154** de encuestas, respectivamente.

2.12.3 Unidades de Buses.

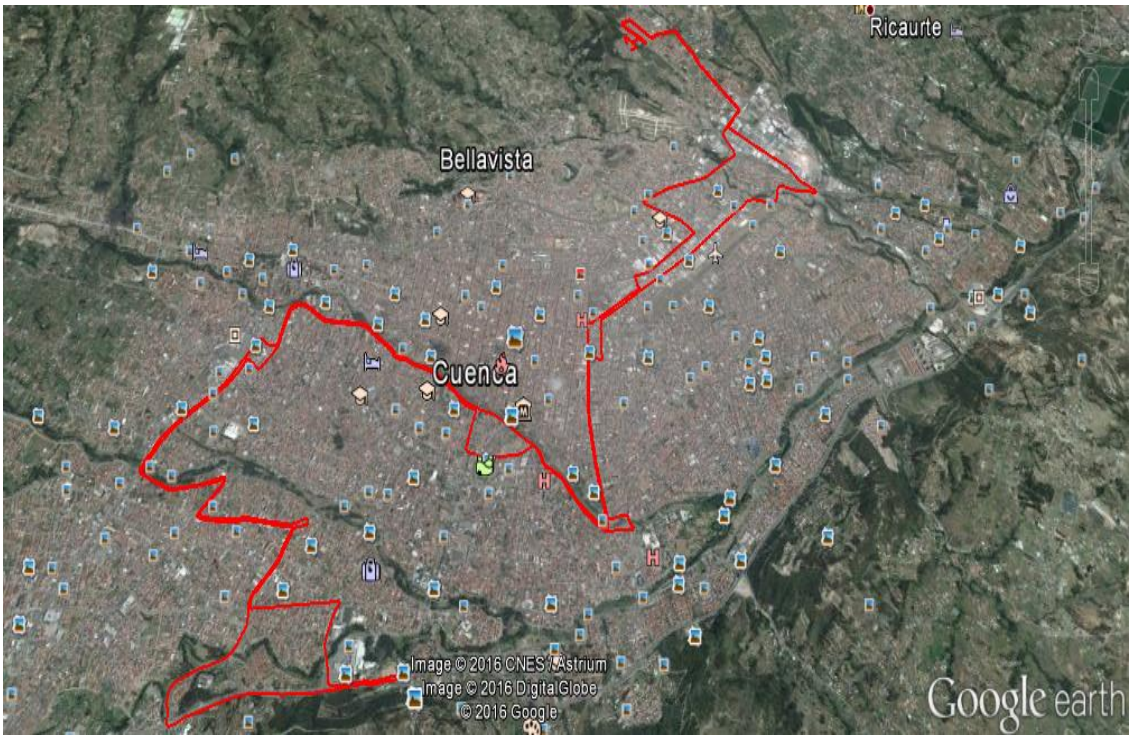
De las **475** encuestas correspondientes a buses, se obtiene la información acerca de kilómetros operativos, promedio de kilómetros y el tamaño de flota, de la institución pública CONCUENCA para las diferentes cooperativas y rutas, tanto para días típicos como para los días sábados y domingos.

2.13 Geo-Referencia de las líneas de buses de transporte público.

Con ayuda de la instrumentacion vehicular por parte de las instituciones correspodnientyes, se aprovecha el uso del instrumento GPS que disponen las unidades de buses urbanos en la ciudad de Cuenca.

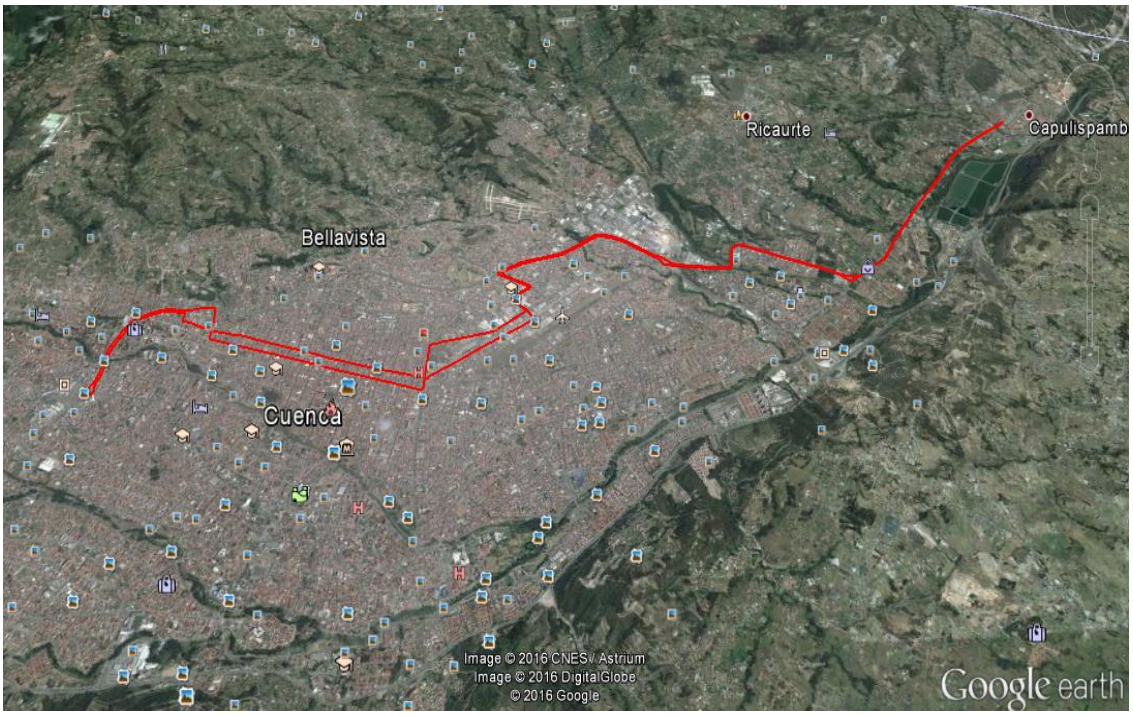
Se presentan algunas rutas de las lineas de transporte público.

Figura 17: Recorrido de la Línea 7



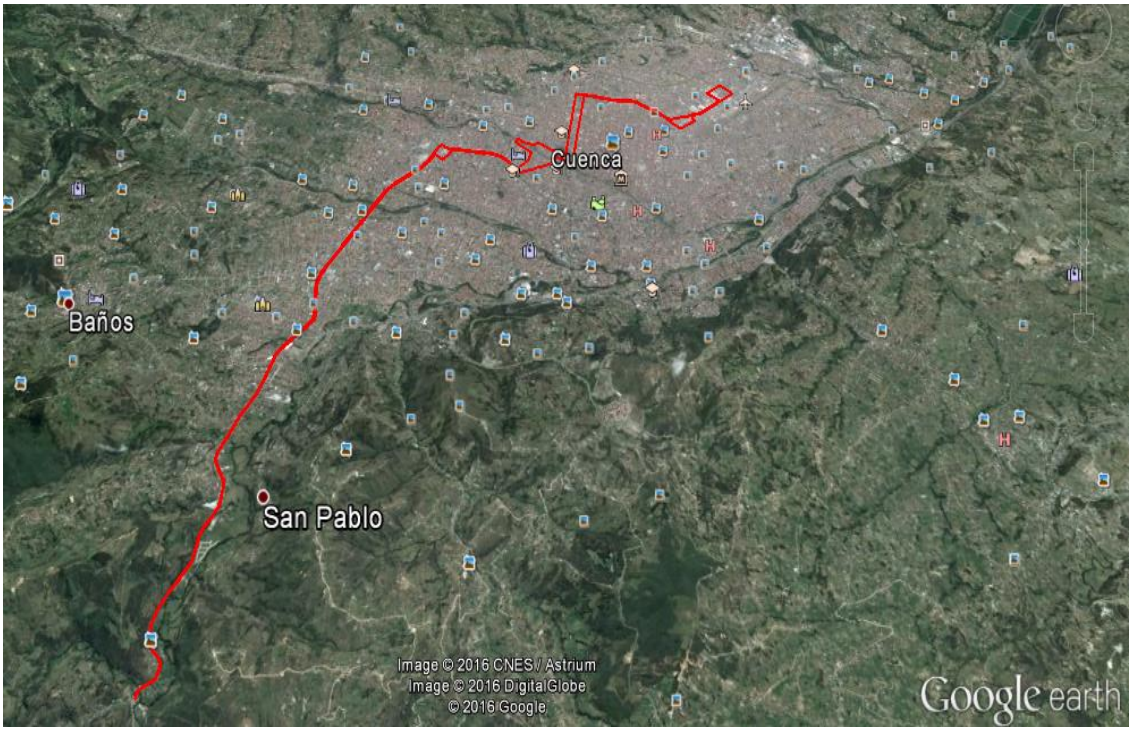
Fuente: (CONCUENCA, 2015)

Figura 18: Recorrido de la Línea 28



Fuente: (CONCUENCA, 2015)

Figura 19: Recorrido de la Línea 18



Fuente: (CONCUENCA, 2015)

CAPITULO 3

3. ANALIZAR EL RESULTADO, ESTIMACIÓN DE FACTOR KVR.

3.1 Introducción

En este capítulo se analizará los resultados obtenidos para los diferentes tipos de vehículos objetos de estudio. Se realiza la interpretación de los diferentes grupos de observaciones, las cuales se detallan de manera individual para cada clasificación vehicular.

Los datos se han clasificado de acuerdo al modelo y servicio, siendo estos: vehículos particulares (automóviles-camionetas-jeeps), taxis (automóviles), unidades de buses e instituciones públicas (automóviles-camionetas-jeeps).

Para cada grupo de vehículos se realiza el análisis estadístico descriptivo; con el fin de determinar los valores de tendencia central, valores de dispersión y demostrar aleatoriedad en los grupos de observaciones.

Se presentan los resultados en gráficas y tablas de comparación donde, se indica los valores de KVR obtenidos para los diferentes tipos de vehículos considerados en el estudio.

3.2 Análisis de vehículos particulares.

- **Análisis estadístico descriptivo.**

La Tabla de Frecuencia es la segmentación de un grupo de observaciones que se dividen en Clases. Un intervalo de clase está formado por un límite inferior y superior, en cada intervalo se suma el valor de la Amplitud.

La Marca de Clase indica el promedio para cada intervalo. Con las columnas de las Frecuencias es posible desarrollar el gráfico de Histograma donde se tiene una mejor apreciación del comportamiento de los datos.

3.2.1 Modelo: Automóvil

- Datos para la tabla de Frecuencias de vehículos particulares de tipo automóvil.

Existe una agrupación de **1.876** observaciones que se analizaron en vehículos particulares de tipo automóvil, este número resulta de **268** automóviles por un total de **7** días consecutivos de registro.

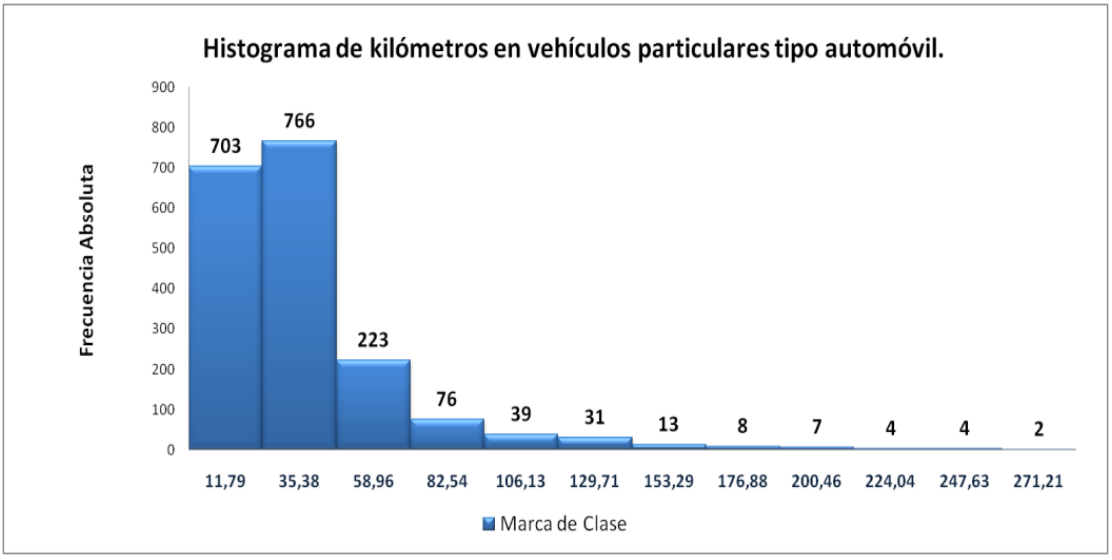
Tabla 21: Vehículos particulares de tipo automóvil.

Tabla de Frecuencias							
Clases	Intervalos de clase		mi	ni	Ni	fi	Fi
Número de Intervalos	Límite Inferior [Esta Incluido	Límite Superior No está incluido)	Marca de Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
1	0	23,58	11,79	703	703	0,375	0,375
2	23,58	47,17	35,38	766	1469	0,408	0,783
3	47,17	70,75	58,96	223	1692	0,119	0,902
4	70,75	94,33	82,54	76	1768	0,041	0,942
5	94,33	117,92	106,13	39	1807	0,021	0,963
6	117,92	141,50	129,71	31	1838	0,017	0,980
7	141,50	165,08	153,29	13	1851	0,007	0,987
8	165,08	188,67	176,88	8	1859	0,004	0,991
9	188,67	212,25	200,46	7	1866	0,004	0,995
10	212,25	235,83	224,04	4	1870	0,002	0,997
11	235,83	259,42	247,63	4	1874	0,002	0,999
12	259,42	283,00	271,21	2	1876	0,001	1

Fuente: Elaboración propia.

Los valores se determinan de acuerdo a la demostración de la Tabla 5 en el Capítulo 1.

Figura 20: Kilómetros en vehículos particulares tipo automóvil.



Fuente: Elaboración propia.

Figura de acuerdo a la demostración de la Figura 5 en el Capítulo 1.

Existe un sesgo positivo en la agrupación de datos de la Figura 21, esto indica la aparición de una "cola" en el lado derecho de la figura. Lo cual significa que la mayoría de vehículos tienen un recorrido entre **11.79** y **35.38** kilómetros diarios, valores que se encuentran en la columna Marca de Clase de la Tabla 20 y aparecen en los intervalos **1** y **2** respectivamente.

Se observa muy baja densidad en el lado derecho es decir muy pocos vehículos con un recorrido mayor a **106. 13** kilómetros, este valor se encuentra en la columna Marca de Clase de la Tabla 20 y aparecen en el intervalo **5.**

Tabla 21: Cálculo de las medidas de tendencia para automóviles.

Medidas de Tendencia Central o de Posición.		
Moda	**Valor Mo** 0	**Cantidad** 112
Mediana	**Valor x̃** **29**	**Variable X n** **x 938**
Media Aritmética	**Valor $\overline{x}$** **36,04**	**Se representa** **$\overline{x}$**

Fuente: Elaboración propia.

Los valores se determinan de acuerdo a la demostración de la Tabla 4 de Estadística Descriptiva en el Capítulo 1.

Se observa que la Moda es de 0 Kilómetros los cuales se repiten en 112 observaciones durante el análisis esto es debido a que algunos automotores no circulan los días sábado y domingo.

Para el valor de la Mediana corresponde a la variable x 938 con un valor de 29km, el cual divide a toda la matriz en dos partes iguales en número de observaciones.

La Media Aritmética del conjunto de observaciones corresponde a 36.04 km recorridos en promedio diario, valor que vendría a ser el indicador KVR.

3.2.2 Modelo: Camioneta

- Datos para la tabla de Frecuencias de vehículos particulares de tipo camioneta.

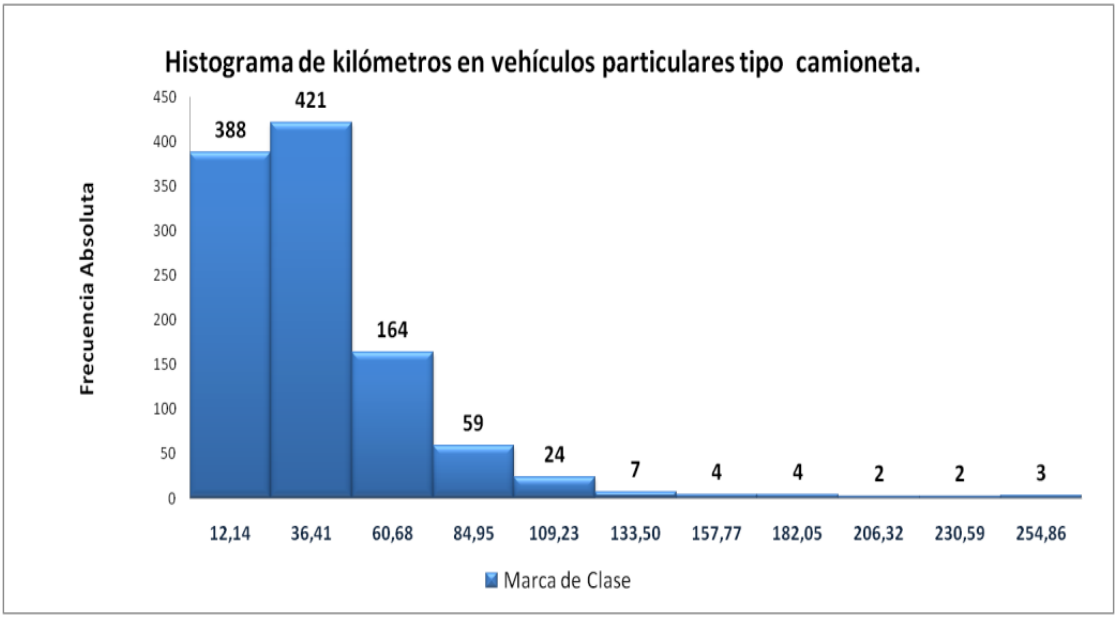
Existe una agrupación de **1.078** observaciones que se analizaron en vehículos particulares de tipo camioneta, este número resulta de **154** automóviles por un total de **7** días consecutivos de registro.

Tabla 22: Vehículos particulares de tipo camioneta.

Tabla de Frecuencias							
Clases	Intervalos de clase		mi	ni	Ni	fi	Fi
Número de Intervalos	Límite Inferior [Esta Incluido	Límite Superior No esta	Marca de Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
1	0	24,27	12,14	388	388	0,360	0,360
2	24,27	48,55	36,41	421	809	0,391	0,750
3	48,55	72,82	60,68	164	973	0,152	0,903
4	72,82	97,09	84,95	59	1032	0,055	0,957
5	97,09	121,36	109,23	24	1056	0,022	0,980
6	121,36	145,64	133,50	7	1063	0,006	0,986
7	145,64	169,91	157,77	4	1067	0,004	0,990
8	169,91	194,18	182,05	4	1071	0,004	0,994
9	194,18	218,45	206,32	2	1073	0,002	0,995
10	218,45	242,73	230,59	2	1075	0,002	0,997
11	242,73	267,00	254,86	3	1078	0,003	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 21: Kilómetros en vehículos particulares tipo camioneta.



Fuente: Elaboración propia.

Existe un sesgo positivo en la agrupación de datos de la Figura 23, esto indica la aparición de una "cola" en el lado derecho de la figura. Lo cual significa que la mayoría de vehículos tienen un recorrido entre **12.14** y **36.41** kilómetros diarios, valores que se encuentran en la columna Marca de Clase de la Tabla 21 y aparecen en los intervalos **1** y **2** respectivamente.

Se observa muy baja densidad en el lado derecho es decir muy pocos vehículos con un recorrido mayor a **84. 95** kilómetros, este valor se encuentra en la columna Marca de Clase de la Tabla 21 y aparecen en el intervalo **4.**

Tabla 23: Cálculo de las medidas de tendencia para camionetas.

Medidas de Tendencia Central o de Posición.		
Moda	**Valor Mo** 0	**Cantidad** 60
Mediana	**Valor $\tilde{x}$** **31**	**Variable X n** **x538**
Media Aritmética	**Valor $\overline{x}$** **37,37**	**Se representa** **$\overline{x}$**

Fuente: Elaboración propia.

Los valores se determinan de acuerdo a la demostración de la Tabla 4 de Estadística Descriptiva en el Capítulo 1.

Se observa que la Moda es de 0 Kilómetros los cuales se repiten en 60 observaciones durante el análisis.

Para el valor de la Mediana corresponde a la variable x 538 con un valor de 31 km, el cual divide a toda la matriz en dos partes iguales en número de observaciones.

La Media Aritmética del conjunto de observaciones corresponde a 37.37 km recorridos en promedio diario, valor que vendría a ser el indicador KVR

3.2.3 Modelo: Jeep

- Datos para la tabla de Frecuencias de vehículos particulares de tipo jeep.

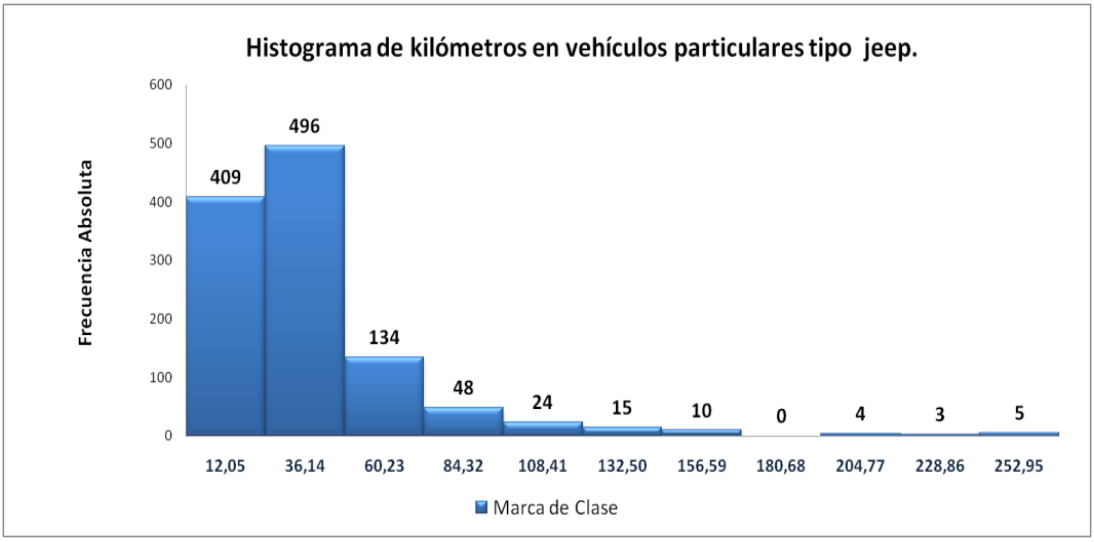
Existe una agrupación de **1.148** observaciones que se analizaron en vehículos particulares de tipo Jeep, este número resulta de **164** automóviles por un total de **7** días consecutivos de registro.

Tabla 24: Vehículos particulares de tipo jeep.

Tabla de Frecuencias							
Clases	Intervalos de clase		mi	ni	Ni	fi	Fi
Número de Intervalos	Límite Inferior [Esta Incluido	Límite Superior No esta	Marca de Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
1	0	24,09	12,05	409	409	0,356	0,356
2	24,09	48,18	36,14	496	905	0,432	0,788
3	48,18	72,27	60,23	134	1039	0,117	0,905
4	72,27	96,36	84,32	48	1087	0,042	0,947
5	96,36	120,45	108,41	24	1111	0,021	0,968
6	120,45	144,55	132,50	15	1126	0,013	0,981
7	144,55	168,64	156,59	10	1136	0,009	0,990
8	168,64	192,73	180,68	0	1136	0,000	0,990
9	192,73	216,82	204,77	4	1140	0,003	0,993
10	216,82	240,91	228,86	3	1143	0,003	0,996
11	240,91	265,00	252,95	5	1148	0,004	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 22: Kilómetros en vehículos particulares tipo jeep.



Fuente: Elaboración propia.

Existe un sesgo positivo en la agrupación de datos de la Figura 25, esto indica la aparición de una "cola" en el lado derecho de la figura. Lo cual significa que la mayoría de vehículos tienen un recorrido entre **12.05** y **36.14** kilómetros diarios, valores que se encuentran en la columna Marca de Clase de la Tabla 22 y aparecen en los intervalos **1** y **2** respectivamente.

Se observa muy baja densidad en el lado derecho es decir muy pocos vehículos con un recorrido mayor a **84. 32** kilómetros diarios, este valor se encuentra en la columna Marca de Clase de la Tabla 22 y aparecen en el intervalo **4.**

Tabla 25: Cálculo de las medidas de tendencia para Jeeps**.**

Medidas de Tendencia Central o de Posición.		
Moda	**Valor Mo** 0	**Cantidad** 80
Mediana	**Valor x̃** **30**	**Variable X n** **x573**
Media Aritmética	**Valor $\overline{x}$** **36,58**	**Se representa** **$\overline{x}$**

Fuente: Elaboración propia.

Los valores se determinan de acuerdo a la demostración de la Tabla 4 de Estadística Descriptiva en el Capítulo 1.

Se observa que la Moda es de 0 Kilómetros los cuales se repiten en 80 observaciones durante el análisis.

Para el valor de la Mediana corresponde a la variable x 573 con un valor de 30 km, el cual divide a toda la matriz en dos partes iguales en número de observaciones.

La Media Aritmética del conjunto de observaciones corresponde a 36.58 km recorridos en promedio diario, valor que vendría a ser el indicador KVR

3.3 Análisis de unidades de Taxis.

3.3.1 Automóvil

- Datos para la tabla de Frecuencias de vehículos unidades de taxi.

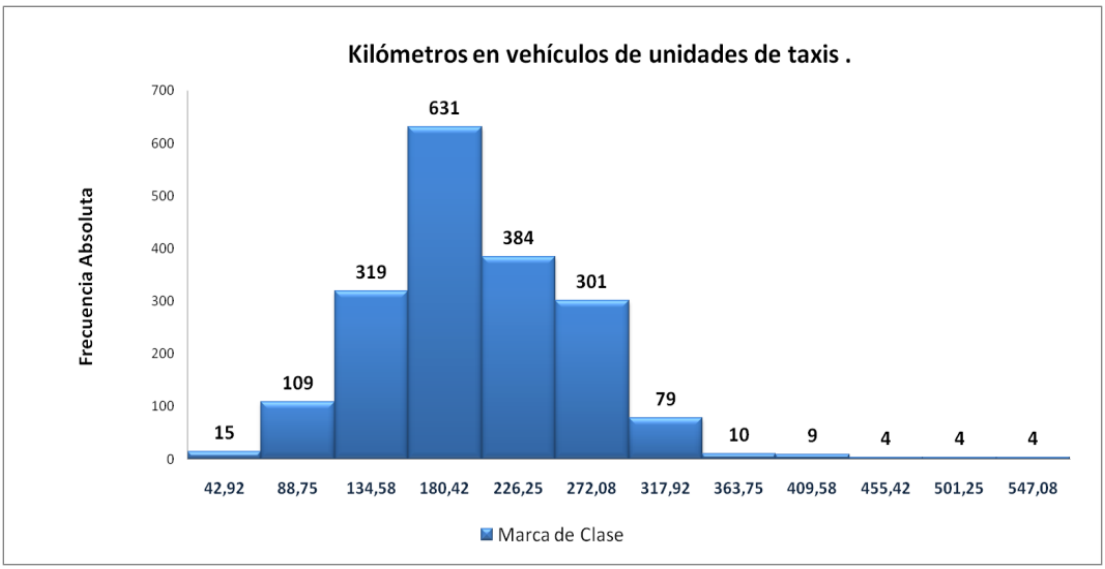
Existe una agrupación de **1.869** observaciones que se analizaron en vehículos unidades de taxis, este número resulta de **267** automóviles por un total de **7** días consecutivos de registro.

Tabla 26: Vehículos unidades de taxis.

Tabla de Frecuencias							
Clases	Intervalos de clase		mi	ni	Ni	fi	Fi
Número de Intervalos	Límite Inferior [Esta Incluido	Límite Superior No esta incluido)	Marca de Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
1	20	65,83	42,92	15	15	0,008	0,008
2	65,83	111,67	88,75	109	124	0,058	0,066
3	111,67	157,50	134,58	319	443	0,171	0,237
4	157,50	203,33	180,42	631	1074	0,338	0,575
5	203,33	249,17	226,25	384	1458	0,205	0,780
6	249,17	295,00	272,08	301	1759	0,161	0,941
7	295,00	340,83	317,92	79	1838	0,042	0,983
8	340,83	386,67	363,75	10	1848	0,005	0,989
9	386,67	432,50	409,58	9	1857	0,005	0,994
10	432,50	478,33	455,42	4	1861	0,002	0,996
11	478,33	524,17	501,25	4	1865	0,002	0,998
12	524,17	570,00	547,08	4	1869	0,002	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 23: Kilómetros en vehículos unidades de taxis.



Fuente: Elaboración propia.

Se observa una distribución uniforme con un sesgo positivo no muy pronunciado, es decir indica que la mayoría de vehículos tienen un recorrido entre **134,58** y **272,08** kilómetros diarios, valores que se encuentran en la columna Marca de Clase de la Tabla 23 y aparecen en los intervalos **3** y **6** respectivamente como lo muestra la acumulación de kilometraje en la parte central izquierda del histograma.

Se observa muy baja densidad en el lado derecho de la Figura 27 es decir muy pocos vehículos con un recorrido mayor a **363.75** kilómetros, este valor se encuentra en la columna Marca de Clase de la Tabla 23 y aparecen en el intervalo **8.**

Tabla 27: Cálculo de las medidas de tendencia para taxis.

Medidas de Tendencia Central o de Posición.		
Moda	**Valor Mo** 250	**Cantidad** 12
Mediana	**Valor x̃** **200**	**Variable X n** **x938**
Media Aritmética	**Valor $\overline{x}$** **200,29**	**Se representa** **$\overline{x}$**

Fuente: Elaboración propia.

Los valores se determinan de acuerdo a la demostración de la Tabla 4 de Estadística Descriptiva en el Capítulo 1.

Se observa que la Moda es de 250 Kilómetros los cuales se repiten en 112 observaciones durante el análisis.

Para el valor de la Mediana corresponde a la variable x 938 con un valor de 200 km, el cual divide a toda la matriz en dos partes iguales en número de observaciones.

La Media Aritmética del conjunto de observaciones corresponde a 200.29 km recorridos en promedio diario, valor que vendría a ser el indicador KVR.

3.4 Análisis de unidades de Buses.

3.4.1 Bus

- Datos para la tabla de Frecuencias de vehículos unidades de Bus.

Las **475** unidades se dividen entre las **39** rutas que recorren la ciudad de Cuenca, para cada ruta se considera una sola unidad y se considera **7** días de análisis, dando un total de **273** observaciones.

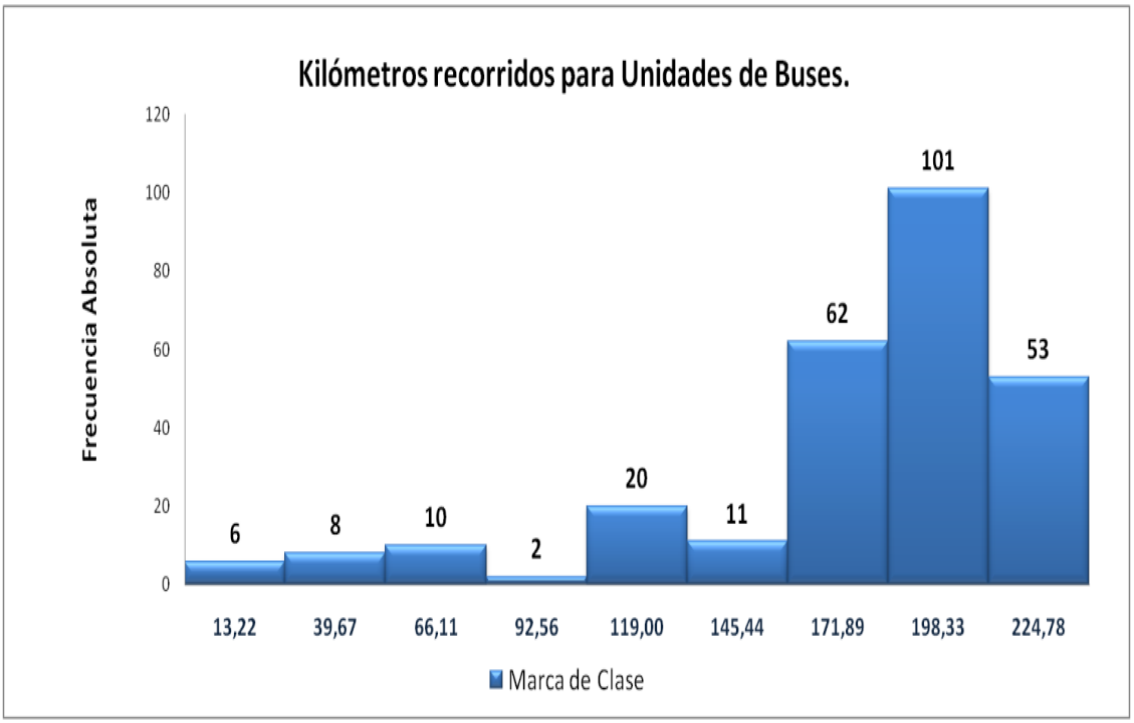
Se utiliza estadística descriptiva, para determinar los valores, que definen las características de la flota vehicular de buses.

Tabla 28: Vehículos unidades de Buses.

Tabla de Frecuencias							
Clases	Intervalos de clase		mi	ni	Ni	fi	Fi
Número de Intervalos	Límite Inferior [Esta Incluido	Límite Superior No esta incluido)	Marca de Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
1	0	26,44	13,22	6	6	0,022	0,02
2	26,44	52,89	39,67	8	14	0,029	0,05
3	52,89	79,33	66,11	10	24	0,037	0,09
4	79,33	105,78	92,56	2	26	0,007	0,10
5	105,78	132,22	119,00	20	46	0,073	0,17
6	132,22	158,67	145,44	11	57	0,040	0,21
7	158,67	185,11	171,89	62	119	0,227	0,44
8	185,11	211,56	198,33	101	220	0,370	0,81
9	211,56	238,00	224,78	53	273	0,194	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 24: Kilómetros recorridos en vehículos unidades de buses.



Fuente: Elaboración propia.

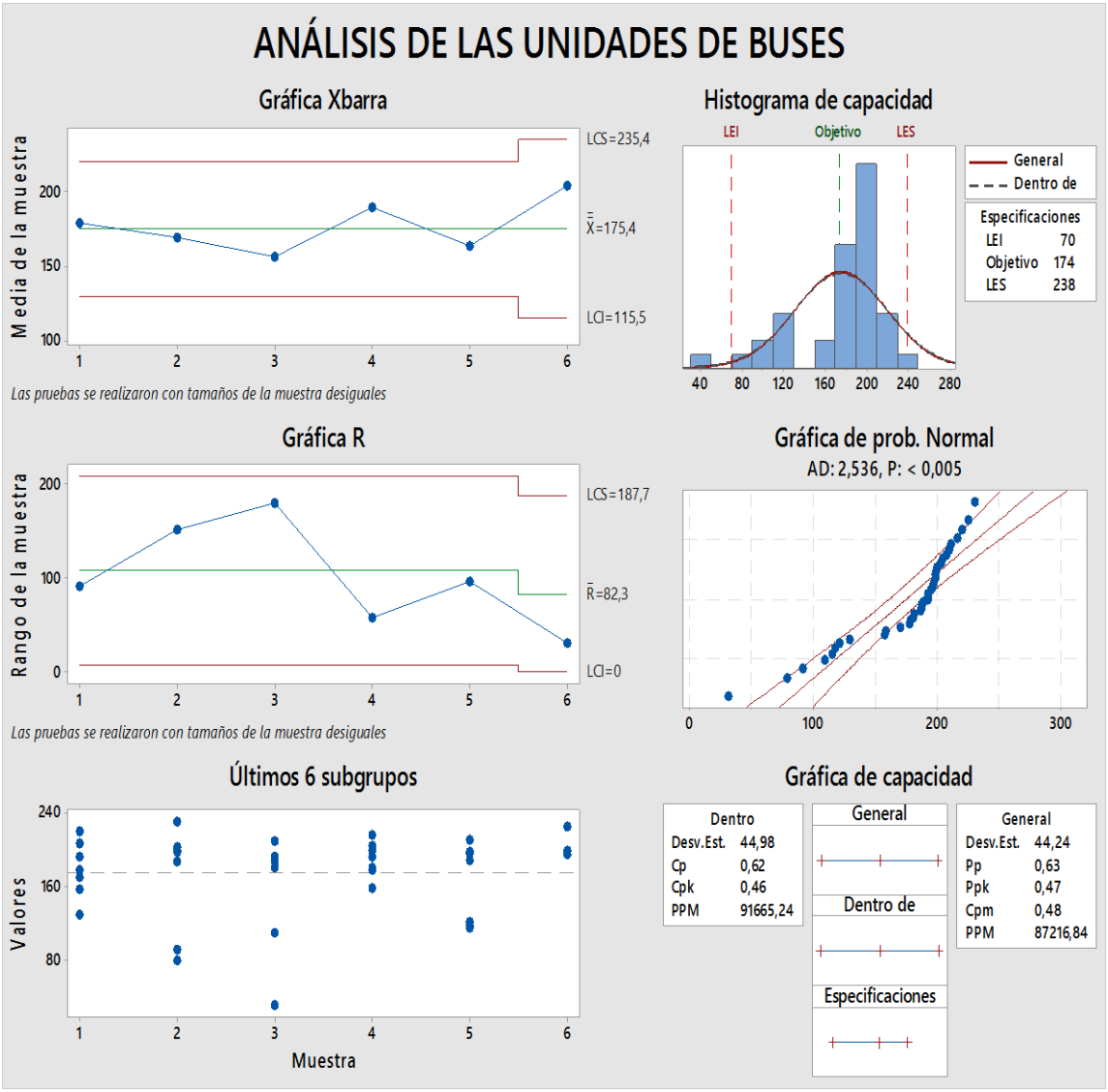
El sesgo negativo en el grupo de observaciones de la Figura 29 indica que la mayoría de vehículos tienen un recorrido entre **171.9 y 224.78** kilómetros diarios, valores que se encuentran en la columna Marca de Clase de la Tabla 24 y aparecen en los intervalos **7** y **9** respectivamente.

Se muestra en la Figura 29 la acumulación de kilometraje en la parte derecha del mismo.

Se observa muy baja densidad en el lado izquierdo, es decir muy pocas unidades de buses con un recorrido menor a **145. 44** kilómetros, este valor se encuentra en la columna Marca de Clase de la Tabla 24 y aparecen en el intervalo **6.**

En el siguiente gráfico se expone las gráficas de residuos, donde se expone los resultados obtenidos, se puede observar: la media de la muestra, rango, histograma, gráfica de probabilidad norma, grafica de capacidad.

Figura 25: Análisis Anova para vehículos unidades de buses.



Fuente: Elaboración propia.

La gráfica Xbarra, se utiliza para analizar la estabilidad de procesos, de tal forma que se observa el comportamiento de las observaciones tomando como referencia el valor promedio de los datos.

Para la realización del Histograma de capacidad en la Figura 30 se colocó un objetivo de **174** y los límites comprendidos entre **70 y 238**.

Se puede observar un sesgo negativo debido a que los datos están hacia la izquierda de la media, la mayoría de unidades de buses tienen un kilometraje alto.

Como se puede observar en el Histograma de capacidad, la acumulación de los kilometrajes en la parte derecha del mismo, además se observa en la parte izquierda del histograma una baja densidad, esto es ocasionado por las diferentes unidades de buses.

En la cuales existen algunas unidades que recorren menos kilómetros los días atípicos (Sábado- Domingo), mientras otras unidades no laboran.

Se puede observar que la gráfica de Distribución Normal (Campana de Gauss) ilustrado en el Histograma de capacidad, abarca claramente un porcentaje considerable de observaciones analizadas, las mismas que se encuentran dentro del intervalo de confianza del **95%**.

Se puede utilizar los valores que se en encuentran en la parte superior de la gráfica de Distribución Normal.

El valor de Anderson-Darling nos indica como los datos siguen una distribución específica, valor que corresponde a **AD: 2,536** y el valor **p**; **p < 0.005**.

3.5 Análisis de unidades de Instituciones Públicas.

- Consideraciones para el análisis.

Para el siguiente análisis se va a utilizar **212** unidades de transporte público, abarcando las diferentes instituciones dentro de la ciudad.

Se considera: 9 unidades de tipo automóvil, 160 unidades de tipo camioneta y 43 unidades de tipo jeep. Los cuales se consideran para 7 días laborables de registro.

Estableciendo un total de: **63** observaciones de automóviles, **1.120** observaciones para camionetas, y **301** observaciones para jeeps.

Se utiliza estadística descriptiva, para determinar los valores, que definen las características de la flota vehicular correspondiente a instituciones públicas.

3.5.1 Modelo: Automóvil.

Tabla 29: Vehículos de Instituciones Públicas de tipo automóvil.

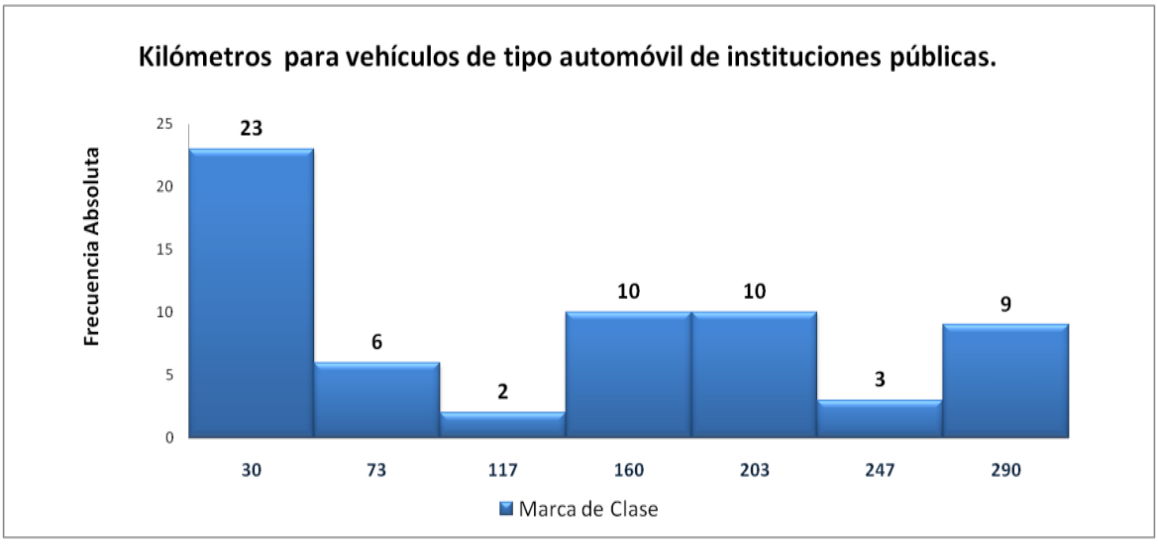
Tabla de Frecuencias							
Clases	Intervalos de clase		mi	ni	Ni	fi	Fi
Número de Intervalos	Límite Inferior [Esta Incluido	Límite Superior No esta	Marca de Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
1	8	51,43	30	23	23	0,365	0,365
2	51,43	94,86	73	6	29	0,095	0,460
3	94,86	138,29	117	2	31	0,032	0,492
4	138,29	181,71	160	10	41	0,159	0,651
5	181,71	225,14	203	10	51	0,159	0,810
6	225,14	268,57	247	3	54	0,048	0,857
7	268,57	312,00	290	9	63	0,143	1

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la columna de Frecuencia Absoluta el valor más representativo que corresponde a **23** unidades, esto significa que existe un mayor número de repeticiones para las observaciones que están comprendidas dentro del intervalo **1**, con límite inferior y superior de **8 y 51.43** respectivamente.

Además de una Marca de Clase con un valor que corresponde a **30** kilómetros para el mismo intervalo.

Figura 26: Kilómetros para vehículos tipo automóvil de instituciones públicas.



Fuente: Elaboración propia.

En el grupo de observaciones de la Figura 31, se indica que la mayoría de vehículos tienen un recorrido de **30** kilómetros, valor que se encuentran en la columna Marca de Clase de la Tabla 25 y aparece en el primer intervalo.

Se muestra en el Histograma dos grupos de observaciones en la parte central derecha con un kilometraje de **160** **y** **203** para los intervalos **4** **y** **5** respectivamente.

Lo que significa que existen 20 unidades de automóvil que circulan en promedio 180 kilómetros. Estas observaciones agrupadas resultan significativas para el cálculo del valor promedio para todo el grupo de observaciones.

Tabla 30: Cálculo de las medidas de tendencia automóvil instituciones públicas.

Medidas de Tendencia Central o de Posición.		
Moda	Valor Mo 33	Cantidad 15
Mediana	Valor $\tilde{x}$ 144	Variable X n x 137
Media Aritmética	Valor $\overline{x}$ 134,14	Se representa $\overline{x}$

Fuente: Elaboración propia.

Los valores se determinan de acuerdo a la demostración de la Tabla 4 de Estadística Descriptiva en el Capítulo 1.

Se observa que la Moda es de 33 Kilómetros los cuales se repiten en 15 observaciones durante el análisis.

Para el valor de la Mediana corresponde a la variable x 137 con un valor de 144 km, el cual divide a toda la matriz en dos partes iguales en número de observaciones.

La Media Aritmética del conjunto de observaciones corresponde a 134,14 km recorridos en promedio para automóviles de las Instituciones Públicas, valor que vendría a ser el indicador KVR.

3.5.2 Modelo: Camioneta.

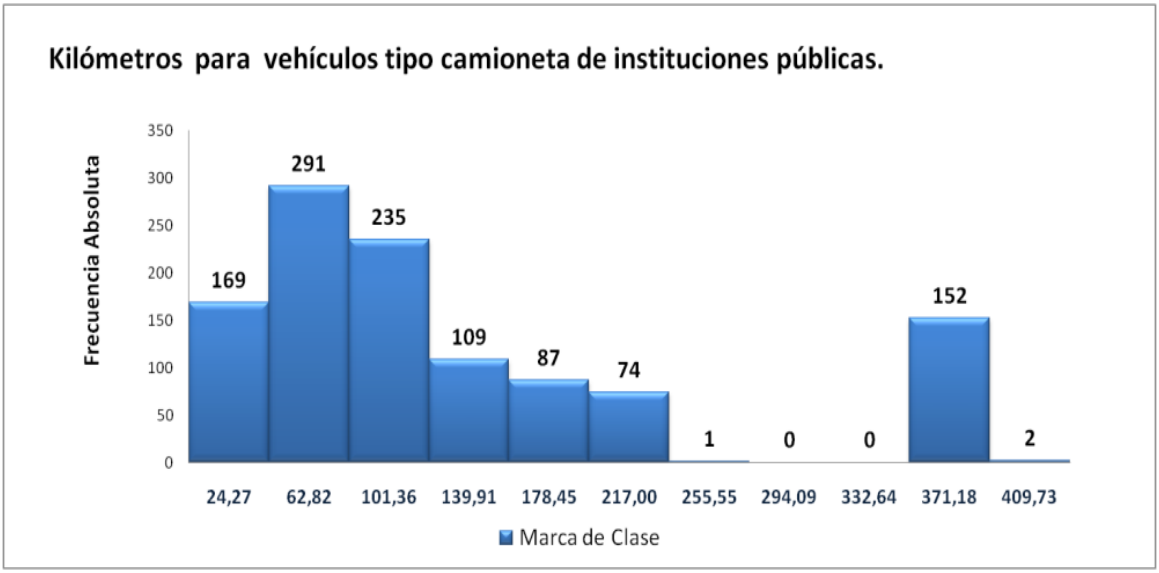
Tabla 31: Vehículos de Instituciones Públicas de tipo camioneta.

Tabla de Frecuencias							
Clases	Intervalos de clase		mi	ni	Ni	fi	Fi
Número de Intervalos	Límite Inferior [Esta Incluido	Límite Superior No esta incluido)	Marca de Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
1	5	43,55	24,27	169	169	0,151	0,151
2	43,55	82,09	62,82	291	460	0,260	0,411
3	82,09	120,64	101,36	235	695	0,210	0,621
4	120,64	159,18	139,91	109	804	0,097	0,718
5	159,18	197,73	178,45	87	891	0,078	0,796
6	197,73	236,27	217,00	74	965	0,066	0,862
7	236,27	274,82	255,55	1	966	0,001	0,863
8	274,82	313,36	294,09	0	966	0,000	0,863
9	313,36	351,91	332,64	0	966	0,000	0,863
10	351,91	390,45	371,18	152	1118	0,136	0,998
11	390,45	429,00	409,73	2	1120	0,002	1

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la columna de Frecuencia Absoluta de la Tabla 26 de Frecuencia el valor más representativo corresponde a **291** unidades, esto significa que existe un mayor número de repeticiones para las observaciones que están comprendidas dentro del intervalo **2**, con límite inferior y superior de **43.55 y 82.09** respectivamente. Además de una Marca de Clase con un valor que corresponde a **62.82** kilómetros para el mismo intervalo.

Figura 27: Kilómetros para vehículos tipo camioneta de instituciones públicas.



Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que existe en el Histograma de la Figura 33 una asimetría positiva, esto quiere decir que la mayor cantidad de datos se encuentra hacia la izquierda del histograma.La mayor cantidad de vehículos tienen un recorrido entre **24.27 y 139.91** kilómetros, valores que se encuentran en la columna Marca de Clase de la Tabla 26 y aparecen en los intervalos **1** y **4** respectivamente.

Además se observa un grupo de observaciones que presentan un comportamiento diferente con respecto al total de datos, esto quiere decir que existen **152** unidades de una de las instituciones públicas que presentan un promedio de **371.18** kilómetros, valor que se encuentran en la columna Marca de Clase de la Tabla 26 de Frecuencia y aparecen en el intervalo **10**.

Tabla 32: Cálculo de las medidas de tendencia camionetas instituciones públicas.

Medidas de Tendencia Central o de Posición.		
Moda	Valor Mo 355	Cantidad 24
Mediana	Valor x̃ 96	Variable X n x 559
Media Aritmética	Valor $\overline{x}$ 131,95	Se representa $\overline{x}$

Fuente: Elaboración propia.

Los valores se determinan de acuerdo a la demostración de la Tabla 4 de Estadística Descriptiva en el Capítulo 1.

Se observa que la Moda es de 355 Kilómetros los cuales se repiten en 24 observaciones durante el análisis.

Para el valor de la Mediana corresponde a la variable x 559 con un valor de 96 km, el cual divide a toda la matriz en dos partes iguales en número de observaciones.

La Media Aritmética del conjunto de observaciones corresponde a 131,95 km recorridos en promedio para camionetas de las Instituciones Públicas, valor que vendría a ser el indicador KVR.

3.5.3 Modelo: Jeep

Tabla 33: Vehículos de Instituciones Públicas de tipo jeep.

Tabla de Frecuencias							
Clases	Intervalos de clase		mi	ni	Ni	fi	Fi
Número de Intervalos	Límite Inferior [Esta Incluido	Límite Superior No esta incluido)	Marca de Clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Absoluta Acumulada	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
1	0	39,00	20	142	142	0,47	0,47
2	39,00	78,00	59	39	181	0,13	0,60
3	78,00	117,00	98	46	227	0,15	0,75
4	117,00	156,00	137	21	248	0,07	0,82
5	156,00	195,00	176	17	265	0,06	0,88
6	195,00	234,00	215	16	281	0,05	0,93
7	234,00	273,00	254	13	294	0,04	0,98
8	273,00	312,00	293	3	297	0,01	0,99
9	312,00	351,00	332	4	301	0,01	1

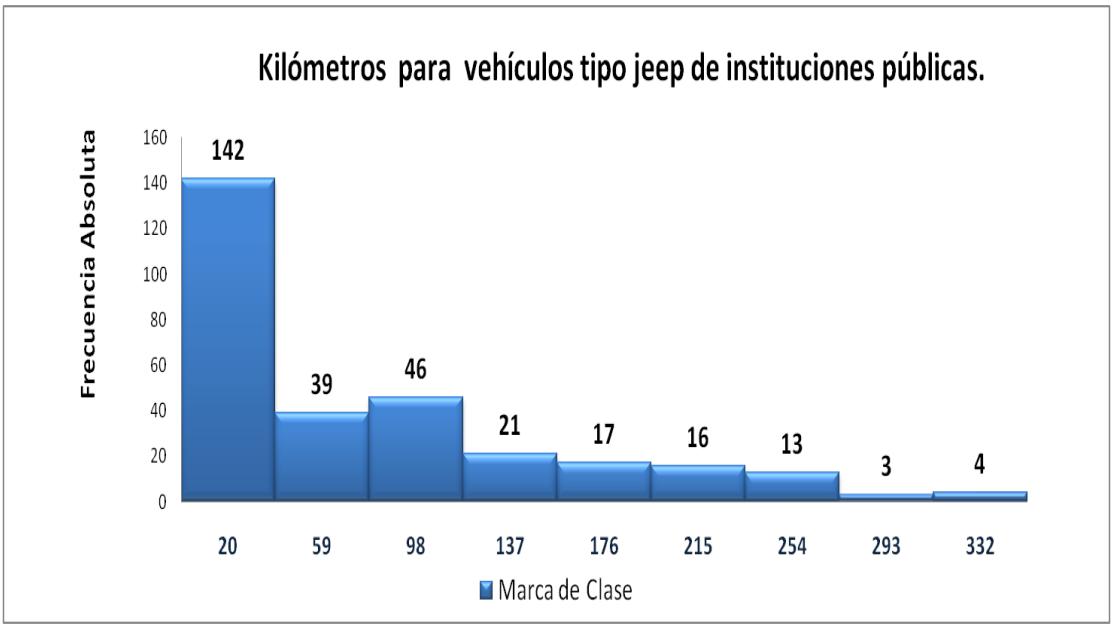
Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la Tabla 27 que en la columna de Frecuencia Absoluta en la el valor más representativo que corresponde a **142** unidades, esto significa que existe un mayor número de repeticiones para las observaciones que están comprendidas dentro del intervalo **1**, con límite inferior y superior de **0 y 39.0** kilómetros respectivamente.

Además de una Marca de Clase con un valor que corresponde a **20** kilómetros para el mismo intervalo.

En la columna de Frecuencia Relativa de la Tabla 27 de Frecuencia se observa también esta representación, con un valor de **0.47**, para el mismo intervalo. Esto representa un 47 % en la distribución total.

Figura 28: Kilómetros para vehículos tipo jeep de instituciones públicas.



Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que existe en el Histograma de la Figura 35 una asimetría positiva, esto quiere decir que la mayor cantidad de datos se encuentra hacia la izquierda del histograma.

La mayor cantidad de vehículos tienen un recorrido entre **20 y 98** kilómetros diarios, valores que se encuentran en la columna Marca de Clase de la Tabla 27 de Frecuencia y aparecen en los intervalos **1** y **3** respectivamente.

Tabla 34: Cálculo de las medidas de tendencia camionetas instituciones públicas.

Medidas de Tendencia Central o de Posición.		
Moda	Valor Mo 0	Cantidad 137
Mediana	Valor x̃ 46	Variable X n x 188
Media Aritmética	Valor $\bar{x}$ 74,77	Se representa $\bar{x}$

Fuente: Elaboración propia.

Los valores se determinan de acuerdo a la demostración de la Tabla 4 de Estadística Descriptiva en el Capítulo 1.

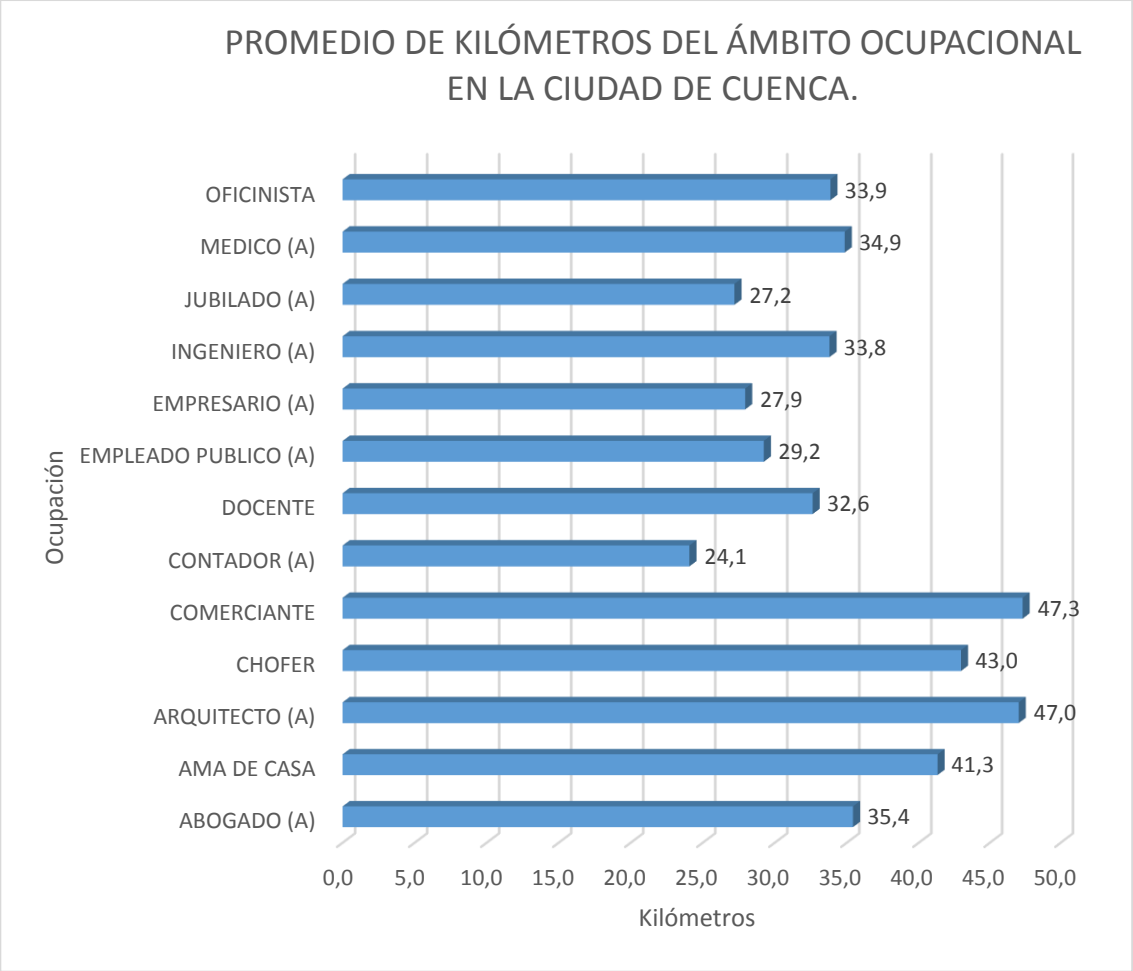
Se observa que la Moda es de 0 Kilómetros los cuales se repiten en 137 observaciones durante el análisis.

Para el valor de la Mediana corresponde a la variable x 188 con un valor de 46 km, el cual divide a toda la matriz en dos partes iguales en número de observaciones.

La Media Aritmética del conjunto de observaciones corresponde a 74.77 km recorridos en promedio para automóviles de las Instituciones Públicas, valor que vendría a ser el indicador KVR.

3.6 Promedio de kilómetros recorridos para diferentes ocupaciones que se desempeñan en la ciudad de Cuenca.

Figura 29: Kilómetros Vehículo Recorrido, obtenidos durante el levantamiento de datos desde el ámbito ocupacional.



Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en el *Cuadro Comparativo 1* de la Figura 36 que existe una diferencia de kilometraje considerable entre las diferentes ocupaciones siendo estos **47.3** y **24.1** kilómetros como máximo y mínimo respectivamente. Entre las diferentes ocupaciones registradas existe gran relevancia los Comerciante y Choferes las cuales registran un mayor recorrido con respecto a las demás, esto debido a la naturaleza de la ocupación, la cual indica que recorren un mayor número de kilómetros.

3.7 Indicador kilómetros-vehículo recorrido (KVR) para la ciudad de Cuenca.

Tabla 35: Valores del Indicador KVR para los diferentes tipos de vehículos considerados para el estudio.

Indicador Kilómetros Vehículo Recorrido (KVR).			
Vehículos Objetos de Estudio	**Tipo de Modelo**	**Media**	**Media General**
Particulares	Automóvil	36.04 km	36.66 km
	Camioneta	37.37 km	
	Jeep	36.58 km	
Unidades de Taxis	Automóvil	200.29 km	
Unidades de Buses	Bus	174.92 km	
Instituciones Públicas	Automóvil	134.14 km	113.62 km
	Camioneta	131.95 km	
	Jeep	74.77 km	

Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente cuadro se puede observar los resultados del indicador KVR por tipo de modelo para vehículos que circulan dentro de la ciudad de Cuenca.

Para los vehículos particulares no existe una diferencia significativa entre los datos de los 3 modelos, teniendo como mínimo 36.04 km y 37.37 km como máximo. Las camionetas tienen el mayor valor debido a que en su mayoría este tipo de vehículo es utilizado para trabajos relacionados comercialización y transporte de cargas.

Las unidades de taxis recorren un promedio de 200.29 km, se observó esta tendencia en la mayoría de las unidades, cabe aclarar que durante el levantamiento de datos se pidió a los dueños de los taxis que anotaran las horas de trabajo teniendo como promedio 12 horas de trabajo.

En las instituciones públicas los vehículos recorren una mayor cantidad de kilómetros que los particulares para los mismos tipos de vehículos, debido a sus diversas prestaciones dependiendo de las instituciones en la que se esté utilizando el vehículo.

3.8 Conclusiones.

Con el desarrollo de este proyecto se cumplió los objetivos planteados llegando así a las siguientes conclusiones:

- Los conductores de vehículos particulares realizan sus actividades laborales y actividades de movilización al lugar de trabajo utilizando de forma indistinta el modelo del automotor, pudiendo ser este: automóvil, jeeps o camionetas. Esto se ve reflejado en el Cuadro Comparativo 1: Kilómetros Vehículo Recorrido, obtenidos durante el levantamiento de datos desde el ámbito ocupacional.

- Las metodologías expuestas en el CAPÍTULO 1, indica que cada estado utiliza una metodología diferente, esto debido a que el estudio y desarrollo de: Kilómetros- Vehículo Recorrido (KVR) no sigue una aplicación estandarizada, sino que la misma se adapta a las condiciones y políticas del lugar buscando así la metodología más conveniente.

- Es claro que el incremento de la producción automotriz coloca a las instituciones encargadas en la gestión del parque automotor, en la obligación de adoptar por mejores y más eficientes medidas para llevar un mejor registro de la circulación de todas las unidades vehiculares, considerando que el estudio aquí desarrollado podría tener relevancia para estas instituciones.

- Se concluye para vehículos particulares un KVR de: **36.04, 37.37 y 36.58** kilómetros para automóviles, camionetas y jeeps respectivamente. Con esto llegamos a determinar una variación de **1.33** kilómetros como la máxima diferencia que puede llegar a existir entre los promedios de los tres diferentes tipos de vehículos.

- Un aspecto importante para determinar el indicador KVR es la involucración de un equipo organizado, para todas las actividades de logística respecto a la distribución y recolección de los registros de kilómetros y su posterior verificación y tabulación.

- Del análisis de las diferentes metodologías encontradas para el desarrollo de este tema, se vio la factibilidad en aplicar una metodología que unía tanto el registro de kilómetros como la verificación del kilometraje mediante unas fotografías método que recién se está desarrollando en Europa, debido a la implementación de nuevas tecnologías que pueden servir para la obtención del indicador.

3.9 Recomendaciones.

- Se recomienda que la metodología propuesta en esta tesis, correspondiente a la lectura del odómetro sea utilizada para estimar el indicador KVR, cuando se realice la RTV de los diferentes automotores, con estos se estaría economizando el levantamiento de datos, instrumentación, precautelando la integridad de la personas y se tendría una perspectiva de cómo se está desarrollando el consumo de combustible.

- A partir de esta tesis se puede hacer estudios relacionados con la contaminación por vehículo dependiendo de la clase de vehículo, el aprovechamiento que se da al consumo energético (petróleo), la implementación de vehículos eléctricos, políticas de tránsito y transporte.

- Se recomienda anotar el kilometraje en cada RTV y crear una base de datos que se encuentre a libre disposición de los ciudadanos en la página de la EMOV, con el objetivo de evitar la adulteración de los kilómetros que marca el odómetro; práctica que en nuestro medio se realiza de una manera incontrolable.

- Con la implementación de esta metodología se tendría una perspectiva de cómo está evolucionando la movilidad de los ciudadanos en la ciudad de Cuenca, con una base de datos de los kilómetros recorridos de los diferentes automotores de cada año para poder analizar y ver la tendencia de incremento del campo automotor.

- Se recomienda que exista una mejora continua del presente proyecto ; por lo tanto se siguiere a los estudiantes que en el futuro deseen replicar este proyecto en otras ciudades, que comiencen realizando una pequeña prueba piloto para poder orientarse y observar donde están las complicaciones e implementar un nuevo plan para cubrir los objetivos planteados.

3.10 Referencias.

Minitab Inc. (2016). *Soporte de MInitab 17*. Obtenido de http://support.minitab.com/es-mx/minitab/17/topic-library/modeling-statistics/anova/basics/what-is-anova/

A.Pozo-Ruz, M.C.García-Alegre, A.Ribeiro, L.García, D.Guinea, F.Sandoval. *Localización de vehículos: fusión de medidas GPS y Odometría.* Arganda.

Alòs, J. S. (1995). "Cálculo del tamaño muestral". En *TÉCNICAS DE ENCUESTA POR MUESTREO* (pág. 23). México: ESOMAR.

ANT. (2015). *Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador.* Quito.

Australian Bureau of Infrastructure, T. a. (16 de 11 de 2011). *Australian Government*. Obtenido de http://www.bitre.gov.au/publications/10/Files/VKT_BITRE_ Report124.pdf

Bureau of Infrastructure, T. a. (2011). Road vehicle-kilometres travelled estimated from state/territory fuel sales. En A. Hossain, & D. Gargett. Adelaide,Australia.

Bureau of Infrastructure, T. a. (2012). State and Capital City vehicle kilometres travelled, 1990–2012. *Information Sheet 44, BITRE, Canberra* .

Canada., T. A. (2006). *Performance Measures for Road Networks: A Survey of Canadian Use.* . Obtenido de http://www.tac-atc.ca/english/resourcecentre/readingroom/pdf/perf-measures-0306.pdf

Castro, P., & Escobar, L. (2006). *Estimación de las emisiones contaminantes por fuentes móviles a nivel nacional y formulación de lineamientos técnicos para el ajuste de las normas de emisión.*Bogota.

Commission, N. T. (2005). Estimation of Vehicle Kilometres Travelled on Arterial and Local Roads Information Paper. *ARRB Transport Research Ltd* , 26.

Commission., A. N. (11 de 2005). *Australia National Transport Commission. (2005). Estimation of Vehicle Kilometres Travelled on Arterial and Local Roads*

Information Paper. .Obtenido de http://www.ntc.gov.au/filemedia/Reports/EstimVehKiloTravArterLocalMay05.pd

Cortés, M. E. (2004). *Generalidades sobre Metodologia de la Investigacion.* Cidudad del Carmen, Mexico: Impreso en Mexico.

Cortés, M. E., & León, M. I. (2004). Generalidades sobre Metodología. *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARMEN* , 105.

EP, E. (2015). Empresa Municipal de Movilidad Tránsito y Transporte de la Ciudad de Cuenca. Cuenca: Empresa Municipal.

Góngora Pérez, J. P. (2012). Indicador Kílometros-Vehículos Recorridos (KVR). (pág. 32). Ciudad de Mexico: L.D.G.

Hossain, A., & Gargett, D. (2011). *Road vehicle-kilometres travelled estimated from state/territory fuel sales.*Adelaide, Australia.

*INTRODUCCIÓN AL PROGRAMA MINITAB*2006

J. Gabriel Molina ; María F. Rodrigo. (2009). Estadística descriptiva en Psicología.

Leduc, G. (15 de 6 de 2008). *Road Traffic Data: Collection Methods and Applications.*Obtenido de http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC47967.TN.pdf

Leduc, G. (2008). "Estimation of annual traffic flow and traffic volume ". En *Road Traffic Data: Collection Methods and Applications* (pág. 49). Seville.

Lindmark, K. (2001). *VMT Calculations for TSP Performance Measures.* . Obtenido de http://www.portlandonline.com/transportation/index.

Marly Odekerken-Smeets; Olga Kastlova & Sylvie Mabile;Lars Klit Reiff;Peter Smeets;Erik Grib. (2007). *Handbook on Statistics.* Geneva.

Medina Ramírez, S. (2012). La importancia de reducción del uso del automóvil en México. . *México: Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo.*México.

Office of Highway Information Management Federal Highway Administration. (1996). Procedures Used to Derive the Data Elements of the 1994 Table VM-1 . En *Annual Vehicle Miles of Travel and Related Data* (pág. 25). Washington, D.C. .

(2002). En A. y. Pardo, *Guía para el análisis de datos.*Madrid: McGraw-Hill. .

Ramìrez, S. M. (2012). Las tendencias de motorización, del uso del automóvil y sus impactos. En *La importancia de reducción del uso del automóvil en México.* (pág. 52). México.

Ronald E .Walpole, R. H. (1999). *Probabilidad y estadística para ingenieros.*Mexico: Pearson Educación.

Shelton, T. S. (1995). *Revised Vehicle Miles of Travel for Passenger Cars and Light Trucks,1975 to 1993.* . Obtenido de http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/Pubs/95.830.pdf

U.S Department of Transportation. (2013). Traffic Monitoring Guide. *Federal Highway Administration Traffic Monitoring Guide* , 462.

UNECE, U. N. (2007). *HANDBOOK ON STATISTICS.*Geneva.