

**ESTIMACIÓN DE TASA DE GENERACIÓN DE VIAJES PARA LA
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA**

JOSE MIGUEL ARCINIEGAS MARIÑO

CLAUDIA VANESSA ARISTIZABAL LINDARTE

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

BUCARAMANGA

2017

**ESTIMACIÓN DE TASA DE GENERACIÓN DE VIAJES PARA LA
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA**

JOSE MIGUEL ARCINIEGAS MARIÑO

CLAUDIA VANESSA ARISTIZABAL LINDARTE

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

DIRECTOR

EMILIO GERMAN MORENO GONZALEZ, PhD.

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

BUCARAMANGA

2017

NOTA DE ACEPTACION

PRIMER JURADO

SEGUNDO JURADO

TERCER JURADO

BUCARAMANGA, MARZO 2017

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

La colaboración y ayuda presentada por el profesor Emilio German Moreno también director de este proyecto de tesis, por su acompañamiento y apoyo durante la realización de este trabajo.

Agradecemos a nuestros padres por sus esfuerzos, sacrificios, sus oraciones y amor en todo momento.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	5
1. INDICE DE FIGURAS Y ECUACIONES	8
1.1 Índice de figuras e imágenes.....	8
1.2 Índice de ecuaciones.....	9
2. ÍNDICE DE TABLAS.....	10
3. RESÚMEN	12
4. INTRODUCCIÓN Y ALCANCE	13
4.1 INTRODUCCIÓN.....	15
4.2 OBJETIVOS	18
4.2.1 Objetivo General.	18
4.2.2 Objetivos específicos.....	18
5. JUSTIFICACIÓN.....	19
6. CONCEPTOS BÁSICOS Y ANTECEDENTES.....	21
6.1 CONCEPTOS BÁSICOS.....	21
6.2 ANTECEDENTES	23
6.2.1 Estudios recientes de generación de viajes en Latinoamérica	26
7. PLANEACIÓN DEL TRANSPORTE URBANO	28
7.1 EL PROBLEMA DEL TRANSPORTE	28
7.2 ESTRUCTURA URBANA.....	29
7.3 VIAJES	30
7.4 USO DEL SUELO.....	31
7.5 MODELOS DE TRANSPORTE.....	32
7.6 GENERACIÓN Y ATRACCIÓN DE VIAJES	32
8. METOLOGÍA	34
8.1 REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN Y SELECCIÓN DE VARIABLES.....	34

8.1.1 Revisión Bibliográfica:	34
8.1.2 Selección de Variables:	34
8.1.3 Instrumento aplicado:	34
8.2 SELECCIÓN DE LA POBLACIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	36
8.3 UBICACIÓN DEL POLO Y ZONIFICACIÓN	38
8.4 RECOLECCIÓN DE DATOS	40
8.4.1 Trabajo de Campo:	40
8.4.2 Aplicación de prueba piloto y correcciones.....	40
9. SISTEMATIZACIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	41
9.1 TOTALIZACIÓN DE ENCUESTADOS POR PROGRAMA ACADÉMICO Y EMPLEADOS.....	41
9.2 DETERMINACIÓN DISTANCIA RECORRIDA POR VIAJE:	42
9.3 DETERMINACION TIEMPO DE VIAJE	43
9.4 CLASIFICACIÓN DE LOS VIAJES POR MODO DE TRANSPORTE:	44
9.4.1 ÍNDICE DE OCUPACIÓN	45
9.5 DETERMINACION DE PORCENTAJES POR MODO	46
9.6 CATEGORÍAS SOCIOS-ECONÓMICOS DE LA COMUNIDAD.....	48
9.6 ZONAS DE GENERACIÓN Y TIEMPOS DE VIAJE POR MODO.....	50
9.7 PROYECCIÓN DE VIAJES AL TOTAL DE LA POBLACIÓN.....	51
9.8 DETERMINACIÓN DE TASAS DE GENERACIÓN DE VIAJES	54
10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL TIEMPO DE SERVICIO POR MODO DE TRANSPORTE	58
10.1 REGRESIÓN LINEAL SIMPLE	58
10.2 P VALOR	59
10.3 COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN.....	59
10.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PARÁMETRO TIEMPO	60
10.4.1 Carro particular o automóvil origen-UPB.....	60
10.4.2 Carro particular o automóvil UPB-origen.....	62
10.4.3 Moto particular o motocicleta origen-UPB.....	65
10.4.4 Moto particular o motocicleta UPB-origen.....	67

10.4.5 Ucar origen-UPB	69
10.4.6 Ucar UPB-origen	71
10.4.7 Vehículo colectivo o colectivo origen-UPB.....	73
10.4.8 Vehículo colectivo o colectivo UPB-origen.....	75
10.4.9 Metrolínea origen-UPB.....	77
10.4.10 Metrolínea UPB-origen.....	80
10.4.11 Bus urbano o autobús origen-UPB	82
10.4.12 Bus urbano o autobús UPB-origen	84
10.4.13 Uber y bicicleta.....	86
10.5 COMPARACIÓN DE TENDENCIAS LINEALIS DEL TIEMPO DE SERVICIO POR MODO DE TRANSPORTE VS DISTANCIA RECORRIDA	87
11. ANÁLISIS DE EFICIENCIA DEL TIEMPO DE SERVICIO SEGÚN EL MODO DE TRANSPORTE	88
11.1 UTILIDAD DIAGRAMA DE CAJAS Y BIGOTES.....	88
11.2 Diagrama de cajas y bigotes	89
12. CONCLUSIONES.....	90
13. BIBLIOGRAFIA.....	92

1. INDICE DE FIGURAS Y ECUACIONES

1.1 Índice de figuras e imágenes

Imagen 1. Ubicación geográfica UPB secciona Bucaramanga	39
Imagen 2. Ubicación municipios con respecto a la UPB seccional Bucaramanga.....	40
Imagen 3. Distancia recorrida desde sector 1 hasta UPB Bucaramanga en automóvil	42
Imagen 4. Distancia recorrida desde UPB Bucaramanga hasta sector 1 en automóvil	43
Figura 1. Porcentaje total de encuestados (n) por modo.....	46
Figura 2. Porcentaje de ESTUDIANTES por modo.....	47
Figura 3. Porcentaje de EMPLEADOS por modo.....	48
Figura 4. Total de viajes según estrato socioeconómico.....	49
Figura 5. Generación de viajes por sectores	50
Figura 6. Tasa promedio de viajes por estudiantes.....	57
Figura 7. Tasa promedio de viajes por empleados.....	58
Figura 8. Proyección sobre la población total de estudiantes..... ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 9. Proyección sobre la población total de empleados..... ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 10. Gráfico de los residuales carro particular o automóvil origen-UPB.....	61
Figura 11. Gráfico probabilidad normal carro particular o automóvil origen-UPB.....	61
Figura 12. Gráfico curva de regresión ajustada carro particular o automóvil	62
Figura 13. Gráfico de los residuales carro particular o automóvil UPB-origen.....	63
Figura 14. Gráfico probabilidad normal carro particular o automóvil UPB-origen.....	64
Figura 15. Gráfico de curva de regresión ajustada carro particular o automóvil origen-UPB	64
Figura 16. Gráfico de los residuales moto particular o motocicleta origen-UPB.....	66
Figura 17. Gráfico de probabilidad normal moto particular o motocicleta origen-UPB	66
Figura 18. Gráfico curva de regresión ajustada moto particular o motocicleta origen-UPB67	
Figura 19.. Gráfico de residuales moto particular o motocicleta UPB-origen.....	68
Figura 20. Gráfico de probabilidad normal moto particular o motocicleta UPB-origen	68
Figura 21. Gráfico curva de regresión ajustada moto particular o motocicleta UPB-origen69	
Figura 22. Gráfico de los residuales Ucar origen-UPB	70
Figura 23. Gráfico de probabilidad normal Ucar origen-UPB.....	70
. Figura 24 Gráfico curva de regresión ajustada Ucar origen-UPB	71
. Figura 25. Gráfico de los residuales Ucar UPB-origen	72
. Figura 26. Gráfico probabilidad normal Ucar UPB-origen	72
Figura 27. Gráfico curva de regresión ajustada Ucar UPB-origen	73
. Figura 28. Gráfico de los residuales vehículo colectivo o colectivo origen-UPB	74
Figura 29. Gráfico probabilidad normal vehículo colectivo o colectivo origen-UPB	74

Figura 30. Gráfico curva de regresión ajustada vehículo colectivo o colectivo origen-UPB	75
Figura 31. Gráfico de los residuales vehículo colectivo o colectivo UPB-origen	76
Figura 32. Gráfico probabilidad normal vehículo colectivo o colectivo UPB-origen	77
Figura 33. Gráfico curva de regresión ajustada vehículo colectivo o colectivo UPB-origen	77
Figura 34. Gráfico de los residuales Metrolínea origen-UPB	78
Figura 35. Gráfico probabilidad normal Metrolínea origen-UPB	79
Figura 36. Gráfico curva de regresión ajustada Metrolínea origen-UPB	79
Figura 37. Gráfico de los residuales Metrolínea UPB-origen	80
Figura 38. Gráfica probabilidad normal Metrolínea UPB-origen	81
Figura 39. Gráfico curva de regresión ajustada Metrolínea UPB-origen	81
Figura 40. Gráfico de los residuales bus urbano o autobús origen-UPB	83
Figura 41. Gráfico probabilidad normal bus urbano o autobús origen-UPB	83
Figura 42. Gráfico curva de regresión ajustada bus urbano o autobús origen-UPB	84
Figura 43. Gráfico de los residuales bus urbano o autobús UPB-origen	85
Figura 44. Gráfico probabilidad normal bus urbano o autobús UPB-origen	85
Figura 45. Gráfico curva de regresión ajustada bus urbano o autobús UPB-origen	86
Figura 46. Gráfico comparación de tendencias lineales del tiempo de servicio por modo de transporte vs distancia recorrida	87
Figura 47. Diagrama de cajas y bigotes	89

1.2 Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Tamaño de muestra	36
Ecuación 2. Índice de ocupación	45
Ecuación 3. Determinación de tasas de generación de viajes estudiantes	54
Ecuación 4. Determinación de tasas de generación de viajes comunidad UPB	55
Ecuación 5. Proyección de viajes estudiantes	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 6. Proyección de viajes empleados	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 7. Regresión lineal simple	58

2. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tamaño de la muestra según Bruton	37
Tabla 2. Totalidad estudiantes UPB seccional Bucaramanga	37
Tabla 3. Tamaño de la muestra resultante	38
Tabla 4. Totalidad de comunidad UPB encuestados	41
Tabla 5. Total de personas encuestadas según modo, origen-UPB	44
Tabla 6. Total de personas encuestadas según modo, UPB-origen	45
Tabla 7. Porcentaje total de encuestados (n) por modo	46
Tabla 8. Porcentaje de ESTUDIANTES por modo	47
Tabla 9. Porcentaje de EMPLEADOS por modo	48
Tabla 10. Total de viajes según estrato socioeconómico	49
Tabla 11. Generación de viajes por sectores	50
Tabla 12. Tasa de viajes por estudiantes.....	55
Tabla 13. Tasa de viajes de empleados	56
Tabla 14. Tasa promedio de viajes por estudiantes.....	56
Tabla 15. Tasa promedio de viajes por empleados.....	57
Tabla 16. Proyección sobre la población total de estudiantes.... ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 17. Proyección sobre la población total de empleados..... ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 18. Resumen estadísticas de regresión carro particular o automóvil origen-UPB ...	60
Tabla 19. Análisis de la varianza carro particular o automóvil origen-UPB	60
Tabla 20. Resultados regresión carro particular o automóvil origen-UPB	60
Tabla 21. Resumen estadísticas de regresión carro particular o automóvil UPB-origen ...	62
Tabla 22. Análisis de la varianza carro particular o automóvil UPB-origen	63
Tabla 23. Resultados regresión carro particular o automóvil UPB-origen	63
Tabla 24. Resumen estadísticas de regresión moto particular o motocicleta origen-UPB	65
Tabla 25. Resumen estadísticas de regresión moto particular o motocicleta origen-UPB	65
Tabla 26. Resultados regresión moto particular o motocicleta origen-UPB	65
Tabla 27. Resumen estadísticas de regresión moto particular o motocicleta UPB-origen	67
Tabla 28. Análisis de la varianza moto particular o motocicleta UPB-origen	67
Tabla 29. Resultados regresión moto particular o motocicleta UPB-origen	68
Tabla 30. Resumen estadísticas de regresión Ucar origen-UPB	69
Tabla 31. Análisis de la varianza Ucar origen-UPB.....	69
Tabla 32. Resultados regresión Ucar origen-UPB.....	70
Tabla 33. Resumen estadísticas de regresión Ucar UPB-origen	71
Tabla 34. Análisis de la varianza Ucar UPB-origen.....	71
Tabla 35. Resultados regresión Ucar UPB-origen	72
Tabla 36. Resumen estadísticas de regresión vehículo colectivo o colectivo origen-UPB	73
Tabla 37. Análisis de varianza vehículo colectivo o colectivo origen-UPB	73

Tabla 38. Resultados regresión vehículo colectivo o colectivo origen-UPB.....	74
Tabla 39. Resumen estadísticas de regresión vehículo colectivo o colectivo UPB-origen	75
Tabla 40. Análisis de la varianza vehículo colectivo o colectivo UPB-origen.....	75
Tabla 41. Resultados regresión vehículo colectivo o colectivo UPB-origen.....	76
Tabla 42. Resumen estadísticas de regresión Metrolínea origen-UPB.....	77
Tabla 43. Análisis de la varianza Metrolínea origen-UPB	78
Tabla 44. Resultados regresión Metrolínea origen-UPB	78
Tabla 45. Resumen estadísticas de regresión Metrolínea UPB-origen.....	80
Tabla 46. Análisis de la varianza Metrolínea UPB-origen	80
Tabla 47. Resultados regresión Metrolínea UPB-origen	80
Tabla 48. Resumen estadísticas de regresión bus urbano o autobús origen-UPB.....	82
Tabla 49. Análisis de la varianza bus urbano o autobús origen-UPB.....	82
Tabla 50. Resultados regresión bus urbano o autobús origen-UPB.....	82
Tabla 51. Resumen estadísticas de regresión bus urbano o autobús UPB-origen.....	84
Tabla 52. Análisis de la varianza bus urbano o autobús UPB-origen.....	84
Tabla 53. Resultados regresión bus urbano o autobús UPB-origen.....	85

3. RESÚMEN

Este trabajo de grado propone una metodología para la estimación de tasas de generación y atracción de viajes que se producen en la institución privada como es el caso de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, tasas que son determinadas para distintos modos de transporte tales como: Carro particular, motocicleta, Ucar, Metrolínea, autobús convencional, vehículo colectivo, taxi, bicicleta y Uber. Se trabajó con datos obtenidos mediante aplicación de encuestas de intercepción y muestreo aleatorio a 686 personas entre estudiantes y empleados, los resultados determinan el número de viajes que produce este importante polo de atracción considerando cada modo de transporte y sector.

Mediante el parámetro tiempo de servicio se determinan el modo más eficiente a través de comparaciones de su tendencia en función de la distancia recorrida. Adicionalmente, se muestra la dispersión y magnitud de la variable dependiente tiempo, lo que determina la fiabilidad de cada modo analizado.

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: ESTIMACIÓN DE TASA DE GENERACIÓN DE VIAJES PARA LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA

AUTOR(ES): JOSE MIGUEL ARCINIEGAS MARIÑO
CLAUDIA VANESSA ARISTIZABAL LINDARTE

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): EMILIO GERMAN MORENO GONZALEZ, PhD.

RESUMEN

Este trabajo de grado propone una metodología para la estimación de tasas de generación y atracción de viajes que se producen en institución privada como es el caso de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, tasas que son determinadas para distintos modos de transporte tales como: carro particular, motocicleta, Ucar, Metrolínea, autobús convencional, vehículo colectivo, taxi, bicicleta y Uber. Se trabajó con datos obtenidos mediante aplicación de encuestas de intercepción y muestreo aleatorio a 686 personas entre estudiantes y empleados, los resultados determinan el número de viajes que produce este importante polo de atracción considerando cada modo de transporte y sector. Mediante el parámetro tiempo de servicio se determina el modo más eficiente a través de comparaciones de su tendencia en función de la distancia recorrida. Adicionalmente, se muestra la dispersión y magnitud de la variable dependiente tiempo, lo que determina la fiabilidad de cada modo analizado.

PALABRAS CLAVES:

Viajes, modos, generación, polos, estimación, tasas, atracción.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: TRIP GENERATION RATE FOR THE UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA, BUCARAMANGA – COLOMBIA.

AUTHOR(S): JOSE MIGUEL ARCINIEGAS MARIÑO
CLAUDIA VANESSA ARISTIZABAL LINDARTE

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: EMILIO GERMAN MORENO GONZALEZ, PhD

ABSTRACT

This Thesis proposes a methodology for the estimation of generation rates and attraction that occur in a private institution, like the case of the Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga Colombia, rates that are determined for different types of transportation such as: motorcycle, Ucar, Metrolinea, conventional bus, collective vehicle, taxi, bicycle and Uber. The results were determined by the use of interception surveys and random sampling of 686 people between students and employees. The results determine the number of trips produced by this important attraction pole considering each transportation mode and sector. By means of the service time parameter, the most efficient mode is determined through comparisons of its trend as a function of the distance traveled. Additionally, the dispersion and magnitude of the service time is shown, which determines the reliability of each analyzed mode.

KEYWORDS:

Trips, modes, generation, poles, estimation, rates, attraction.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

4. INTRODUCCIÓN Y ALCANCE

4.1 INTRODUCCIÓN

El aumento del parque automotor en el área metropolitana de Bucaramanga, sumado a los problemas de tráfico causados por las pocas redes viales y obras de infraestructura para mejoramiento de la malla vial, solicitan la organización, estructuración y planificación del transporte de la ciudad, donde se requiere estudios del impacto vial.

La Universidad Pontificia Bolivariana, como polo de atracción y generador de viajes está presentando problemas debido a la cantidad de estudiantes con vehículos; el restringido acceso por la única entrada y salida de vehículos, peatones y bicicletas, provocando fenómenos de embotellamiento en las horas pico.

Los integrantes de la comunidad UPB seccional Bucaramanga, se desplazan a este lugar a cumplir diferentes tareas, destacando las actividades de estudio y trabajo principalmente. Para realizar estas actividades se originan viajes que tienen un propósito con un sitio de origen y otro de destino, movilizándose en diferentes modos de transporte, que dependen de las rutas existentes y capacidad económica.

Dice Claudia M. Aldana en su proyecto “Modelación de la generación y atracción de viajes en el valle de Aburrá” que se ha constatado empíricamente que existe una relación positiva entre la movilidad y el crecimiento económico y viceversa. La generación de nuevos empleos y la mayor disponibilidad de ingresos familiares se constituyen en fuertes incentivos para incrementar la generación de viajes y permitir que algunos ciudadanos posean un automóvil propio, y se puedan

desplazar a actividades tales como el trabajo, el estudio, el consumo y la recreación en este modo de transporte.

La Universidad Pontificia Bolivariana, al ser una institución educativa genera, diariamente una atracción de tránsito de personas que con alguna intención se dirigen a ella, el objetivo de un viaje está compuesto por dos elementos: base y propósito. Como base se entiende el lugar donde se origina el viaje y el destino que tiene, diferenciando entre los casos donde el origen o destino es el hogar y los que no. En esta investigación uno de los dos extremos es el hogar y el otro la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga. El propósito de viaje puede ser por razones de estudio (hogar-estudio, BHE) o razones de trabajo (hogar-trabajo, BHT), como se nombra anteriormente, queriendo evaluar el número de viajes generado o atraído por la Universidad desde los diferentes orígenes y el tiempo de desplazamiento (MIGUEL, 2010).

La generación de viajes en esta investigación, corresponde al número de viajes realizados por la comunidad UPB seccional Bucaramanga desde su hogar hasta la Universidad y viceversa, por unidad de tiempo en diferentes modos de transporte. En tales condiciones, la producción de viajes se puede relacionar con las características propias de la comunidad, como por ejemplo el número sus ingresos, tasa de motorización, rutas de transporte, entre otros.

La atracción de viajes, es en general, el número de viajes atraídos por la Universidad por unidad de tiempo, y se refiere al número de puntos extremos, orígenes o destinos, que corresponden a los viajes que tienen como un extremo el hogar.

La primera etapa en la modelación del transporte es la generación y atracción de viajes y su objetivo básico es predecir el número de viajes de personas o vehículos que son generados y atraídos por cierta área de estudio, siendo en este caso la universidad el polo de atracción de tránsito traducido en número de viajes que esta genera.

Esta etapa del proceso de planeación del transporte está relacionada únicamente con el número de viajes que inician y finalizan en cada zona, y no con la manera como se hacen las conexiones entre orígenes y destinos del viaje, por lo tanto, los transbordos o las paradas pequeñas como las estaciones de gasolina, no se cuentan como un inicio o final del viaje.

Por medio de este trabajo se va a explicar la forma como se generan y atraen los viajes, mediante la utilización de relaciones entre las distintas variables (estudiantes y empleados) y características del modo urbano. Para esto se utilizarán ecuaciones de proporcionalidad y análisis estadístico.

Dentro de las hipótesis a considerar se tienen: ¿Cuántos viajes son generados o atraídos la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga? ¿Cuáles son las zonas de Bucaramanga y su área metropolitana donde se generan más viajes a la Universidad? ¿Tiempo de viaje por modo de transporte?

Para obtener los resultados que se desean en esta investigación, los datos se obtendrán por medio de encuestas aleatorias, las cuales se recopilaran con el fin de obtener los datos por variable y se determinará el porcentaje correspondiente en base a el número total de encuestados y se proyectará el porcentaje sobre la población total; por último, se estimará la tasa de generación de viajes para la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga y un análisis comparativo del tiempo de servicio prestado por modo de transporte.

4.2 OBJETIVOS

4.2.1 Objetivo General.

- Estimar la tasa de generación de viajes correspondiente la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga como polo atractor y generador de viajes.

4.2.2 Objetivos específicos.

- Realizar muestreo aleatorio mediante encuestas origen – destino de la comunidad Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga
- Determinar la distribución del tránsito en número de viajes que atrae la Universidad por modo de transporte y sector.
- Conocer la demanda según el uso del suelo propuesto y estrato socioeconómico.
- Establecer el tiempo de servicio por modo de transporte.
- Comparar la eficiencia de cada modo según el parámetro tiempo recorrido o servicio.

5. JUSTIFICACIÓN

Institute of Transportation Engineers (ITE) ha desarrollado una publicación llamada “Trip Generation”, que reúne datos de generación de viajes para distintos usos del suelo. Latinoamérica cuenta con la Red Iberoamericana de Polos Generadores de Viajes, la cual trabaja en la producción de datos de generación de viajes, propios de la región. En Colombia existen algunos estudios e investigaciones dentro de esta rama de la movilidad, donde se quiere obtener resultados sobre la generación de viajes y sistematizarlos para crear una base de datos nacional con fácil acceso.

Bucaramanga y su área metropolitana cuenta con grandes problemas de congestión vehicular porque el parque automotor se encuentra en constante crecimiento, a esto se le suma la informalidad en el transporte, y malas rutas con poca frecuencia del transporte masivo público, por lo tanto se ha hecho necesario generar estudios de impacto vial para los nuevos proyectos antes de ser construidos, este estudio debe ser un requisito para otorgar las licencias de construcción, la importancia se genera en que la presente investigación se puede predecir el número de viajes por unidad de tiempo y modo de transporte (ya que se conoce las rutas disponibles según la zona), que se pueden producir o atraer por el lugar que se encuentra evaluando, y el impacto que esto va a tener en la red de transporte ya existente.

Existen grandes limitaciones para el desarrollo de los estudios de impacto vial ya que hay una carencia de base datos que permita la estimación de viajes atraídos o producidos por una zona. En algunos casos se usa como referencia para los ingenieros de tránsito los resultados arrojados por Institute of Transportation Engineers (ITE), estos resultados son obtenidos mediante estadísticas de los

Estados Unidos, se utilizan los datos del uso del suelo existente con gran similitud a la del proyecto en investigación. Esta falta de información sistematizada y en base de datos aumenta el costo del proyecto.

La poca información existente en Colombia sobre estudios de impacto vial, hace necesario recurrir a estudios similares en otros países lo que hace inexacto los resultados, y resalta la importancia de tener bases de datos relacionadas a este tema, para predecir el comportamiento de los proyectos a futuro en cuanto al uso que se destina al suelo urbano.

6. CONCEPTOS BÁSICOS Y ANTECEDENTES

6.1 CONCEPTOS BÁSICOS

- **ATRACCIÓN DE VIAJES:** Cantidad de viajes de cada categoría que llegan de cada zona de origen a la zona de destino, en diferentes medios de transporte.
- **DESTINO:** Lugar y momento en el que termina el viaje.
- **GENERACIÓN DE VIAJES:** Cantidad de viajes que salen de cada municipio de origen en cierto período del día con algún propósito y con destino a la Universidad Pontificia Bolivariana, seccional Bucaramanga.
- **LOCALIZACIÓN:** Zona o lugar donde se localizan las residencias (origen del viaje).
- **MODO:** Medios de transporte utilizados y su modalidad de operación.
- **MOVILIDAD:** Conjunto de desplazamientos de personas con un propósito que se producen en un entorno físico y se realizan en diferentes modos de transporte.
- **NIVEL DE SERVICIO O CALIDAD:** Característica del viaje realizado por una persona que pertenece a la comunidad UPB seccional Bucaramanga, tales como tiempo de viaje, comodidad, seguridad, confiabilidad.
- **ORIGEN:** Lugar y momento en el que inicia el viaje.
- **PARTICION MODAL:** Cantidad de viajes que utiliza cada modo de transporte, lo anterior depende de costo, calidad (nivel de servicio), y disponibilidad de los modos de transporte para un viaje en específico.
- **POLO GENERADOR DE VIAJES:** Establecimiento (universidad) cuyas actividades generan, directa o indirectamente, una demanda de tránsito con

características extraordinarias e imprevistas para el uso y ocupación del suelo en el entorno de la carretera.

- **PARTICIÓN MODAL:** Cuantos viajes utilizan cada modo de transporte.
- **PROPÓSITO:** Actividad que se quiere realizar en el lugar de destino (Universidad Pontificia Bolivariana, seccional Bucaramanga)
- **RUTA:** Trayectoria para llegar desde el origen al destino.
- **VIAJE:** traslado con un propósito desde un punto de origen a un punto de destino, en algún modo de transporte.
- **VOLUMEN O FLUJO:** Cantidad de viajes por unidad de tiempo.
- **AUTOMÓVIL O CARRO PARTICULAR:** Vehículo de cuatro ruedas de uso personal o de carácter privado para moverse de un lugar a otro.
- **MOTOCICLETA O MOTO PARTICULAR:** Vehículo de dos ruedas de uso personal o de carácter privado para moverse de un lugar a otro.
- **AUTOBÚS O BUS URBANO:** Vehículo convencional diseñado para transportar numerosas personas mediante vías urbanas. Generalmente es usado en los servicios de transporte público urbano e interurbano, y con trayecto fijo. Su capacidad puede variar entre 10 y 120 pasajeros.
- **METROLÍNEA:** Es el Sistema Integrado de Transporte Masivo del Área Metropolitana de Bucaramanga de tipo BRT (AUTOBÚS DE TRÁNSITO RÁPIDO). El Sistema Metrolínea está conformado por corredores viales, troncales, pretroncales, vías alimentadoras; Estaciones de transferencia, portales, y un sistema de recaudo y control.
- **UCAR:** Es una iniciativa estudiantil que busca optimizar el uso del carro particular a través de un sistema sencillo de "Carpooling". A través de su página en Facebook y grupos de WhatsApp, estudiantes y empleados se pueden contactar para que conductores y pasajeros que van hacia o desde la universidad puedan compartir su carro o automóvil.
- **CARPOOLING:** El vehículo compartido también conocido por los términos en inglés *carpool* o *carpooling* es la práctica que consiste en compartir un carro o

automóvil con otras personas tanto para viajes periódicos como para trayectos puntuales.

- **UBER:** Es una empresa internacional que proporciona a sus clientes una red de transporte privado, a través de su software de aplicación móvil (app), que conecta los pasajeros con los conductores de vehículos registrados en su servicio, los cuales ofrecen un servicio de transporte a particulares.
- **TAXI:** Es un transporte público que consiste en un vehículo de alquiler con un conductor (taxista) que ofrece servicios de transporte de una persona o un grupo pequeño de pasajeros dirigidos a igual o diferentes destinos por contrato o dinero.
- **BICICLETA O BICI:** La bicicleta, coloquialmente llamada bici, y también llamada cicla en Colombia, es un vehículo de transporte personal de propulsión humana.
- **VEHÍCULO COLECTIVO O COLECTIVO:** Es un vehículo particular de transporte informal “Pirata” que se mueve de forma ilegal en el área metropolitana de Bucaramanga, prestando servicio de taxi y carro compartido.

6.2 ANTECEDENTES

Día a día nos enfrentamos a la necesidad de movilizarnos para llegar a nuestro lugar de estudio, para poder realizar esta actividad nos encontramos con diferentes obstáculos tales como: cambios viales, arreglos a la malla vial, pocas rutas de transporte, trancones para llegar al sitio que deseamos, por ello es importante resaltar la trascendencia del transporte urbano, ya que este permite el movimiento de personas y bienes para posibilitar el desarrollo de las actividades socio económicas de cualquier región. La poca planeación de este sistema de transporte hace que la operación de tal sistema se torne difícil y conflictiva en la medida que el desarrollo económico de las personas cambia, hay aumento de la población, diferencias socioeconómicas, variaciones de sus ingresos y por ello el aspecto urbano se hace más complejo y debe suplir las necesidades de las

personas de una comunidad, como la facilidad de transporte, accesibilidad, comodidad, precio por el servicio, entre otros. Signos de este proceso lo constituyen el incremento de la tasa de motorización y de la cantidad de viajes que cada persona realiza, lo que a su vez trae consigo los problemas mencionados anteriormente como: congestión, contaminación ambiental y accidentes.

“El transporte urbano representa un costo elevado para América Latina, mucho más, por ejemplo, que el transporte aéreo. Si bien los pasajes en avión son mucho más caros que los de bus o taxi, se viaja en estos últimos con una frecuencia muy superior a lo que se viaja en avión. El transporte urbano de rutina, en las ciudades de más de 100.000 habitantes, cuesta aproximadamente 3½% del Producto Interno Bruto (PIB), mientras que el costo del tiempo consumido en efectuar estos viajes, que no se contabiliza en el PIB, equivale a un 3%. Muy probablemente, estos costos van en aumento, a raíz de consideraciones tales como” (THOMPSON, 2002):

- La expansión territorial de las ciudades y el consecuente incremento en la distancia promedio de los viajes efectuados.
- La sustitución de medios de menor costo de operación por persona, como el bus, por otros, más caros de operar, como el automóvil.

La mayor congestión, que aumenta las demoras y los costos de operación de los vehículos. Además, de acuerdo a los resultados de las encuestas en hogares, las familias de mayores ingresos realizan un número mayor de viajes.

Bucaramanga y su área metropolitana es considerada la quinta ciudad con más población en el país, por lo tanto, no es ajena a el problema de la movilidad, el cual se ha tratado de solucionar con un sistema de transporte masivo Metrolínea, cambios viales y ampliaciones de las mismas. Pero este esfuerzo no ha sido suficiente para satisfacer con el aumento del parque automotor en especial de motocicletas.

La Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, es afectada directamente por este problema de planeación, aunque su ubicación es privilegiada, las diferentes personas pertenecientes a la comunidad se movilizan desde diferentes sectores de la ciudad para llegar a la universidad y se ven afectadas por los problemas de movilidad.

Algunos de los problemas más frecuentes son:

- Incremento en los tiempos de viaje, causado por congestiones y bajas velocidades.
- Inseguridad en los desplazamientos, ya que su ubicación en una autopista nacional ha sido protagonista de terribles accidentes, porque el tráfico que por esta se moviliza es mixto incrementando la posibilidad de un infortunio.
- Aumento de la comunidad UPB ya que cada semestre aumenta la cantidad de estudiantes.
- Generación de transporte público informal.
- Grandes diferencias socioeconómicas.
- Congestión.
- Dispersión urbana y con la llegada del Metrolínea malas rutas.

La Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, ha podido evidenciar como cada semestre hay un aumento en la cantidad del parque automotor que ingresa (automóviles, motos, taxis...), ya que cada semestre el número de estudiantes que se vincula es mayor, existiendo congestión para su ingreso y salida (ya que cuenta con una única entrada), y necesitando de más espacios para parqueo.

Toda esta falta de planeación se debe a que el modelo clásico de transporte, está compuesto por cuatro submodelos que reflejan las distintas etapas de la demanda y la oferta del transporte, sin tener en cuenta variables importantes y un impacto futuro del tránsito. Estas son generalmente las preguntas más frecuentes para cada una de las etapas (ORTUZAR, 2000):

1. Generación y Atracción ¿Cuántos viajes se realizan?
2. Distribución ¿A qué destino se viaja?
3. Partición Modal ¿Qué modo de transporte se utiliza?
4. Asignación de Ruta ¿A través de qué ruta se viaja?

6.2.1 Estudios recientes de generación de viajes en Latinoamérica

Lorenzo Mondejar en el año 2015, realizó un “Estudio de generación de viajes, estacionamientos e impacto de tránsito en un centro comercial” como trabajo de grado en la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. La investigación se llevó a cabo durante los meses de diciembre de 2014 y marzo de 2015. El estudio evalúa la generación de viajes del centro comercial Nuevo centro Shopping, la demanda y oferta de estacionamiento, y el impacto que produce el polo en el tránsito vehicular. El Nuevo centro Shopping presenta diferentes playas de estacionamiento, con diferentes características en cuanto a accesos al estacionamiento, tarifas, accesos desde el estacionamiento al shopping, y capacidad. Todas estas cuestiones llevan al usuario a elegir entre estas posibilidades, inclusive considerando también la posibilidad de estacionar en la calle. A través de las encuestas realizadas, fue posible determinar cómo se distribuye la demanda de estacionamiento entre las distintas playas. También se obtuvo una distribución a partir de los resultados de los conteos realizados en los ingresos a las distintas playas (MONDEJAR, 2015).

Herz, Galarraga y Pastor en el año 2007, realizaron un estudio de “Generación de Viajes en Centros Universitarios de la ciudad de Córdoba, Argentina”. Donde se seleccionaron 11 centros educativos, 10 pertenecientes a la Universidad Nacional

de Córdoba y 1 a la Facultad Regional Córdoba de la Universidad Tecnológica Nacional. En cada centro universitario realizaron mediciones para registrar en todos los accesos a estudiantes y docentes, con el objeto de obtener información sobre la cantidad de viajes, modo de transporte y origen del viaje. Las mediciones fueron un día a la semana 2 horas al día. Al comparar los resultados de viajes en automóvil con los obtenidos en centros educativos universitarios de Estados Unidos de Norte América, dio como resultado que, en Argentina, para universidades en zonas de alta densidad poblacional y con buena oferta de transporte público, el uso del automóvil es muy inferior. Presentaron tasas y ecuaciones para viajes diarios realizados en automóvil, en ómnibus y por peatones, en función del número de alumnos matriculados. (HERZ, 2007)

Claudia Marcela Aldana Ramírez, en el año 2005, realizó un estudio de “modelación de la generación y atracción de viajes en el valle de Aburrá”. En este caso el área de estudio, fue dividida en 419 zonas del Sistema Integrado de Transporte (Zona SIT), incluyendo 409 zonas internas a la Región Metropolitana y 10 zonas externas compuestas por los municipios localizados al oriente cercano y las zonas externas lejanas. Donde se tomaron datos en horas pico del día, teniendo en cuenta el propósito del viaje, el modo de realizarlo y el estrato socio económico de la zona de estudio. Para efectuar la modelación de la demanda de viajes se utilizó el software TransCAD, como una herramienta que presenta grandes ventajas para la modelación de sistemas de transporte y permite representar de una manera más real las condiciones de la red vial y de las diferentes zonas que se definen en el estudio. Teniendo como resultados viajes totales con propósito al estudio, trabajo u otros y basados en el hogar y no basados en el hogar en las horas pico de mañana y de la tarde. (RAMIREZ, 2005)

7. PLANEACIÓN DEL TRANSPORTE URBANO

7.1 EL PROBLEMA DEL TRANSPORTE

El problema del transporte urbano está relacionado al proceso de urbanización. La industrialización, crecimiento de la población, el aumento de las necesidades de la misma y diferentes medios de transporte no convencionales, tuvieron como efecto el crecimiento acelerado de las ciudades sin la correspondiente infraestructura ni planeación.

El crecimiento de las ciudades tiene un gran problema el cual es la falta de planeación y el control del desarrollo urbano, este problema se genera por la necesidad de comunicación originada por las diferentes actividades que a diario se desarrollan (educación, trabajo, recreación, comercio...). Las personas viven en un lugar y tienen la necesidad de desplazarse con un propósito a un lugar en específico y el sistema de transporte es una de las formas de comunicación entre esas actividades.

La planificación de transporte debe responder al Sistema De Movilidad Urbana, la cual definirá sus características de acuerdo al Sistema de Actividades y se desarrolla de acuerdo con los usos de suelo (localización, intensidad y hábitos), y así también del sistema de transporte (red vial, modos y sistema de gestión); las cuales son determinantes para la movilidad, y que estas a su vez determinaran los impactos en ella.

Actualmente existen diferentes modos de transporte que están asociados al crecimiento urbano, y sumado a esto cada vez es más fácil tener un automóvil propio por las diferentes facilidades de pago generando un problema mayor, ya que la capacidad de pasajeros de este medio de transporte es menor a comparación que la de uno de servicio público, pero ofrece mayor condiciones de

comodidad y menor tiempo de viaje ya que no existen paradas para llegar al lugar de origen, generando que por una vía, el tráfico mixto sea cada vez mayor, aumentando la congestión, contaminación, y provocando que la vida útil de la vía se reduzca.

Actualmente este problema ha cobrado mayor importancia y mediante diferentes restricciones tales como pico y placa, horario especial para vehículos pesados y control en las vías se quiere mejorar la calidad de servicio de estas mismas, también se tiene una mayor proyección para una planeación a futuro y el mejoramiento del transporte público con mayores rutas que abarquen la ciudad y su área metropolitana, al mejorar las condiciones de comodidad, calidad, nivel de servicio, rapidez, mayor cantidad de buses para satisfacer la demanda, los usuarios van a preferir usar los servicios de transporte masivos, descongestionando las vidas y mejorando la contaminación.

7.2 ESTRUCTURA URBANA

Un aspecto muy importante para la planeación, es el conocimiento de la estructura urbana en las ciudades: las zonas de trabajo, las zonas habitacionales y sus características socioeconómicas, los corredores viales, las áreas de expansión y, las barreras físicas al sistema de transporte y al desarrollo urbano. Esta información debe considerar el uso del suelo y la función de la vialidad como espacio de comunicación entre las diferentes actividades urbanas (GUTIERREZ, 2012).

En la estructura urbana es importante tener claridad en la distribución de las actividades cotidianas y la jerarquía vial que sirve a la comunicación entre dichas actividades. En el área central se ubican las actividades de comercio y de servicios y es el área que concentra la mayoría de los destinos de viaje.

En nuestro caso de estudio de la Universidad Pontificia Bolivariana, se encuentra ubicada en el Km 7 vía a Piedecuesta, en una vía nacional en la cual existe un tránsito mixto, a su campus llegan buses urbanos y tiene una estación de Metrolínea, lo cual facilita el acceso a esta universidad, como su ubicación se encuentra entre las ciudades de Piedecuesta y Floridablanca existe transporte informal que es usado por los miembros de la comunidad permitiendo un fácil arribo a su destino, en ningún caso las personas llegan a pie porque cerca a este campus universitario no hay unidades residenciales.

7.3 VIAJES

Los viajes se definen como un traslado de personas o carga con un propósito desde un punto de origen a un punto de destino, en algún modo de transporte en diferentes periodos del día.

Sus características en esta investigación son:

• **Propósito:**

- Trabajo
- Escuela/educación
- Negocios

• **Modo de transporte:**

- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| - Carro particular o automóvil | - Colectivo o vehículo colectivo |
| - Taxi | - Ucar |
| - Autobús o bus urbano | - Metrolínea |
| - Motocicleta o moto particular | - Uber |
| - Bicicleta o bici | |

- Tiempo de recorrido o servicio.

Es el tiempo de duración del viaje entre el lugar de origen y destino, en este caso no se tienen en cuenta paradas cortas.

7.4 USO DEL SUELO

Otra variable que se tiene en cuenta y en algunas ocasiones se encuentra disponible y utilizada en la planeación del transporte urbano, es el uso del suelo. Este dato está disponible en los catastros de inmuebles para fines de impuestos. En las bases de datos de los catastros casi siempre tienen más información que la necesaria para fines de planeación; como valor de los inmuebles, nombre del dueño e impuestos pagados. El agudo crecimiento poblacional y la expansión de la superficie de las ciudades se ha producido por tramos aislados, habitualmente sin secuencia ni planificación. Cuando una urbanización nueva se instala dentro del área urbana, interrumpe con la vialidad y el tráfico ya existente, ya que es un centro nuevo de atracción de viajes, que no se encontraba planeado causando congestión en la zona donde se encuentra ubicado especialmente en horas pico (TRES INGENIEROS , 2014).

7.5 MODELOS DE TRANSPORTE

El modelaje aplicado al análisis y a la planeación de transporte es una ciencia que lleva más de 30 años investigando y creando una metodología, abarcando diferentes áreas y tomando conocimientos de la ingeniería, geografía, estadística, matemática, análisis de sistemas, etc.

Como una ciencia con su madurez, la distancia entre la teoría y la práctica no es muy grande. Los desarrollos teóricos más recientes son, en general, rápidamente involucrados en la estructura de las aplicaciones verificadas en la práctica, sin que el enfoque global sea cuestionado o ampliamente revisado. Las consideraciones dadas en este material son iniciales y buscan solamente introducir los principales conceptos y metodologías utilizadas en el desarrollo y aplicación de modelos para la planeación de transporte (SEDESOL).

7.6 GENERACIÓN Y ATRACCIÓN DE VIAJES

La generación de viajes es el proceso mediante el cual se cuantifican los viajes realizados por las personas que residen o desarrollan una o más actividades, en una determinada área urbana o por los viajes que atrae la zona de estudio en diferentes medios de transporte convencional o no convencional (GIRARDOTTI, 2001).

En este trabajo los viajes se referirán a movimientos de personas hacia la Universidad Pontificia Bolivariana. La generación de viajes es función de:

1. El uso del suelo: Existe una estrecha relación entre la generación de viajes y la manera en que el suelo es utilizado (institución educativa), incluyendo la ubicación e intensidad de uso.
2. Características socioeconómicas de la población del área de estudio.

3. La disponibilidad y calidad de los medios de transporte disponibles en el área

El objeto de la etapa de la generación de viajes, es el de obtener una adecuada identificación y cuantificación de los viajes que tienen como extremo las distintas zonas en que fue dividida el área de estudio. Para el presente estudio, se tiene que la muestra fue dividida en 6 zonas donde un extremo es la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga y el otro el municipio del lugar de residencia (Bucaramanga, Girón, Floridablanca, Piedecuesta o Lebrija).

En esta investigación los viajes son caracterizados por un importante atributo. Este atributo es: el propósito. El propósito de viaje está compuesto por dos elementos: base y motivo, se entiende como base el lugar en que comienza o termina un viaje distinguiendo entre basados en el hogar y no basados en el hogar, siendo los basados en el hogar los que tienen uno de sus extremos en el hogar del individuo que viaja. Los no basados en el hogar son los que en ninguno de sus extremos se encuentra el hogar, ahora bien, se entiende como motivo, la actividad que se va a desarrollar en el lugar de destino del viaje.

En este caso, los viajes estudiados serán los basados en el hogar, ya que un extremo (origen o destino) será el lugar de residencia de la persona encuestada y el otro la UPB seccional Bucaramanga. Haciendo que el propósito de viaje sean basados Hogar-Estudio (BHE) (QUINTERO ANGELA, 2011).

8. METOLOGÍA

Se diseñó una metodología que cumpliera el propósito principal del proyecto. Esta provee orden en la recolección de información, estrategias en la ejecución de actividades y análisis de los resultados.

8.1 REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN Y SELECCIÓN DE VARIABLES

8.1.1 Revisión Bibliográfica: Revisión de la literatura, información, data disponible y relevante referente a planificación de transporte, usos del suelo, universidades como uso de suelo y tasas de generación de viajes, manuales existentes y estudios anteriormente realizados.

8.1.2 Selección de Variables: El cuestionario es determinado por el objetivo de la investigación, tipo de administración y explotación de los datos. Resulta imprescindible conocer lo que dicen los distintos agentes sociales implicados en lo referente a su traslado al campus universitario, los modos que utilizan, y así conocer, su distribución para entender el fenómeno de transporte que mejor caracterice la población objeto de estudio (empleados, estudiantes y comunidad en general).

Respondiendo a las preguntas:

- ¿Hora de salida? - ¿Hora de llegada? (para conocer el tiempo de viaje)
- Lugar de origen – llegada UPB / salida UPB- lugar de destino
- Modo de transporte

8.1.3 Instrumento aplicado: Como ejemplo se adjunta el tipo de encuesta que se aplicó, en este caso ya contestada por uno de los encuestados.

FACULTAD	Ingeniería Mecánica
OCUPACION	Estudiante

PARTE A



ORIGEN DIRECCIÓN Y/O COJUNTO RESIDENCIAL	Crr 34 # 35-39. Barrio El prado	MUNICIPIO	
		F/BLANCA	
		B/MANGA	x
		GIRÓN	
		LEBRIJA	
		P/CUESTA	

DESTINO DE VIAJE	UPB
-------------------------	-----

MODO DE VIAJE

CARRO PARTICULAR	x	BUS URBANO		U CAR	
MOTO PARTICULAR		METROLINEA		TAXI	
BICICLETA		Alimentador, ¿cuál?		OTRO,	
COLECTIVO		Padrón, ¿cuál?		¿cuál?	

Si usted se desplaza en automóvil (particular, colectivo, taxi o Ucar) o motocicleta, indique (si viaja con personas) cuantas son, si no es así deje en blanco	4
--	---

HORA SALIDA ORIGEN	5:25 a.m.	HORA LLEGADA UPB	5:50 a.m.
--------------------	-----------	------------------	-----------

PARTE B

ORIGEN	UPB
---------------	-----

DESTINO DIRECCIÓN Y/O COJUNTO RESIDENCIAL	Crr 34 # 35-39. Barrio El prado	MUNICIPIO	
		F/BLANCA	
		B/MANGA	x
		GIRÓN	
		LEBRIJA	
		P/CUESTA	

MODO DE VIAJE

CARRO PARTICULAR	x	BUS URBANO		U CAR	
MOTO PARTICULAR		METROLINEA		TAXI	
BICICLETA		Alimentador, ¿cuál?		OTRO,	
COLECTIVO		Padrón, ¿cuál?		¿cuál?	

Si usted se desplaza en automóvil (particular, colectivo, taxi o Ucar) o motocicleta, indique (si viaja con personas) cuantas son, si no es así deje en blanco	4
--	---

HORA SALIDA UPB	6:00 p.m.	HORA LLEGADA DESTINO	6:40 p.m.
-----------------	-----------	----------------------	-----------

8.2 SELECCIÓN DE LA POBLACIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

- Población: Totalidad de estudiantes activos y comunidad UPB seccional Bucaramanga.
- Tamaño de la Muestra: Subconjunto representativo de la población (comunidad UPB). Datos suministrados por la oficina de registro y control

El tamaño de la muestra sugerido por el autor para los alumnos se hará mediante la siguiente expresión:

$$n = \frac{(k^2 * p * q * N)}{(e^2(N - 1) + k^2 * p * q)} \quad \text{Ecuación 1. Tamaño de muestra}$$

El tamaño de la muestra sugerido por el autor será del sesenta por ciento (60%) de los empleados o trabajadores.

Limitaciones encontradas.

Al momento de aplicar las encuestas, nos encontramos con la dificultad de poco tiempo y disposición de los profesores, administrativos, secretarias, oficios varios, para responderla, ya que la idea de escribir la dirección de su residencia no les generaba mucha confianza, por lo tanto, se decidió buscar otro método de muestreo recomendado por estudios tradicionales para obtener un nuevo tamaño de la muestra.

Las variables más relevantes que se desean conocer con esta investigación son tasas de generación de viajes y matrices origen destino, por modo y tiempo de viaje, por lo tanto, para superar el inconveniente del tamaño de la muestra se recurrió a la recomendación de Bruton usada hace varios años en diferentes estudios de conceptos lineamentos para la planeación del transporte urbano. (BRUTON, 1985).

Tabla 1. Tamaño de la muestra según Bruton

POBLACIÓN DEL ÁREA	Tamaño de la muestra	
	Recomendado (%)	Mínimo (%)
Menos de 50.000	20	10
50.000-150.000	12	5
150.000-300.000	10	3
300.000-500.000	7	2
500.000-1.000.000	5	1,5
Más de 1.000.000	4	1

Por lo tanto, el nuevo tamaño de la muestra será el correspondiente a 686 encuestados, considerando tanto estudiantes como empleados.

Tabla 2. Total población UPB seccional Bucaramanga

No. estudiantes	5216
No. De profesores, secretarias, administrativos, oficios varios...	546
Total población UPB	5762

Para una población del área de 5.762 personas se determinó según **Tabla 1** que este entre el 10% a 20% dado que está más cerca al recomendado (límite inferior) se toma el 12%.

Tabla 3. Tamaño de la muestra resultante para menos de 50.000 personas

Min.	Realizadas	Max.
10%	12%	20%
576.2	686	1152.4

El tamaño de muestra definitivo es: n=**686**

8.3 UBICACIÓN DEL POLO Y ZONIFICACIÓN

La zonificación del área de estudio es una estrategia clave para el éxito de las encuestas origen destino, las cuales tiene como origen: el hogar y destino: la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga y viceversa.

La Universidad Pontificia Bolivariana se encuentra ubicada en la Autopista Piedecuesta Km 7, Floridablanca, Santander y atrae viajes de personas desde de Bucaramanga, su área metropolitana (Floridablanca, Girón, y Piedecuesta) o Lebrija (municipio cercano donde viven muchas personas que desarrollan sus actividades en Bucaramanga o área metropolitana), al conocer la zona de donde se desplazan los diferentes integrantes de la comunidad UPB nos permite conocer su estrato socioeconómico y que medio de transporte es más usado para lograr el objetivo de esta investigación.

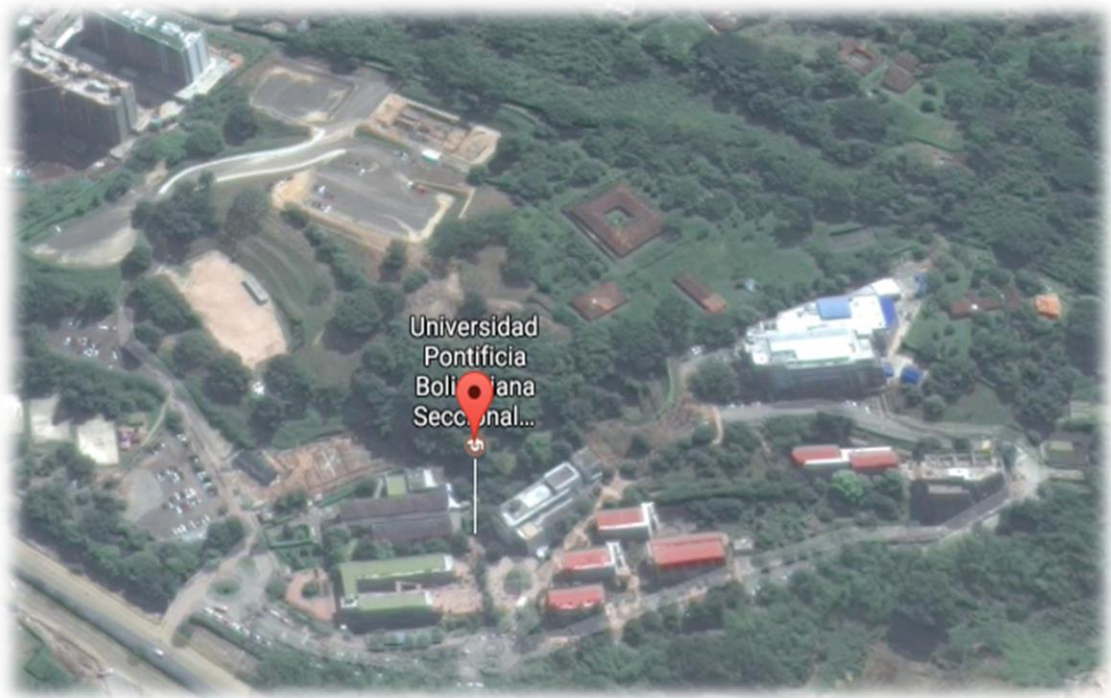


Imagen 1. Ubicación geográfica UPB secciona Bucaramanga

Fuente: Google Maps

Para el modelamiento de los datos obtenidos de a través de las encuestas los municipios de Bucaramanga, su área metropolitana y Lebrija fueron llamados de la siguiente manera:

- **S1=** Bucaramanga
- **S2=** Girón
- **S3=** Floridablanca
- **S4=** Piedecuesta
- **S5=** Lebrija

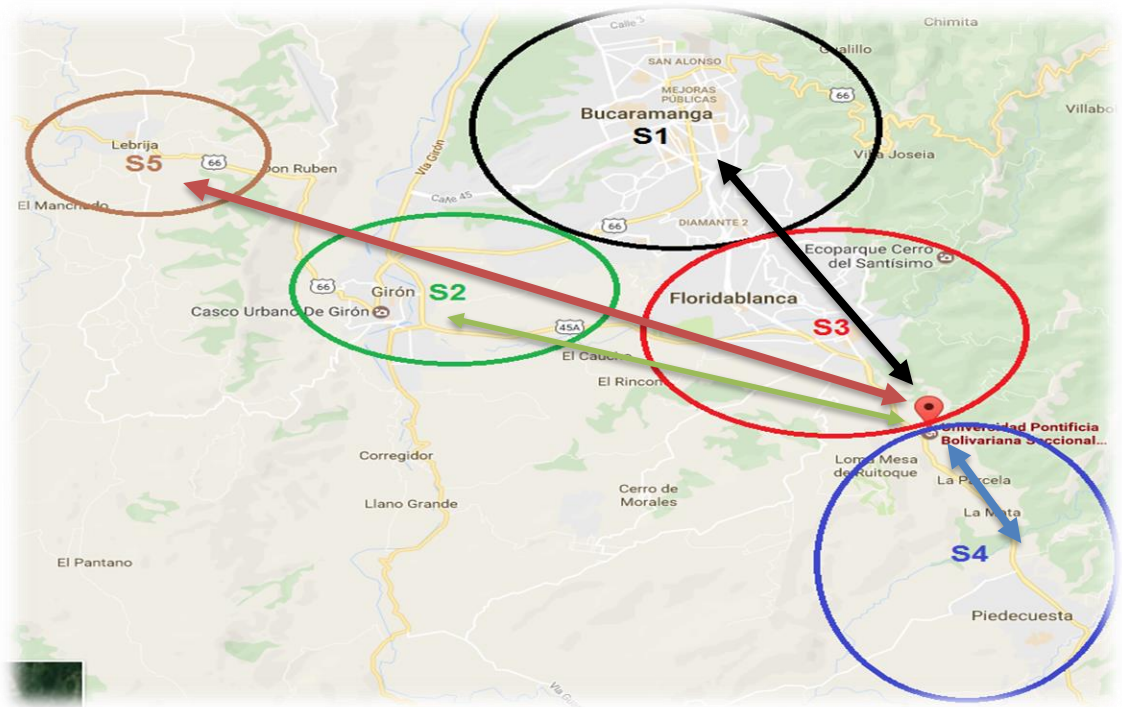


Imagen 2. Ubicación municipios con respecto a la UPB seccional Bucaramanga.

Fuente: Google Maps

8.4 RECOLECCIÓN DE DATOS

8.4.1 Trabajo de Campo: se usó la encuesta mediante cuestionario que facilita la observación sistemática y objetiva más allá de la visión de los distintos agentes sociales, aplicada de manera aleatoria.

8.4.2 Aplicación de prueba piloto y correcciones: se aplicaron algunas encuestas para conocer la opinión de las personas, dificultad o poca claridad en las preguntas de la encuesta para realizar las respectivas correcciones.

- Aplicación cuestionario final: se aplicaron las encuestas de forma aleatoria hasta completar el número de la muestra N= 686 integrantes comunidad Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga

9. SISTEMATIZACIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

9.1 TOTALIZACIÓN DE ENCUESTADOS POR PROGRAMA ACADÉMICO Y EMPLEADOS

Se realiza un conteo de los datos obtenidos con las encuestas, para cada opción y para cada variable independiente, realizando así una totalización de datos, cuyos resultados se presentan a continuación en una tabla resumen.

Tabla 4. Totalidad de comunidad UPB encuestados.

		ENCUESTADOS
CARRERA	Electrónica	18
	Industrial	101
	Civil	138
	Ambiental	45
	Mecánica	44
	Sistemas	9
	Psicología	66
	Comunicación	45
	Derecho	38
	Administración	22
	Negocios	46
Docentes, administrativos, secretarias, oficios varios, cafetería...		114
n		686

- *Los datos pueden verse en detalle en el anexo.*

9.2 DETERMINACIÓN DISTANCIA RECORRIDA POR VIAJE:

GOOGLE MAPS es una herramienta que permite conocer el tiempo y la distancia que se recorre en un determinado viaje, teniendo la opción de diferenciar en viajes en automóvil, a pie, o en autobús. Esta aplicación es utilizada a nivel mundial para crear itinerarios de viajes.

Para la presente investigación se contó con la ayuda de GOOGLE MAPS, para encontrar la distancia en metros recorrida en cada viaje sin tener en cuenta el modo de transporte, desde cada sector de Bucaramanga, su área metropolitana y Lebrija hasta la Universidad Pontificia Bolivariana y viceversa.

Ejemplo:

Viaje en automóvil, desde Carrera 34 #35-39 barrio el Prado hasta UPB seccional Bucaramanga.

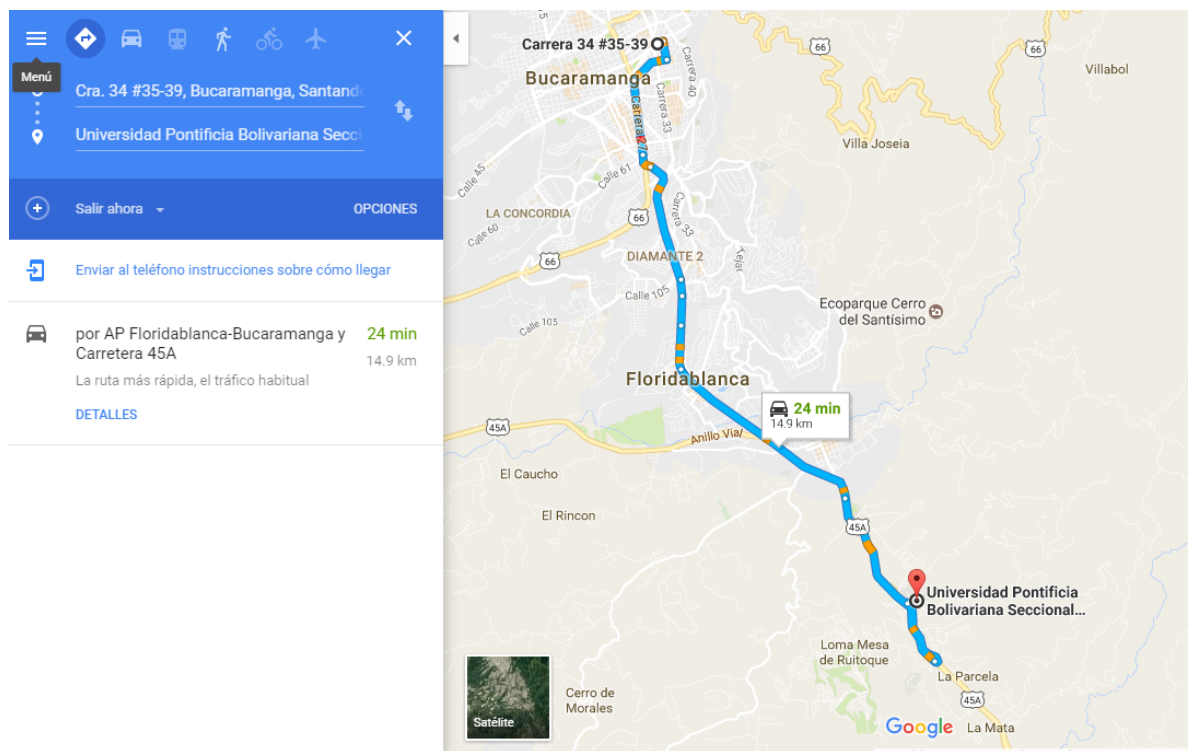


Imagen 3. Distancia recorrida desde S1 hasta UPB Bucaramanga en automóvil

Fuente: Google Maps

Viaje en automóvil, desde UPB seccional Bucaramanga hasta Carrera 34 #35-39 barrio el Prado.

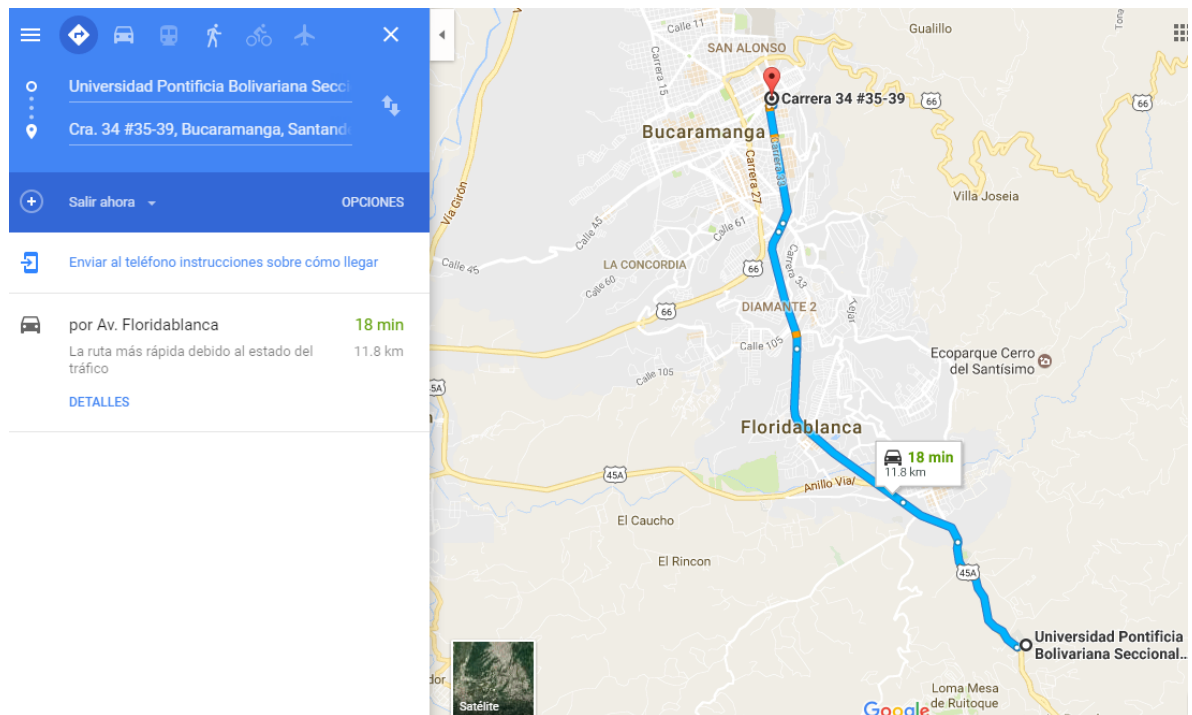


Imagen 4. Distancia recorrida desde UPB Bucaramanga hasta S1 en automóvil

Fuente: Google Maps

9.3 DETERMINACION TIEMPO DE VIAJE

Para determinar el tiempo de viaje, dentro de la encuesta se realizó la pregunta: “¿hora de salida?” y “¿hora de llegada?”, se decidió realizar de esta manera para conocer la duración del viaje ya que para los integrantes de la comunidad UPB seccional Bucaramanga es más fácil conocer la hora de salida y llegada que el tiempo exacto en minutos de la duración de su viaje.

9.4 CLASIFICACIÓN DE LOS VIAJES POR MODO DE TRANSPORTE:

La universidad atrae a su sede diariamente gran cantidad de viajes, por diferentes propósitos, las personas que se dirigen a ellas lo hacen en el modo de transporte que más se ajuste a sus ingresos, rutas disponibles, cuente con una mejor calidad de servicio y un buen precio.

Los modos de transporte que son usados en la universidad son: automóvil, motocicleta, bus, Metrolínea, Ucar (servicio que prestan los estudiantes que tienen un automóvil a la comunidad UPB para facilitar su llegada al campus), colectivo y/o vehículo colectivo (transporte informal), taxi, Uber y bicicleta.

Uno de los objetivos de la encuesta es conocer en que se desplazan los miembros de la comunidad UPB, para conocer cuál es el más usado segunda la demanda que tiene las personas, y determinar la tasa de viaje según modo de transporte.

Tabla 5. Total de personas encuestadas según modo, origen-UPB

¿Cómo llegan a la universidad?	Población	5216
	n	686
	Carro Particular	129
	Motocicleta	97
	Ucar	51
	Metrolínea	198
	Bus	140
	Colectivo	58
	Taxi	9
	Uber	2
	Bicicleta	2
	No. personas acompañantes	634

Tabla 6. Total de personas encuestadas según modo, UPB-origen

¿Cómo salen de la universidad?	Población	5216
	n	686
	Carro Particular	129
	Motocicleta	97
	Ucar	51
	Metro	198
	Bus	140
	Colectivo	58
	Taxi	9
	Uber	2
	Bicicleta	2
	No. personas acompañantes	599

9.4.1 ÍNDICE DE OCUPACIÓN

El índice de ocupación es la relación que hay entre el número de personas acompañantes y el número de personas encuestadas (n). Esto se toma para los modos: carro particular, Ucar, colectivo o vehículo colectivo, taxi, motocicleta y Uber.

Se expresa de la siguiente forma:

$$IO = \frac{\text{No. personas acompañantes}}{n} * 100$$

Ecuación 2. Índice de ocupación.

Donde:

IO: índice de ocupación

n: número de encuestados

En base a que se hacen los estudios en trayectos de **origen-UPB** y **UPB-origen**, se obtienen dos índices de ocupación.

Índice de ocupación **origen-UPB** equivale a:

$$IO = \frac{634}{686} * 100 = 92,42\%$$

Índice de ocupación **UPB-origen** equivale a:

$$IO = \frac{599}{686} * 100 = 87,32\%$$

9.5 DETERMINACION DE PORCENTAJES POR MODO

Los cálculos se realizan en base a las 686 personas encuestadas.

Tabla 7. Porcentaje total de encuestados (n) por modo.

Modos	Porcentajes de PERSONAS	Número de PERSONAS
Carro particular	18.80	129
Moto particular	14.14	97
Bus urbano	20.41	140
Colectivo	8.45	58
Ucar	7.43	51
Taxi	1.31	9
Metrolinea	28.86	198
Bicicleta	0.29	2
Otros	0.29	2
TOTAL		n = 686

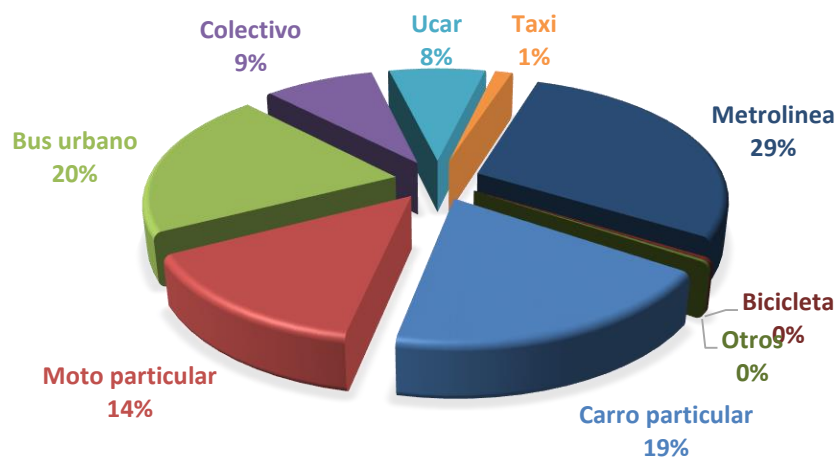


Figura 1. Porcentaje total de encuestados (n) por modo.

Tabla 8. Porcentaje de ESTUDIANTES por modo.

MODOS	Porcentaje de ESTUDIANTES	Numero de ESTUDIANTES
Carro particular	17.31	99
Moto particular	15.38	88
Bus urbano	21.15	121
Colectivo	8.39	48
Ucar	8.74	50
Taxi	0.35	2
Metrolinea	27.97	160
Bicicleta	0.35	2
Otros	0.35	2
TOTAL		572

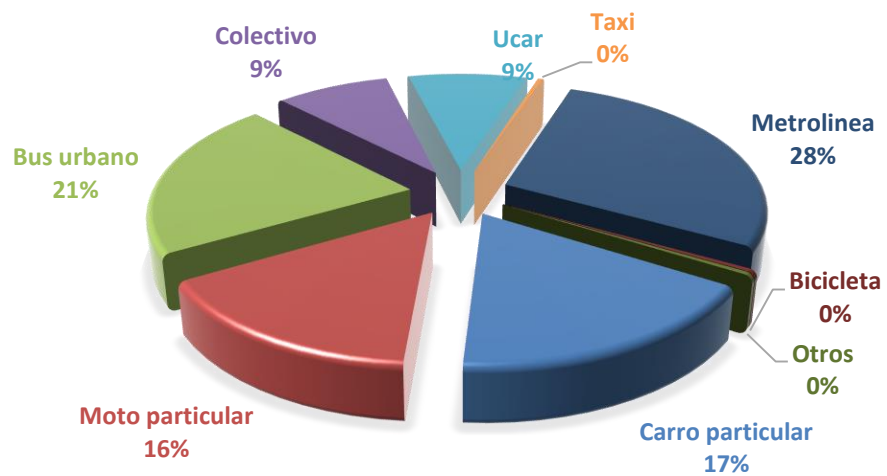


Figura 2. Porcentaje de ESTUDIANTES por modo.

Tabla 9. Porcentaje de EMPLEADOS por modo.

MODOS	Porcentaje de EMPLEADOS	Numero de EMPLEADOS
Carro particular	27.19	31
Moto particular	7.89	9
Bus urbano	16.67	19
Colectivo	8.77	10
Ucar	0.88	1
Taxi	6.14	7
Metrolinea	32.46	37
Bicicleta	0.00	0
Otros	0.00	0
TOTAL		114

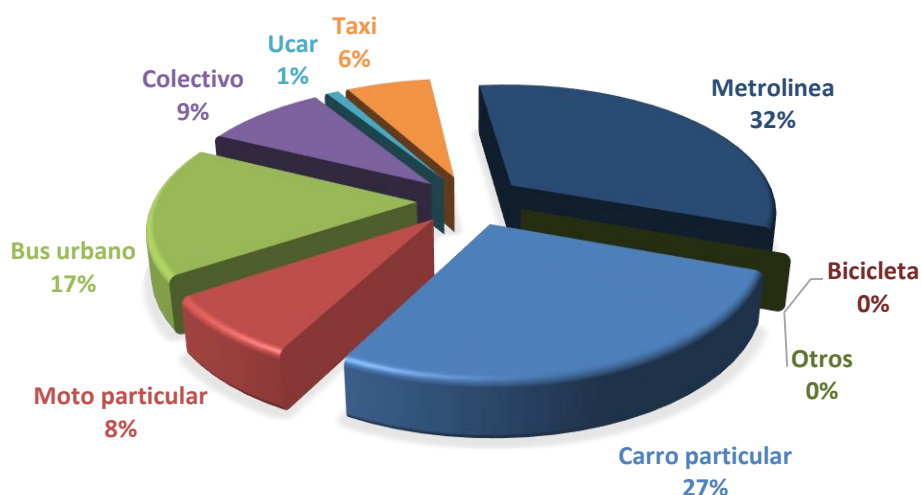


Figura 3. Porcentaje de EMPLEADOS por modo.

9.6 CATEGORÍAS SOCIOS-ECONÓMICOS DE LA COMUNIDAD:

Al conocer el lugar de origen del viaje, que generalmente es el lugar de residencia o un punto de referencia de este se puede conocer el estrato socio económico de las personas teniendo en cuenta (6) seis estratos sociales, tomando uno (1) como el estrato con los ingresos más bajo y seis (6) como el estrato con los ingresos

más alto, pudiendo determinar que en algunos casos según la estratificación se opta por un medio de transporte en específico predominando en la comunidad UPB seccional Bucaramanga el Metrolínea (STM) y el Bus urbano.

Tabla 10. Total de viajes según estrato socioeconómico.

MODO TRANSPORTE	Estrato Socio-económico						TOTAL
	1	2	3	4	5	6	
CARRO PARTICULAR	0	1	21	66	37	4	129
MOTOCICLETA	0	8	40	43	6	0	97
U CAR	0	0	2	40	9	0	51
METROLÍNEA	0	10	63	93	26	6	198
AUTOBÚS	0	3	73	48	15	1	140
COLECTIVO	0	3	21	32	1	1	58
TAXI	0	0	0	8	1	0	9
UBER	0	0	0	1	1	0	2
BICICLETA	0	0	2	0	0	0	2

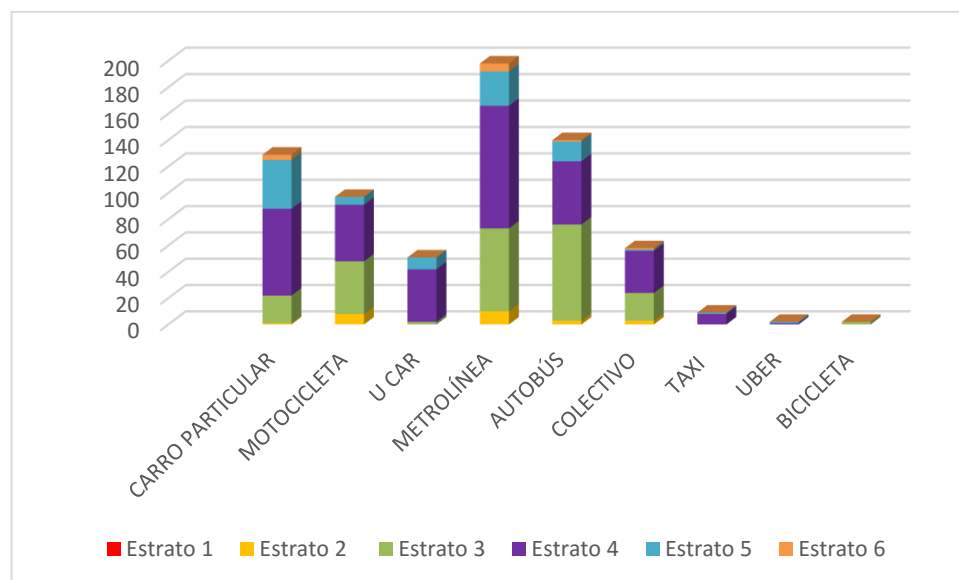


Figura 4. Total de viajes según estrato socioeconómico

9.6 ZONAS DE GENERACIÓN Y TIEMPOS DE VIAJE POR MODO

Tabla 11. Generación de viajes por sectores

	S1	S2	S3	S4	S5
Carro particular	66	6	46	11	0
Moto particular	47	10	34	10	0
Ucar	10	0	43	0	0
Metrolínea	147	0	34	17	0
Bus urbano	25	23	57	32	3
Vehículo colectivo	24	2	26	6	0
Taxi	5	1	2	1	0
Uber	0	0	2	0	0
Bici	1	0	1	0	0
TOTAL	325	42	245	77	3

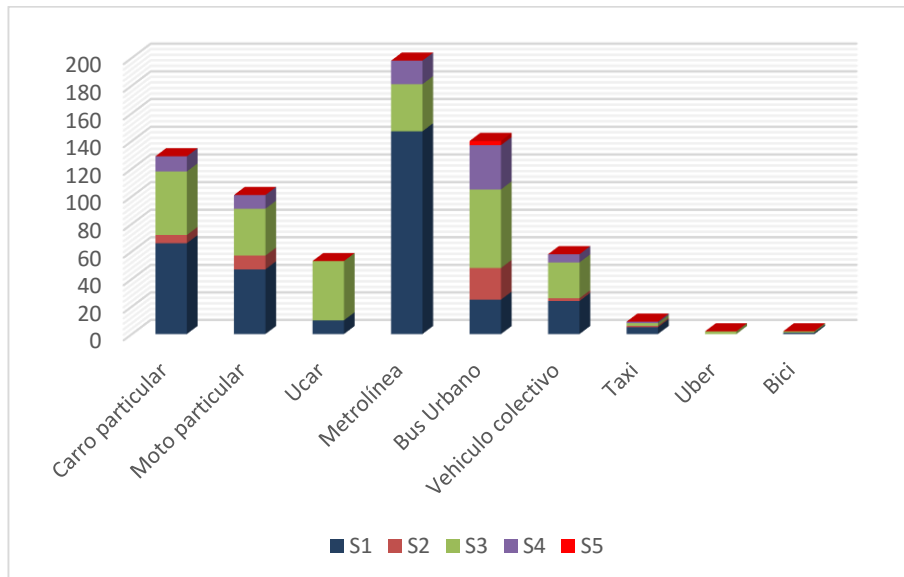


Figura 5. Generación de viajes por sectores

En la tabla “generación de viajes por sectores” se pueden ver los resultados de los viajes por sector hacia la Universidad Pontificia Bolivariana.

Los tiempos de viaje por modo se clasificaron según las encuestas realizadas, el promedio por modo fue:

Carro particular o automóvil: 27.166 (min)

Moto particular o motocicleta: 24.134 (min)

Ucar: 21.667 (min)

Metrolínea: 39.010 (min)

Bus urbano o autobús: 29.643 (min)

Vehículo colectivo o colectivo: 26.643 (min)

Taxi: 28.889 (min)

Uber: 12.5 (min)

Bicicleta: 32.5 (min)

- ***Los datos pueden verse en detalle en el anexo.***

9.7 PROYECCIÓN DE VIAJES AL TOTAL DE LA POBLACIÓN

Con los porcentajes obtenidos anteriormente, se hace una proyección al total de la población según la variable y modo de transporte.

Ejemplo de cálculo de proyección de estudiantes.

Forma en que llegan: carro particular

Porcentaje de opción: 17.308%

Población total de estudiantes: 5216

Según la tabla 7 de la muestra analizada el 17.308% de los estudiantes llegan en carro particular. Para obtener una proyección de esta opción sobre la población total, se utiliza la siguiente ecuación:

$$x = 5216 * \left(\frac{17.308}{100} \right) = 902.769$$

Ecuación 3. Proyección de viajes estudiantes

Lo anterior se obtiene que de los 5216 estudiantes que llegan a la UPB seccional Bucaramanga, 903 se movilizan en carro particular. Al aplicarlo a los diferentes modos de viaje, obtenemos:

Tabla 12. Proyección sobre la población total de estudiantes.

MODO	Porcentaje de ESTUDIANTES	Numero de ESTUDIANTES
Carro particular	17,31	903
Moto particular	15,38	802
Bus urbano	21,15	1103
Colectivo	8,39	438
Ucar	8,74	456
Taxi	0,35	18
Metrolínea	27,97	1459
Bicicleta	0,35	18
Otros	0,35	18

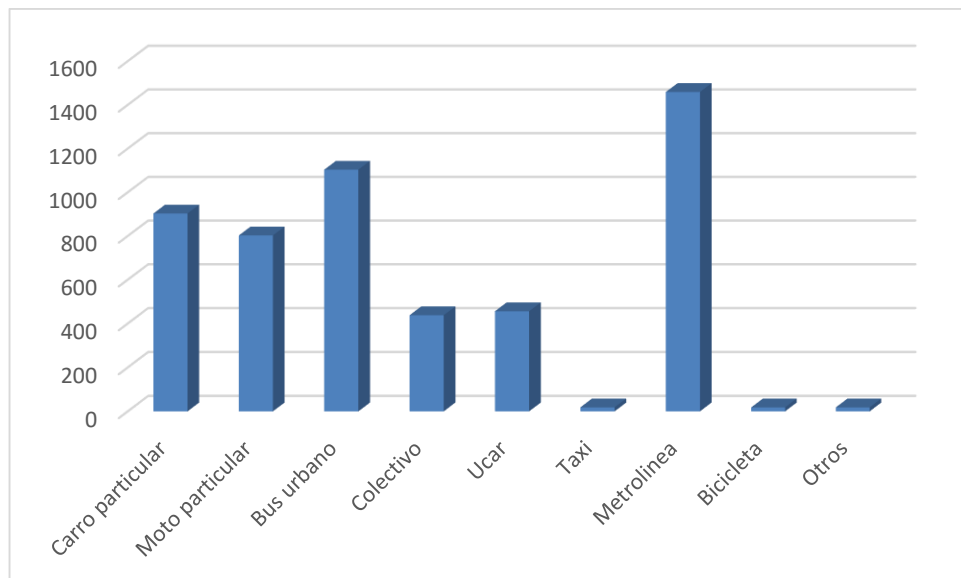


Figura 6. Proyección sobre la población total de estudiantes.

Ejemplo de cálculo de proyección de empleados.

Forma en que llegan: carro particular

Porcentaje de opción: 27.1929%

Población total de empleados: 546

Según la tabla 8 de la muestra analizada el 27.1929% de los empleados llegan en carro particular. Para obtener una proyección de esta opción sobre la población total, se utiliza la siguiente ecuación:

$$x = 546 * \left(\frac{27.1929}{100} \right) = 148.474$$

Ecuación 4. Proyección de viajes empleados

Lo anterior significa que de los 546 empleados que llegan a la UPB seccional Bucaramanga, 148 se transportan en carro particular. Al aplicarlo a los diferentes modos de viaje, obtenemos:

Tabla 13. Proyección sobre la población total de empleados.

MODO	Porcentaje de EMPLEADOS	Numero de EMPLEADOS
Carro particular	27,19	148
Moto particular	7,89	43
Bus urbano	16,67	91
Colectivo	8,77	48
Ucar	0,88	5
Taxi	6,14	34
Metrolinea	32,46	177
Bicicleta	0,00	0
Otros	0,00	0
TOTAL	100	546

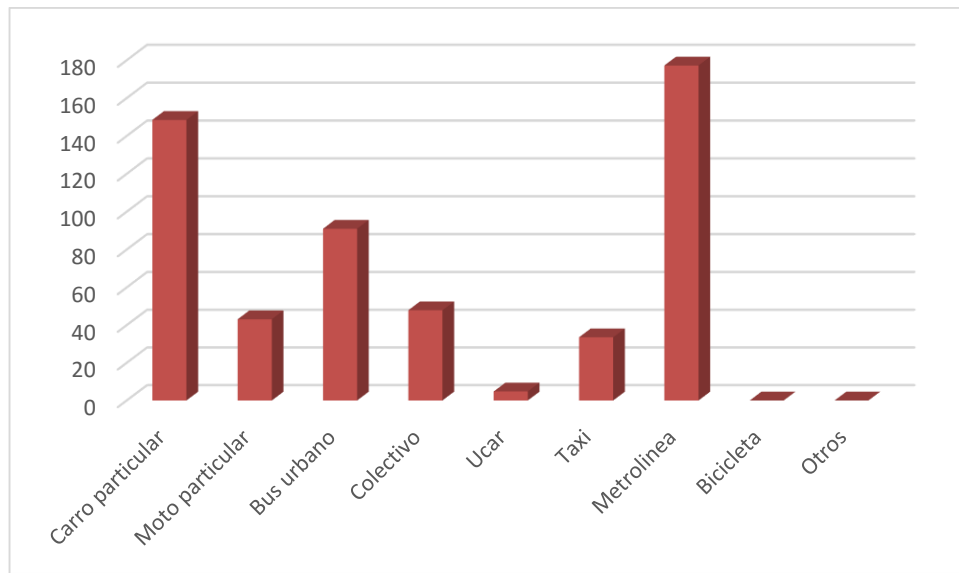


Figura 7. Proyección sobre la población total de empleados

9.8 DETERMINACIÓN DE TASAS DE GENERACIÓN DE VIAJES

Para determinar la tasa de generación de viajes fue necesario conocer el número total de estudiantes y empleados para cada opción de transporte, sumando en total 686 encuestados.

Ejemplo de cálculo para caso de viajes realizados por estudiante

Forma de llegar: Vehículo particular

Total viajes realizados por estudiantes: 903

Total estudiantes: 5216

$$Viajes = \frac{Viajes\ realizados\ por\ estudiante}{Total\ estudiantes}$$

Ecuación 5. Determinación de tasas de generación de viajes estudiantes

$$\frac{903}{5216} = 0.173$$

Tabla 14. Tasa de viajes por estudiantes.

MODO	ORIGEN-UPB TASAS DE VIAJES (VIAJES/EST)	UPB-ORIGEN TASAS DE VIAJES (VIAJES/EST)	TOTAL VIAJES ESTUDIANTES
CARRO PARTICULAR	0,173	0,173	903
MOTO PARTICULAR	0,154	0,154	802
BUS URBANO	0,211	0,211	1103
METROLINEA	0,280	0,280	1459
COLECTIVO	0,084	0,084	438
UCAR	0,087	0,087	456
BICICLETA	0,003	0,003	18
TAXI	0,003	0,003	18
OTRO	0,003	0,003	18

Ejemplo de cálculo para caso de viajes realizados por empleados, tomando como variable independiente empleado.

Forma de llegar: Vehículo particular

Total viajes realizados empleados: 148

Total empleados: 546

$$Viajes = \frac{Viajes\ realizados\ por\ empleados}{Total\ empleados}$$

Ecuación 6. Determinación de tasas de generación de viajes comunidad UPB

$$\frac{148}{546} = 0.271$$

Tabla 15. Tasa de viajes de empleados.

MODO	ORIGEN-UPB TASAS DE VIAJES (VIAJES/EMP)	UPB-ORIGEN TASAS DE VIAJES (VIAJES/EMP)	TOTAL DE VIAJES EMPLEADOS
CARRO PARTICULAR	0,271	0,271	148
MOTO PARTICULAR	0,079	0,079	43
BUS URBANO	0,167	0,167	91
METROLINEA	0,324	0,324	177
COLECTIVO	0,088	0,088	48
UCAR	0,009	0,009	5
BICICLETA	0	0	0
TAXI	0,062	0,062	34
OTRO	0	0	0

Ejemplo de cálculo para el caso de promedio de viajes de estudiantes.

Se suman ORIGEN-UPB TASAS DE VIAJES (VIAJES/EST) + UPB-ORIGEN TASAS DE VIAJES (VIAJES/EST) y se divide entre dos.

Tabla 16. Tasa promedio de viajes por estudiantes.

MODO	ORIGEN-UPB TASAS DE VIAJES (VIAJES/EST)	UPB-ORIGEN TASAS DE VIAJES (VIAJES/EST)	PROMEDIO
CARRO PARTICULAR	0,173	0,173	0,173
MOTO PARTICULAR	0,154	0,154	0,154
BUS URBANO	0,211	0,211	0,211
METROLINEA	0,280	0,280	0,280
COLECTIVO	0,084	0,084	0,084
UCAR	0,087	0,087	0,087
BICICLETA	0,003	0,003	0,003
TAXI	0,003	0,003	0,003
OTRO	0,003	0,003	0,003

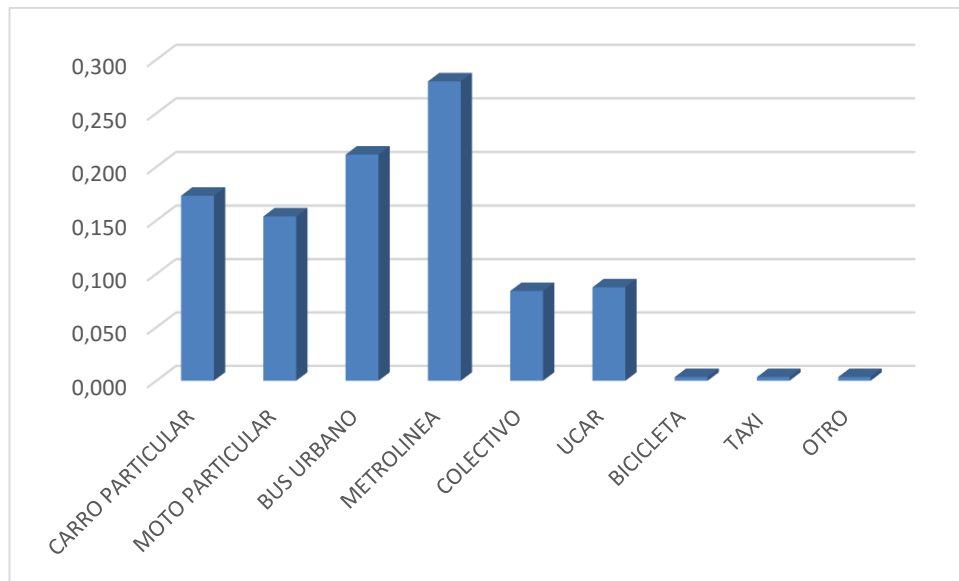


Figura 8. Tasa promedio de viajes por estudiantes.

Tabla 17. Tasa promedio de viajes por empleados

MODO	ORIGEN-UPB TASAS DE VIAJES (VIAJES/EMP)	UPB-ORIGEN TASAS DE VIAJES (VIAJES/EMP)	PROMEDIO
CARRO PARTICULAR	0,271	0,271	0,271
MOTO PARTICULAR	0,079	0,079	0,079
BUS URBANO	0,167	0,167	0,167
METROLINEA	0,324	0,324	0,324
COLECTIVO	0,088	0,088	0,088
UCAR	0,009	0,009	0,009
BICICLETA	0	0	0
TAXI	0,062	0,062	0,062
OTRO	0	0	0

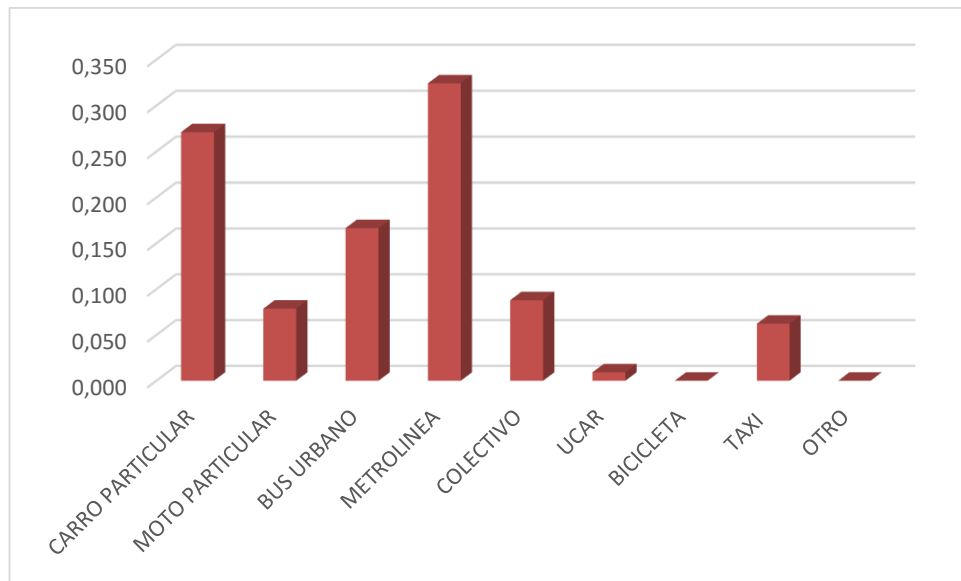


Figura 9. Tasa promedio de viajes por empleados.

10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL TIEMPO DE SERVICIO POR MODO DE TRANSPORTE

10.1 REGRESIÓN LINEAL SIMPLE

Es un modelo matemático usado para aproximar la relación de dependencia entre una variable dependiente Y , con la variable independiente x , y un término aleatorio Po . Este modelo puede ser expresado como:

$$Yt = B0 + B1 * X1$$

Ecuación 7. Regresión lineal simple

Donde:

Yt : variable dependiente explicada

$X1$: variable independiente explicativa

B_0, B_1 : parámetros que miden la influencia que las variables explicativas tienen sobre Y .

10.2 P VALOR

La importancia del valor p se genera en que determina si los resultados son estadísticamente significativos. Los valores p suelen utilizarse en las pruebas de hipótesis, donde usted rechaza o no puede rechazar una hipótesis nula.

Cuando se realiza una prueba de hipótesis, el elemento clave de la salida en el que hay que concentrarse es el valor p.

Un valor p oscila entre 0 y 1. El valor p es una probabilidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula. Las probabilidades más bajas proporcionan una evidencia más fuerte en contra de la hipótesis nula. (SOPORTE MINITAB 17, 2017)

10.3 COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN

En estadística, el coeficiente de determinación, denominado R^2 , es un estadístico (muestral) usado en el contexto de un modelo estadístico cuyo principal propósito es predecir futuros resultados o probar una hipótesis. El coeficiente determina la calidad del modelo para replicar los resultados, y la proporción de variación de los resultados que puede explicarse por el modelo.

El estadístico (muestral) es una medida cuantitativa, derivada de un conjunto de datos de una muestra, con el objetivo de estimar o inferir características de una población o modelo estadístico. (Enciclopedia, s.f.)

10.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PARÁMETRO TIEMPO

10.4.1 Carro particular o automóvil origen-UPB

Tabla 18. Resumen estadísticas de regresión carro particular o automóvil origen-UPB

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0.5092012
Coeficiente de determinación R ²	0.2592859
R ² ajustado	0.2534535
Error típico	9.7948227
Observaciones	129

Tabla 19. Análisis de la varianza carro particular o automóvil origen-UPB

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	4265,059745	4265,059745	44,456161	7,17737E-10
Residuos	127	12184,19607	95,93855172		
Total	128	16449,25581			

Tabla 20. Resultados regresión carro particular o automóvil origen-UPB

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	8,17855078	2,9683207	2,75527868	0,006726869	2,30477977	14,05232179	2,304779767	14,05232179
Variable X 1	0,001925719	0,0002888	6,66754538	7,17737E-10	0,0013542	0,002497241	0,001354197	0,002497241

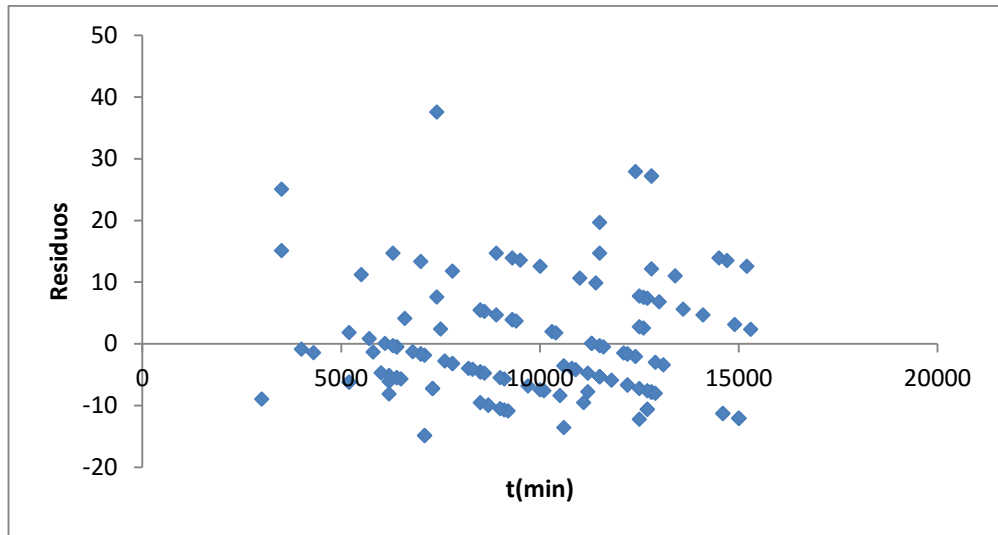


Figura 10. Gráfico de los residuales carro particular o automóvil origen-UPB

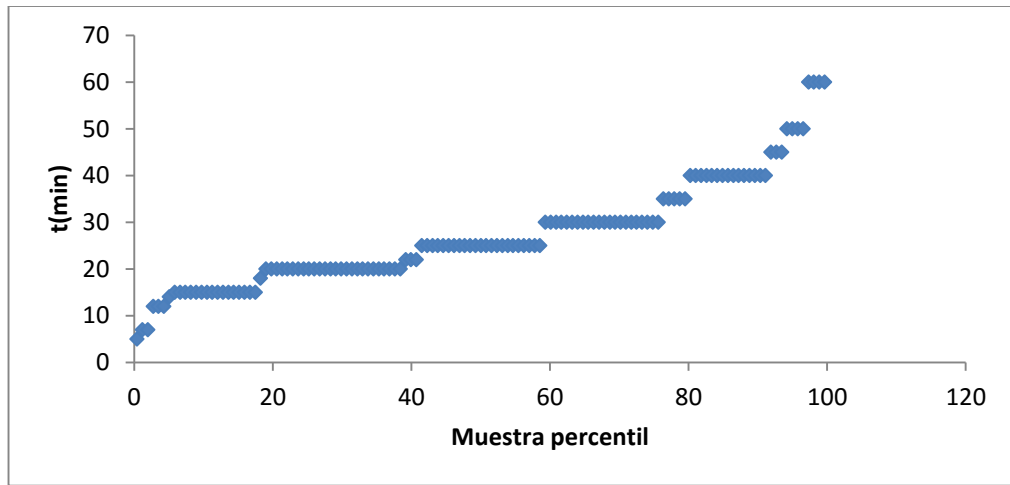


Figura 11. Gráfico probabilidad normal carro particular o automóvil origen-UPB

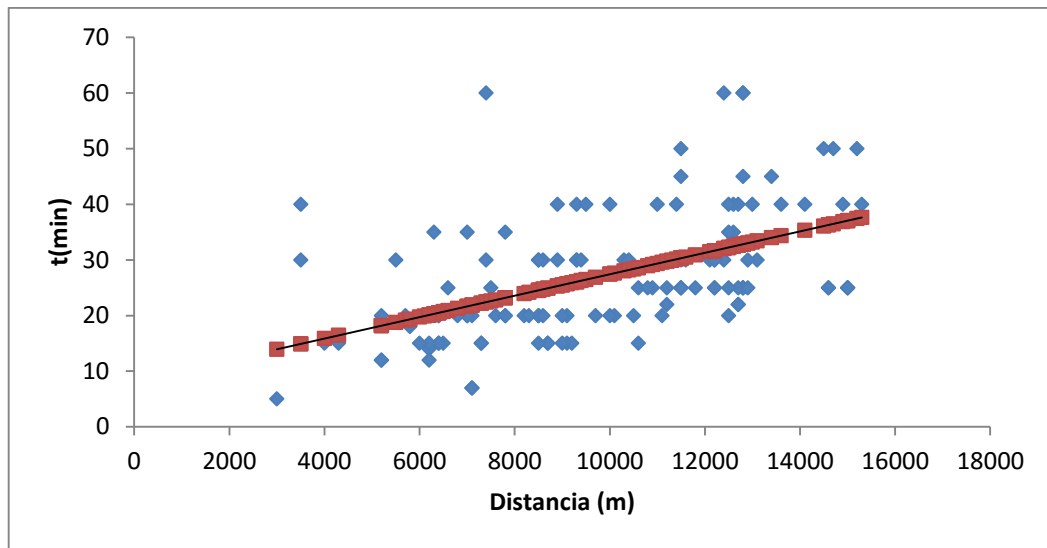


Figura 12. Gráfico curva de regresión ajustada carro particular o automóvil origen-UPB

10.4.2 Carro particular o automóvil UPB-origen

Tabla 21. Resumen estadísticas de regresión carro particular o automóvil UPB-origen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,490984252
Coefficiente de determinación R ²	0,241065536
R ² ajustado	0,235089674
Error típico	12,87211278
Observaciones	129

Tabla 22. Análisis de la varianza carro particular o automóvil UPB-origen

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	6683,96619	6683,96619	40,3399	3,47584E-09
Residuos	127	21042,7935	165,6912874		
Total	128	27726,75969			

Tabla 23. Resultados regresión carro particular o automóvil UPB-origen

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	8,132536101	3,75477422	2,16591881	0,032185453	0,70251552	15,56255668	0,70251552	15,56255668
Variable X 1	0,00251488	0,00039596	6,35136814	3,47584E-09	0,00173135	0,00329841	0,001731349	0,00329841

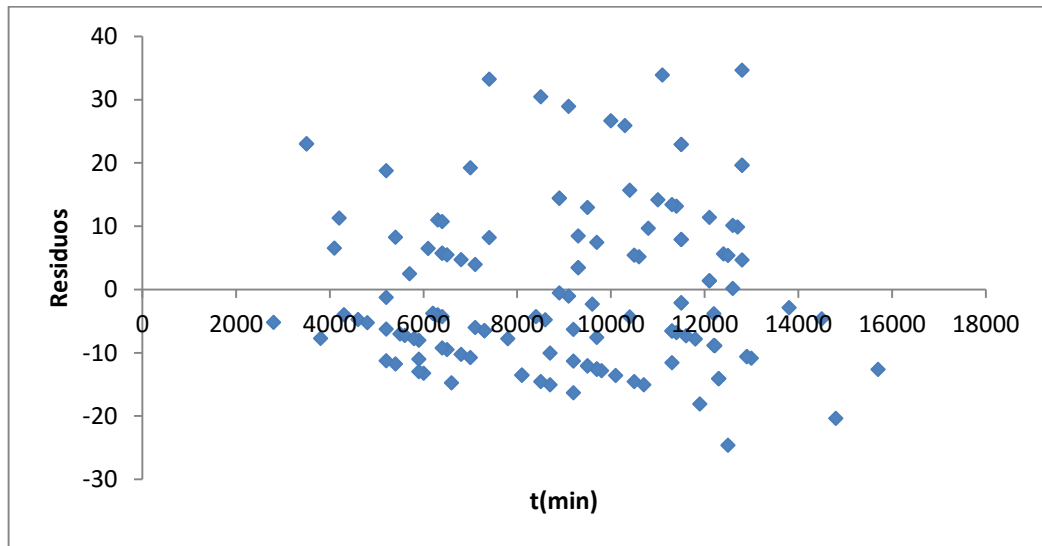


Figura 13. Gráfico de los residuales carro particular o automóvil UPB-origen

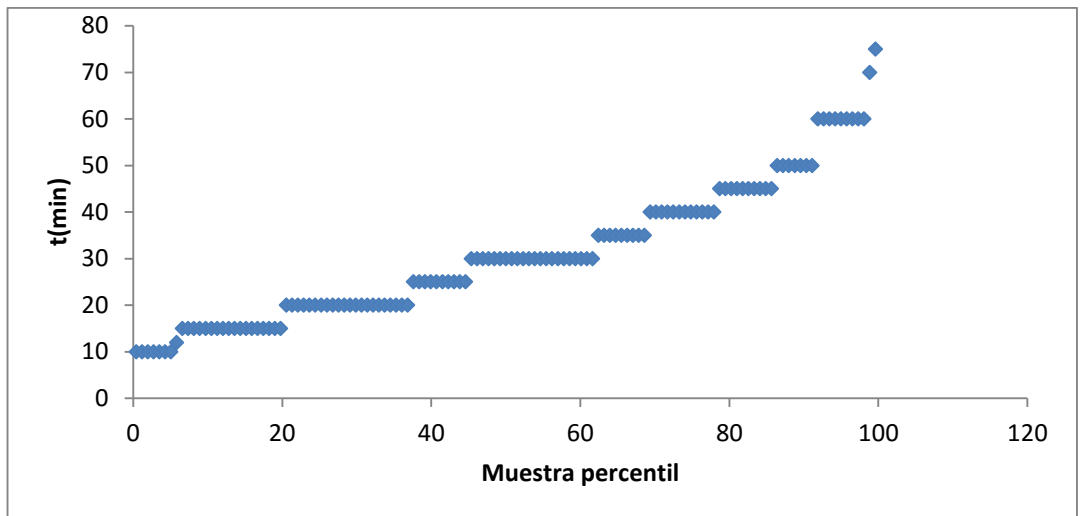


Figura 14. Gráfico probabilidade normal carro particular o automóvil UPB-origen

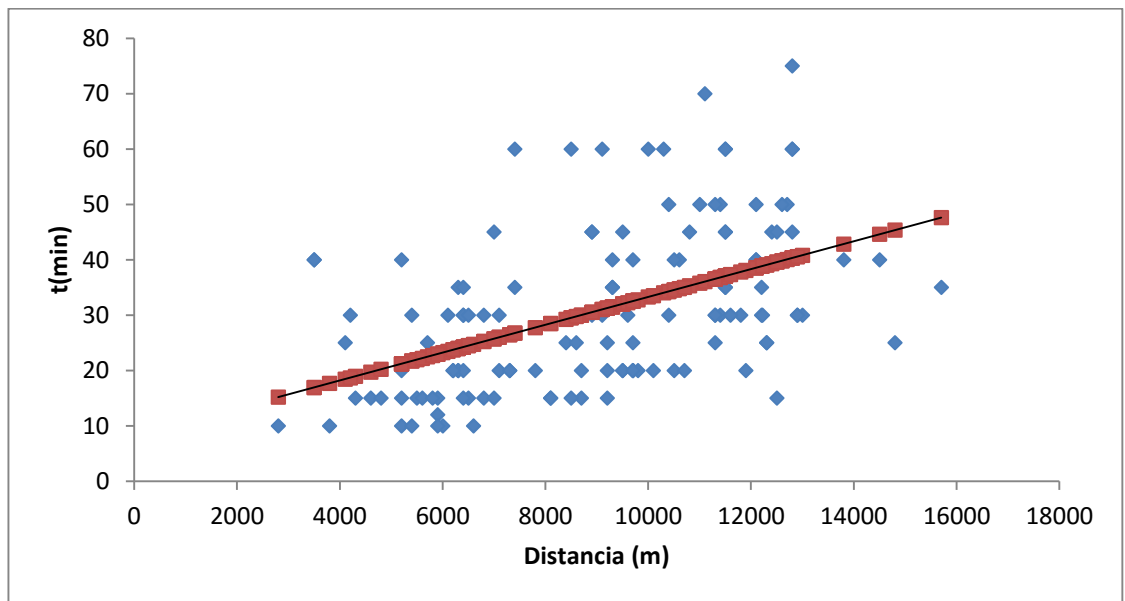


Figura 15. Gráfico de curva de regressão ajustada carro particular o automóvil origen-UPB

10.4.3 Moto particular o motocicleta origen-UPB

Tabla 24. Resumen estadísticas de regresión moto particular o motocicleta origen-UPB

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,627613904
Coefficiente de determinación R ²	0,393899212
R ² ajustado	0,387519204
Error típico	7,341224313
Observaciones	97

Tabla 25. Resumen estadísticas de regresión moto particular o motocicleta origen-UPB

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	3327,368163	3327,368163	61,73961	6,00458E-12
Residuos	95	5119,889569	53,89357441		
Total	96	8447,257732			

Tabla 26. Resultados regresión moto particular o motocicleta origen-UPB

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	7,624729108	2,229399152	3,420082537	0,000924161	3,198812204	12,05064601	3,198812204	12,05064601
Variable X 1	0,001578933	0,000200947	7,857455574	6,00458E-12	0,001180003	0,001977864	0,001180003	0,001977864

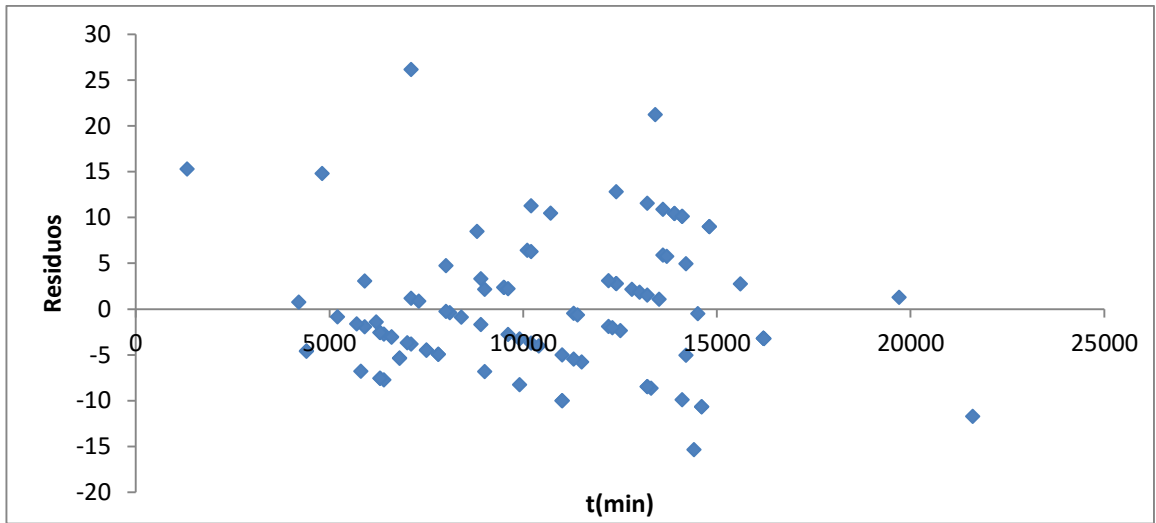


Figura 16. Gráfico de los residuales moto particular o motocicleta origen-UPB

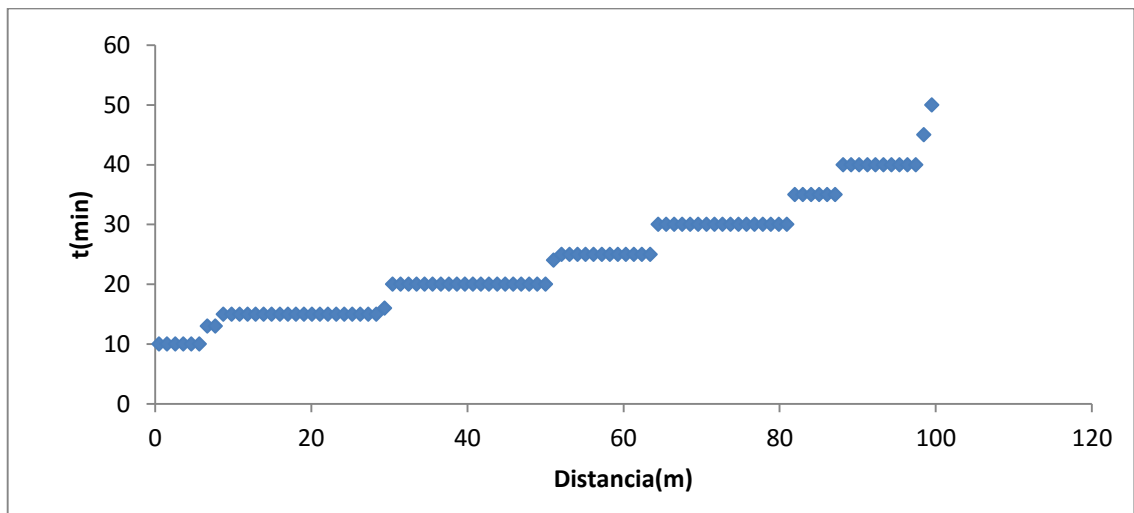


Figura 17. Gráfico de probabilidad normal moto particular o motocicleta origen-UPB

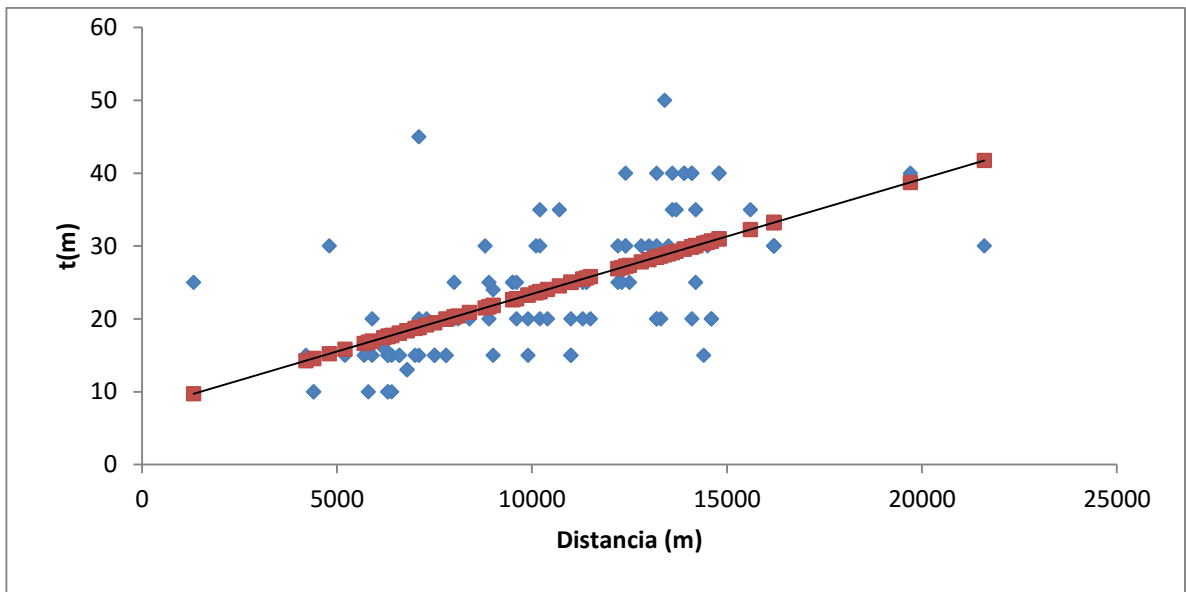


Figura 18. Gráfico curva de regresión ajustada moto particular o motocicleta origen-UPB

10.4.4 Moto particular o motocicleta UPB-origen

Tabla 27. Resumen estadísticas de regresión moto particular o motocicleta UPB-origen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,6267908
Coefficiente de determinación R^2	0,3928667
R^2 ajustado	0,3864758
Error típico	7,4841527
Observaciones	97

Tabla 28. Análisis de la varianza moto particular o motocicleta UPB-origen

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	3443,262158	3443,262158	61,473057	6,51833E-12
Residuos	95	5321,191451	56,01254158		
Total	96	8764,453608			

Tabla 29. Resultados regresión moto particular o motocicleta UPB-origen

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	7,053631893	2,265056	3,11410928	0,002438832	2,5569272	11,55033658	2,556927202	11,55033658
Variable X 1	0,001646987	0,00021006	7,84047556	6,51833E-12	0,00122996	0,002064013	0,001229961	0,002064013

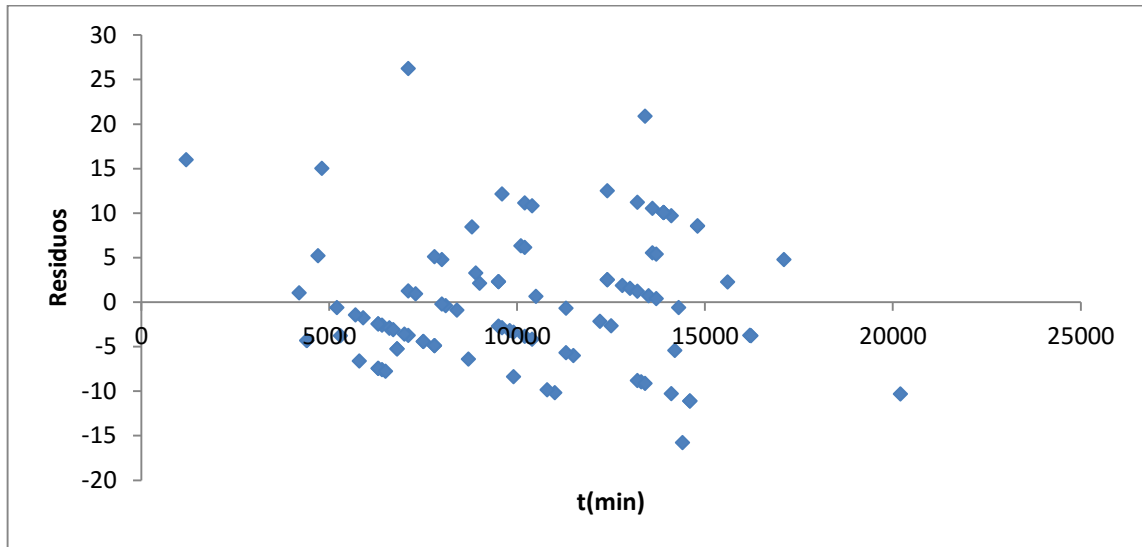


Figura 19.. Gráfico de residuales moto particular o motocicleta UPB-origen

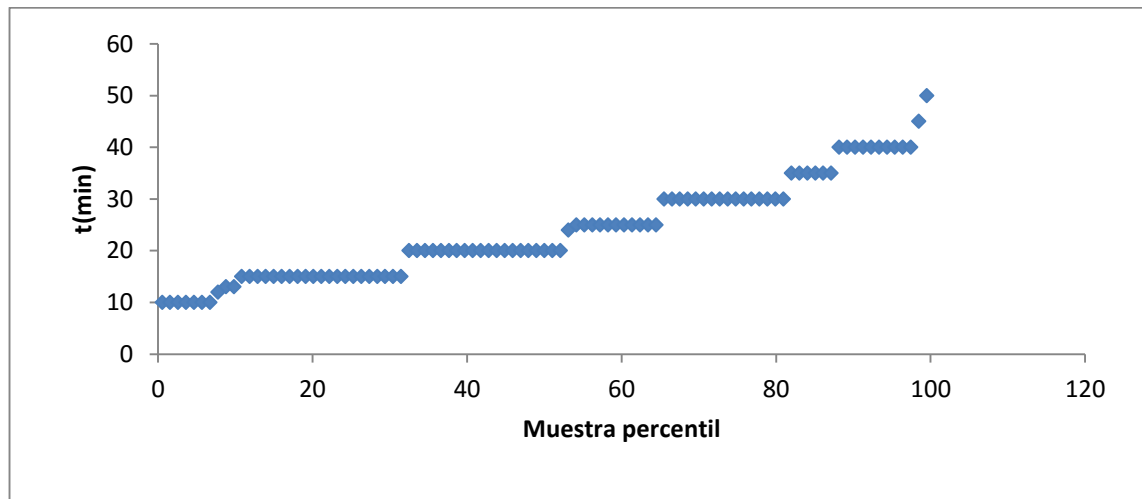


Figura 20. Gráfico de probabilidad normal moto particular o motocicleta UPB-origen

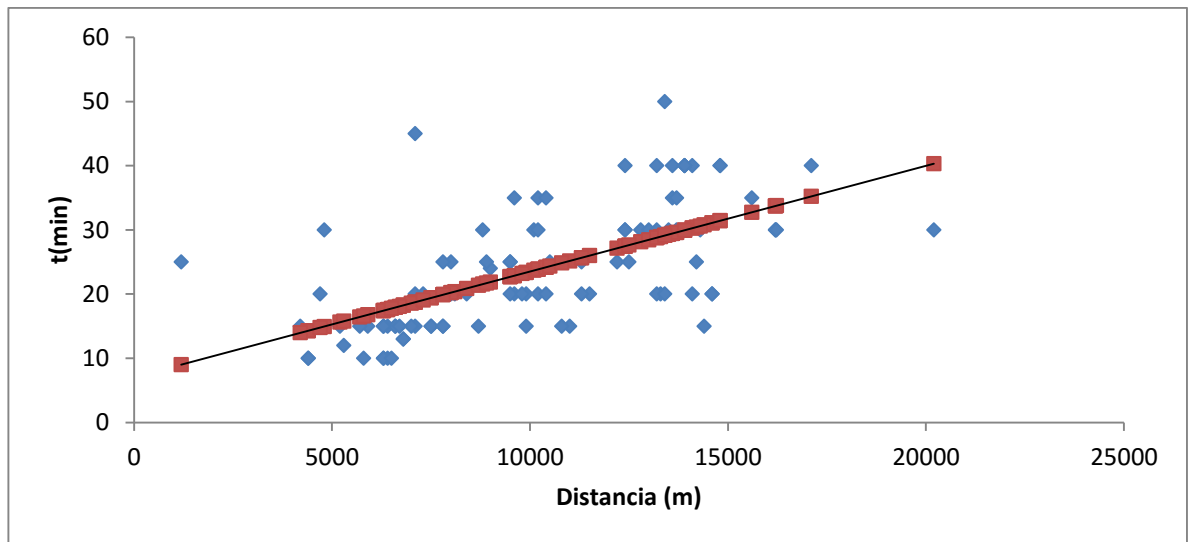


Figura 21. Gráfico curva de regresión ajustada moto particular o motocicleta UPB-origen

10.4.5 Ucar origen-UPB

Tabla 30. Resumen estadísticas de regresión Ucar origen-UPB

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,448532
Coefficiente de determinación R ²	0,201181
R ² ajustado	0,184878
Error típico	4,999707
Observaciones	51

Tabla 31. Análisis de la varianza Ucar origen-UPB

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	308,4769368	308,4769368	12,341	0,000963322
Residuos	49	1224,856397	24,99706932		
Total	50	1533,333333			

Tabla 32. Resultados regresión Ucar origen-UPB

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	11,20354824	3,059651521	3,661707276	0,00061369	5,054948306	17,35214817	5,054948306	17,35214817
Variable X 1	0,001304839	0,000371441	3,512908214	0,000963322	0,0005584	0,002051278	0,0005584	0,002051278

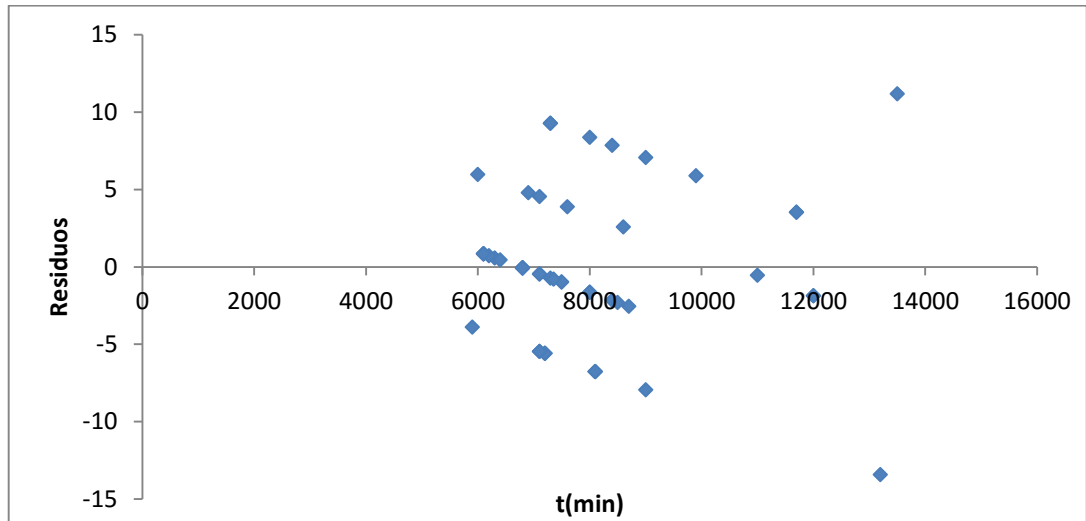


Figura 22. Gráfico de los residuales Ucar origen-UPB

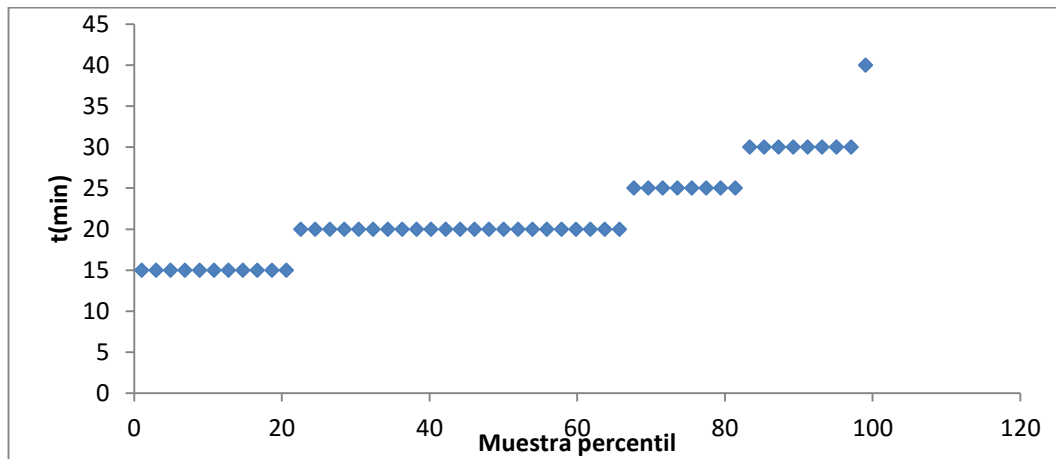


Figura 23. Gráfico de probabilidad normal Ucar origen-UPB

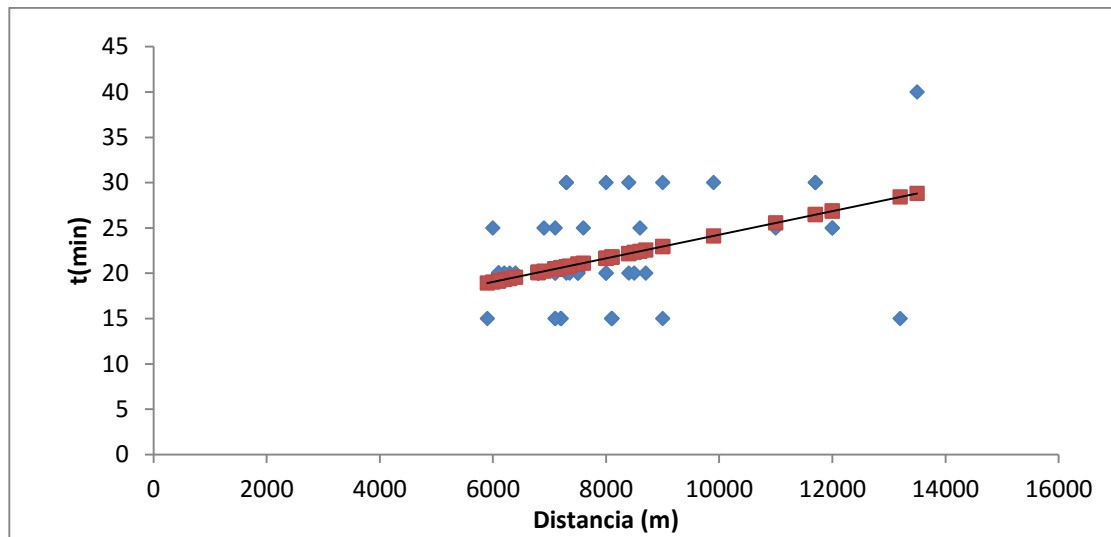


Figura 24 Gráfico curva de regresión ajustada Ucar origen-UPB

10.4.6 Ucar UPB-origen

Tabla 33. Resumen estadísticas de regresión Ucar UPB-origen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,448532
Coefficiente de determinación R ²	0,201181
R ² ajustado	0,184878
Error típico	4,999707
Observaciones	51

Tabla 34. Análisis de la varianza Ucar UPB-origen

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	308,4769368	308,4769368	12,34052	0,000963322
Residuos	49	1224,856397	24,99706932		
Total	50	1533,333333			

Tabla 35. Resultados regresión Ucar UPB-origen

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	11,20354824	3,059651521	3,661707276	0,00061369	5,05494831	17,3521482	5,05494831	17,35214817
Variable X 1	0,001304839	0,000371441	3,512908214	0,00096332	0,0005584	0,00205128	0,0005584	0,002051278

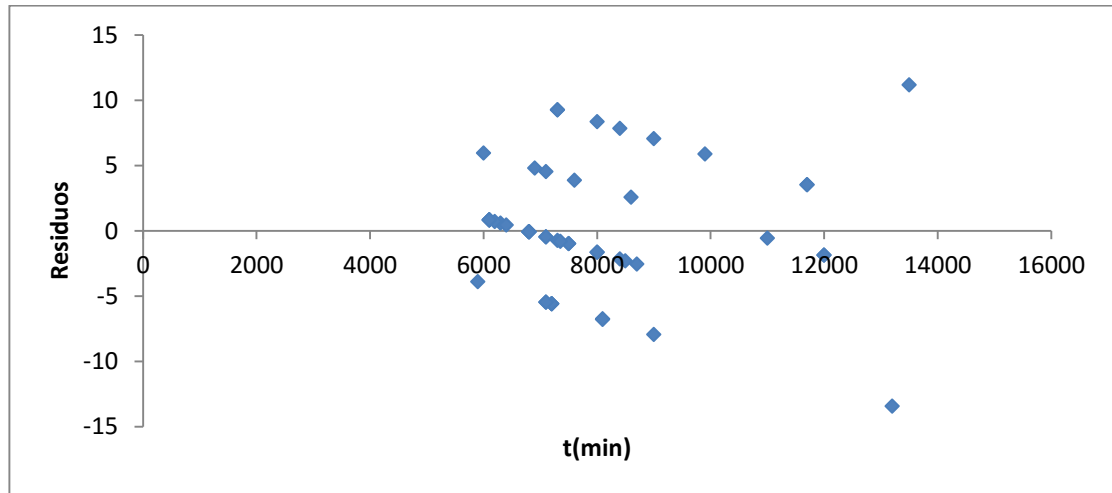


Figura 25. Gráfico de los residuales Ucar UPB-origen

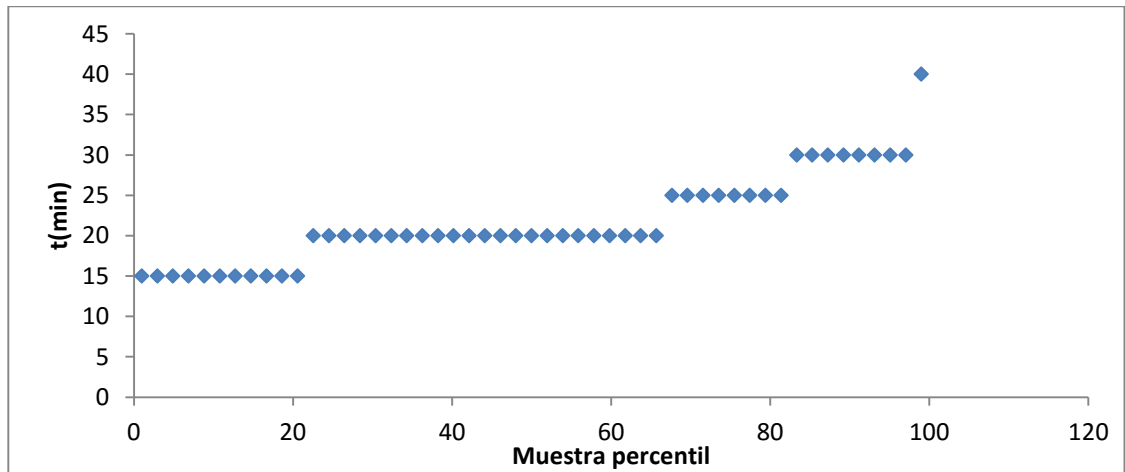


Figura 26. Gráfico probabilidad normal Ucar UPB-origen

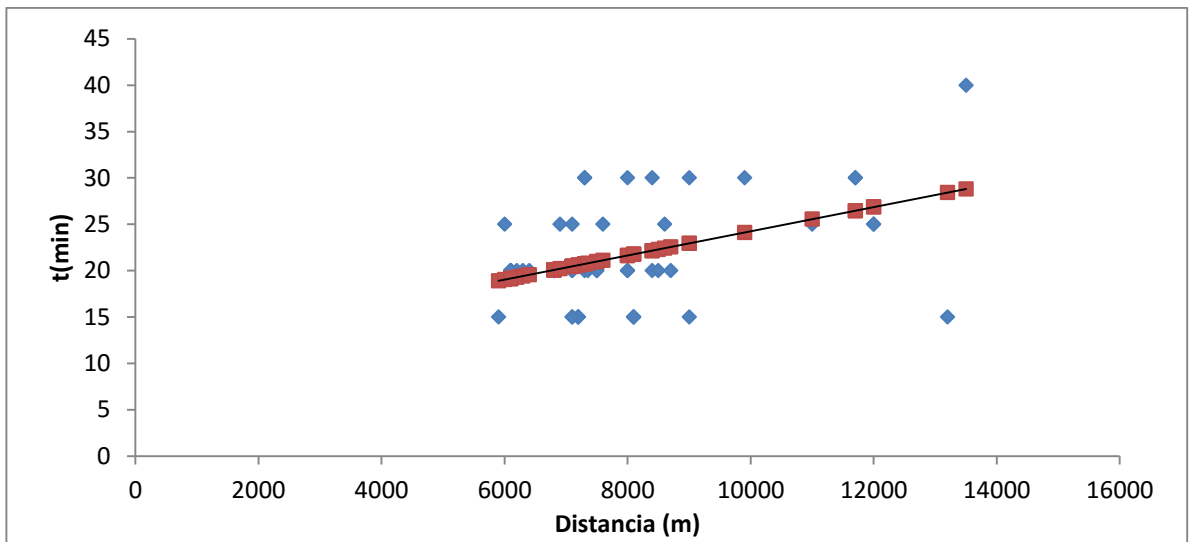


Figura 27. Gráfico curva de regresión ajustada Ucar UPB-origen

10.4.7 Vehículo colectivo o colectivo origen-UPB

Tabla 36. Resumen estadísticas de regresión vehículo colectivo o colectivo origen-UPB

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,6369305
Coefficiente de determinación R ²	0,4056805
R ² ajustado	0,3950676
Error típico	7,1228826
Observaciones	58

Tabla 37. Análisis de varianza vehículo colectivo o colectivo origen-UPB

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	1939,38338	1939,38338	38,225	7,65605E-08
Residuos	56	2841,185586	50,73545689		
Total	57	4780,568966			

Tabla 38. Resultados regresión vehículo colectivo o colectivo origen-UPB

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	7,998732785	3,07137907	2,604280553	0,011767117	1,846021168	14,1514444	1,846021168	14,1514444
Variable X 1	0,001831803	0,00029628	6,182669718	7,65605E-08	0,001238282	0,002425323	0,001238282	0,002425323

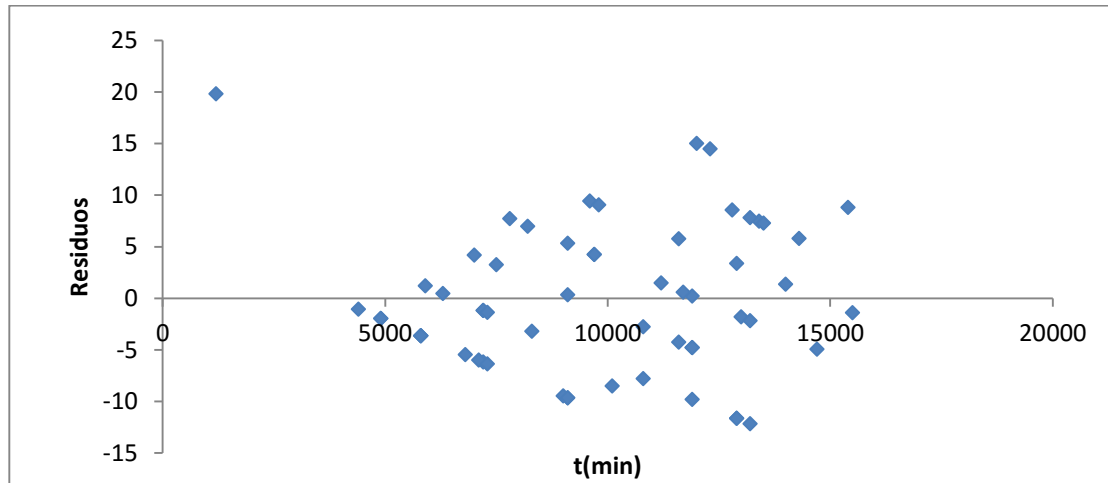


Figura 28. Gráfico de los residuales vehículo colectivo o colectivo origen-UPB

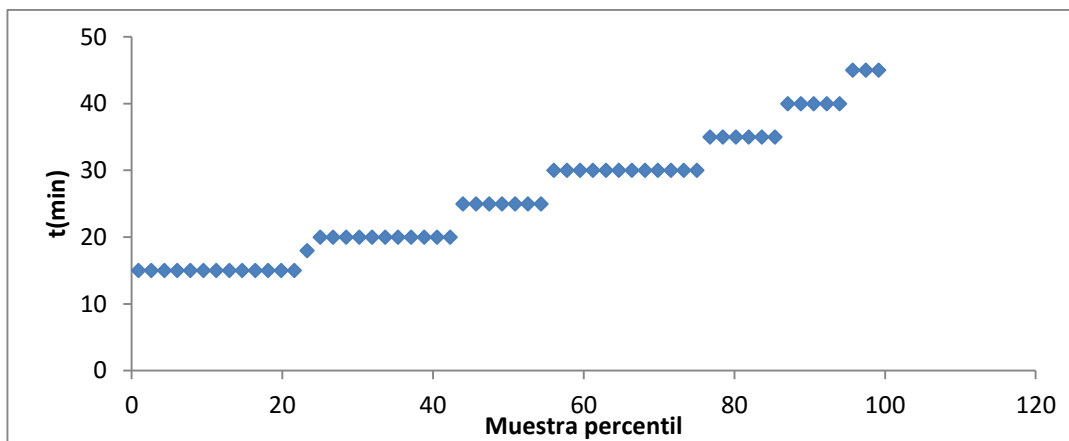


Figura 29. Gráfico probabilidad normal vehículo colectivo o colectivo origen-UPB

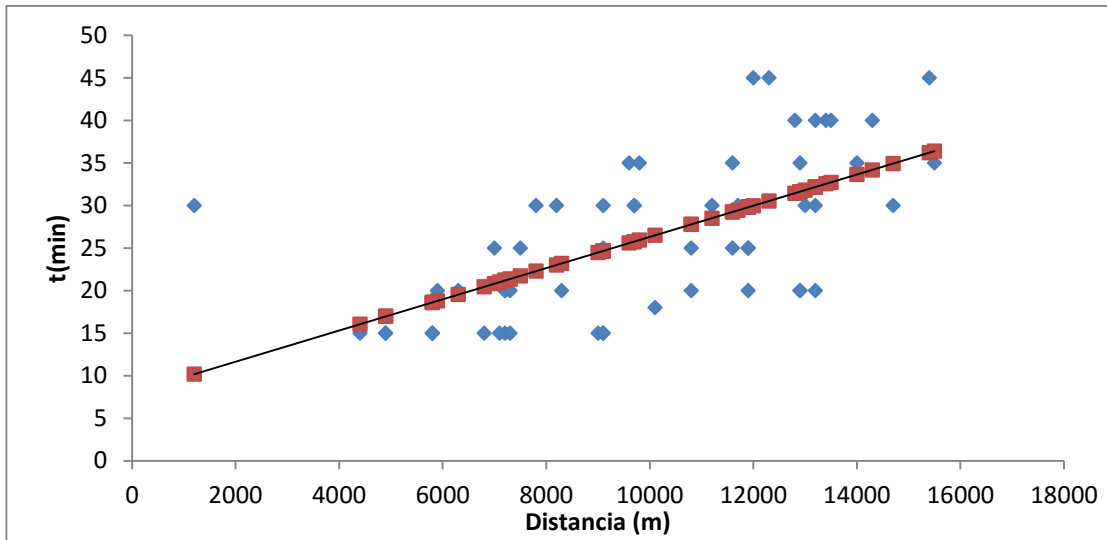


Figura 30. Gráfico curva de regresión ajustada vehículo colectivo o colectivo origen-UPB

10.4.8 Vehículo colectivo o colectivo UPB-origen

Tabla 39. Resumen estadísticas de regresión vehículo colectivo o colectivo UPB-origen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,6369305
Coefficiente de determinación R^2	0,4056805
R^2 ajustado	0,3950676
Error típico	7,1228826
Observaciones	58

Tabla 40. Análisis de la varianza vehículo colectivo o colectivo UPB-origen

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	1939,38338	1939,38338	38,2254	7,65605E-08
Residuos	56	2841,18586	50,73545689		
Total	57	4780,568966			

Tabla 41. Resultados regresión vehículo colectivo o colectivo UPB-origen

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	7,998732785	3,07137907	2,604280553	0,011767117	1,84602117	14,1514444	1,846021168	14,1514444
Variable X 1	0,001831803	0,00029628	6,182669718	7,65605E-08	0,00123828	0,002425323	0,001238282	0,002425323

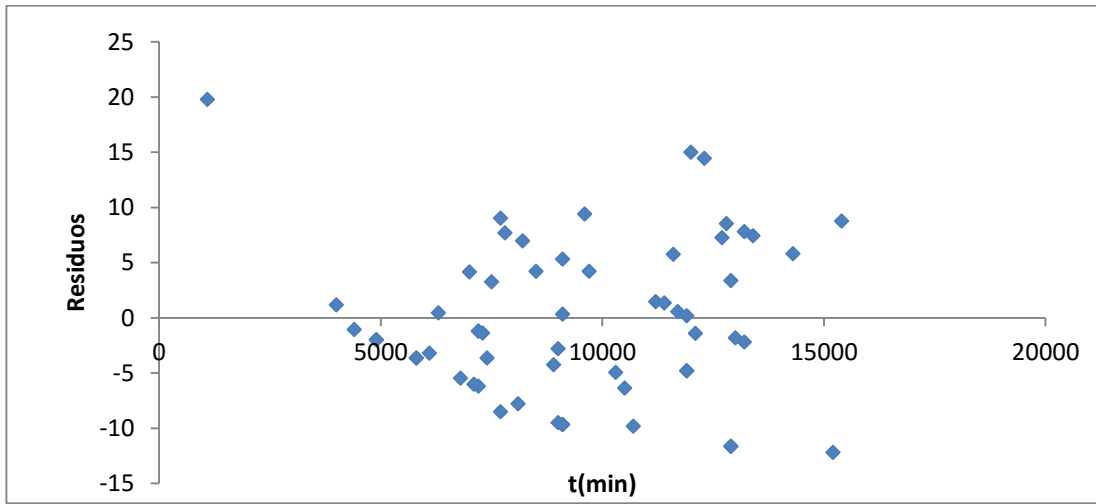


Figura 31. Gráfico de los residuales vehículo colectivo o colectivo UPB-origen

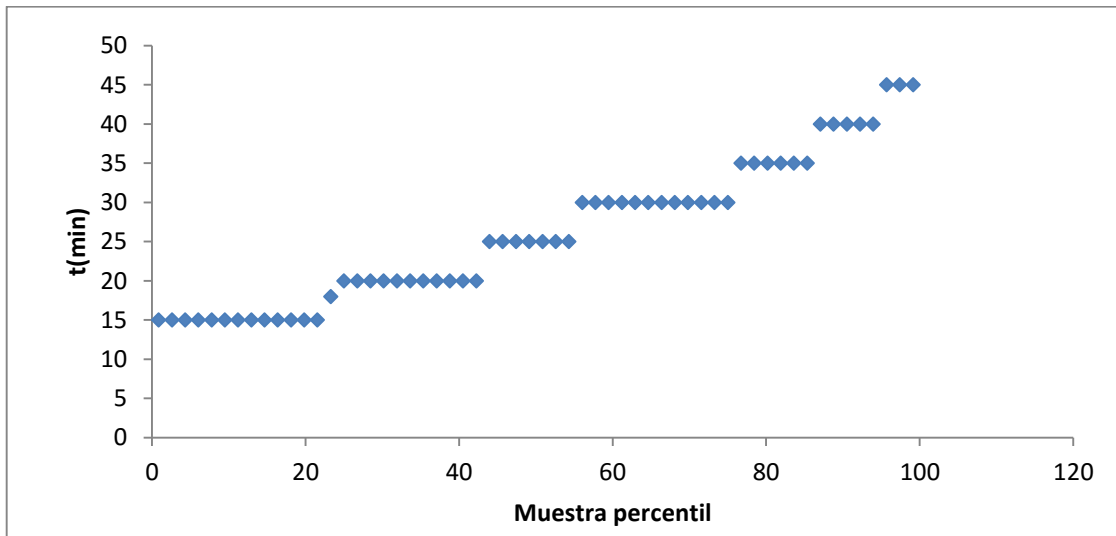


Figura 32. Gráfico probabilidad normal vehículo colectivo o colectivo UPB-origen

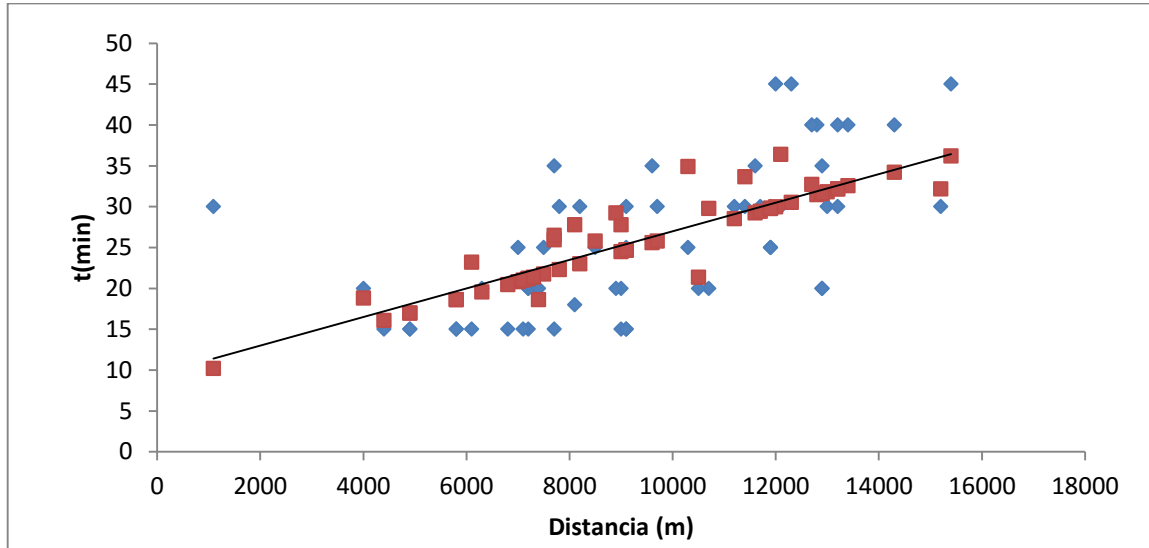


Figura 33. Gráfico curva de regresión ajustada vehículo colectivo o colectivo UPB-origen

10.4.9 Metrolínea origen-UPB

Tabla 42. Resumen estadísticas de regresión Metrolínea origen-UPB

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,5918817
Coefficiente de determinación R ²	0,3503239
R ² ajustado	0,3470092
Error típico	10,433621
Observaciones	198

Tabla 43. Análisis de la varianza Metrolínea origen-UPB

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	11505,33086	11505,33086	105,689	4,20088E-20
Residuos	196	21336,64894	108,8604538		
Total	197	32841,9798			

Tabla 44. Resultados regresión Metrolínea origen-UPB

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	10,60951834	2,86034522	3,709174081	0,000270711	4,968513629	16,25052305	4,968513629	16,25052305
Variable X 1	0,002640178	0,00025681	10,28050588	4,20088E-20	0,002133705	0,003146652	0,002133705	0,003146652

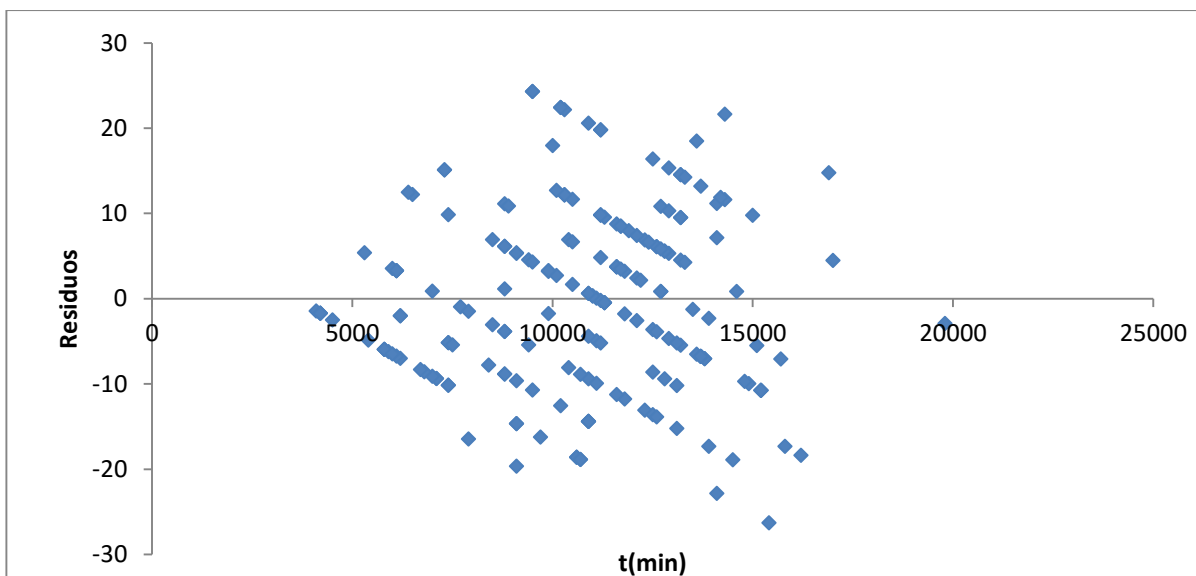


Figura 34. Gráfico de los residuales Metrolínea origen-UPB

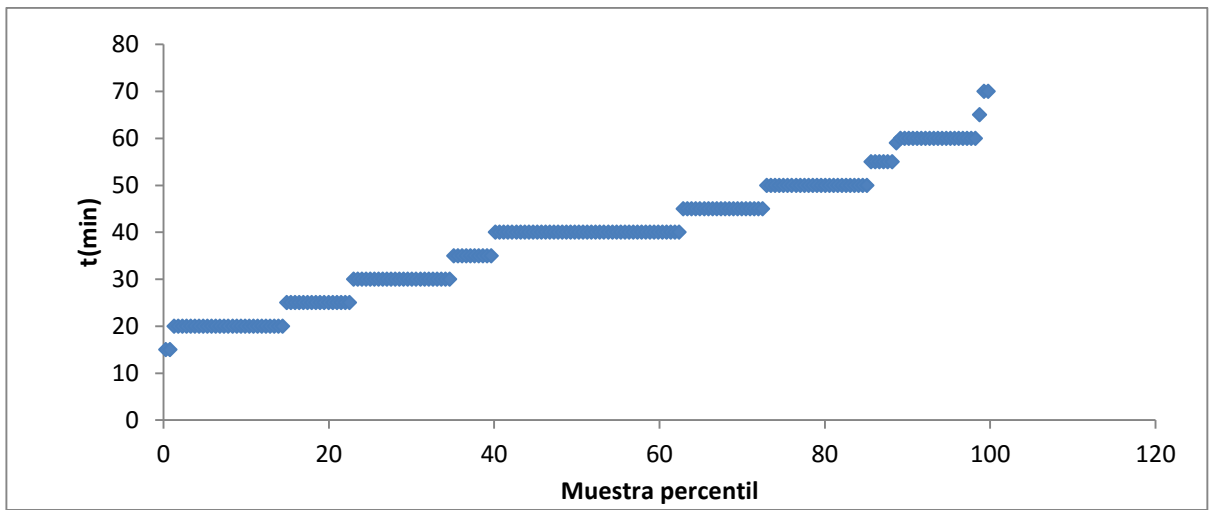


Figura 35. Gráfico probabilidad normal Metrolínea origen-UPB

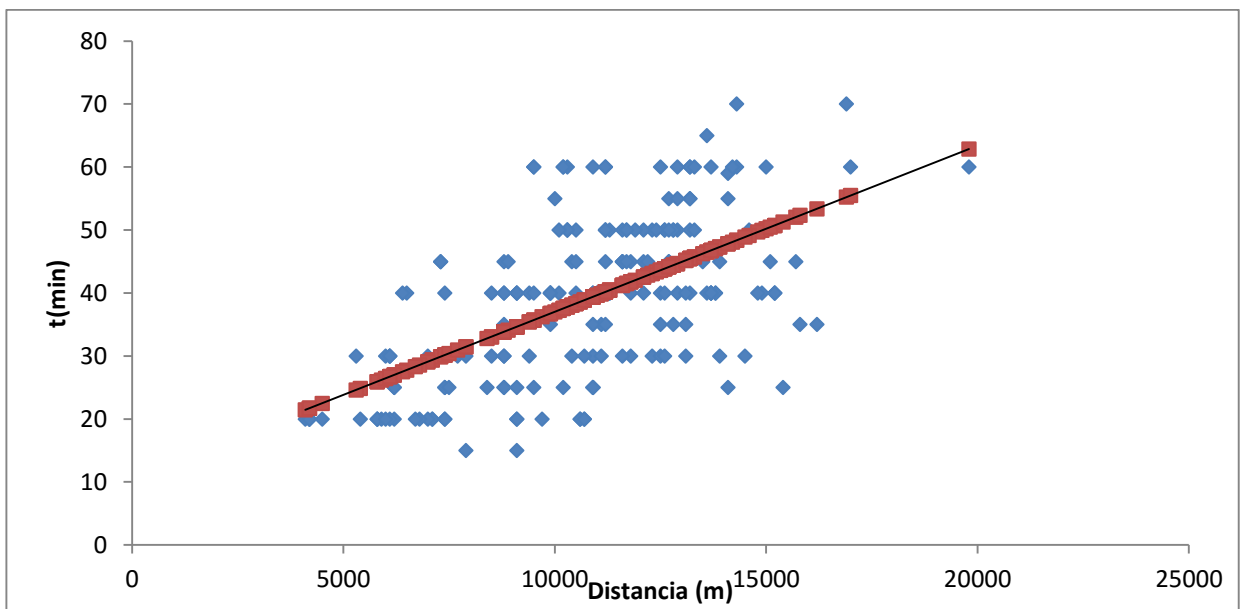


Figura 36. Gráfico curva de regressión ajustada Metrolínea origen-UPB

10.4.10 Metrolínea UPB-origen

Tabla 45. Resumen estadísticas de regresión Metrolínea UPB-origen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,591882
Coefficiente de determinación R ²	0,350324
R ² ajustado	0,347009
Error típico	10,43362
Observaciones	198

Tabla 46. Análisis de la varianza Metrolínea UPB-origen

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	11505,33086	11505,33086	105,689	4,20088E-20
Residuos	196	21336,64894	108,8604538		
Total	197	32841,9798			

Tabla 47. Resultados regresión Metrolínea UPB-origen

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	10,60951834	2,86034522	3,709174081	0,000270711	4,968513629	16,25052305	4,968513629	16,25052305
Variable X 1	0,002640178	0,00025681	10,28050588	4,20088E-20	0,002133705	0,003146652	0,002133705	0,003146652

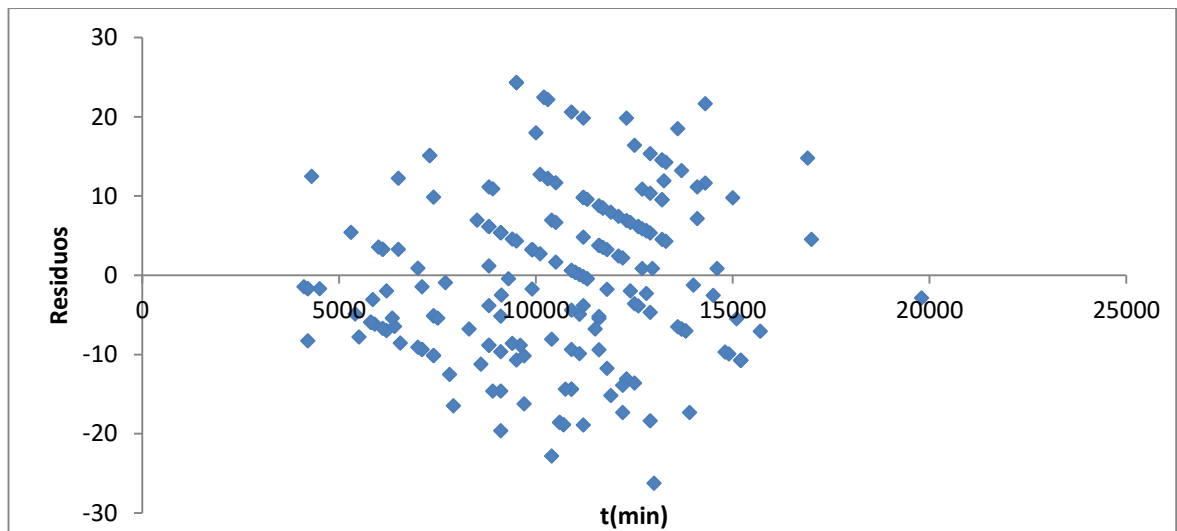


Figura 37. Gráfico de los residuos Metrolínea UPB-origen

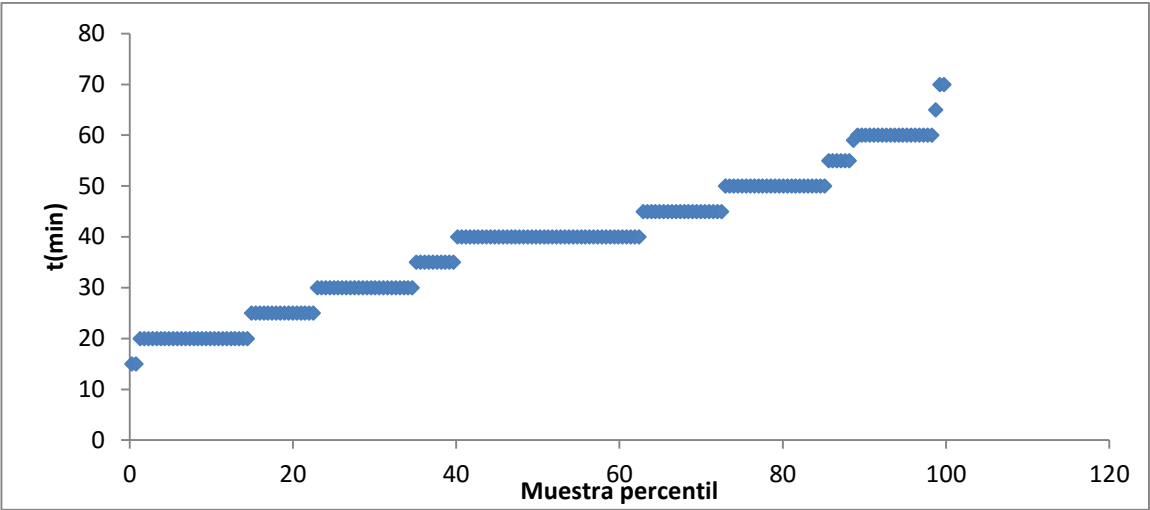


Figura 38. Gráfica probabilidad normal Metrolínea UPB-origen

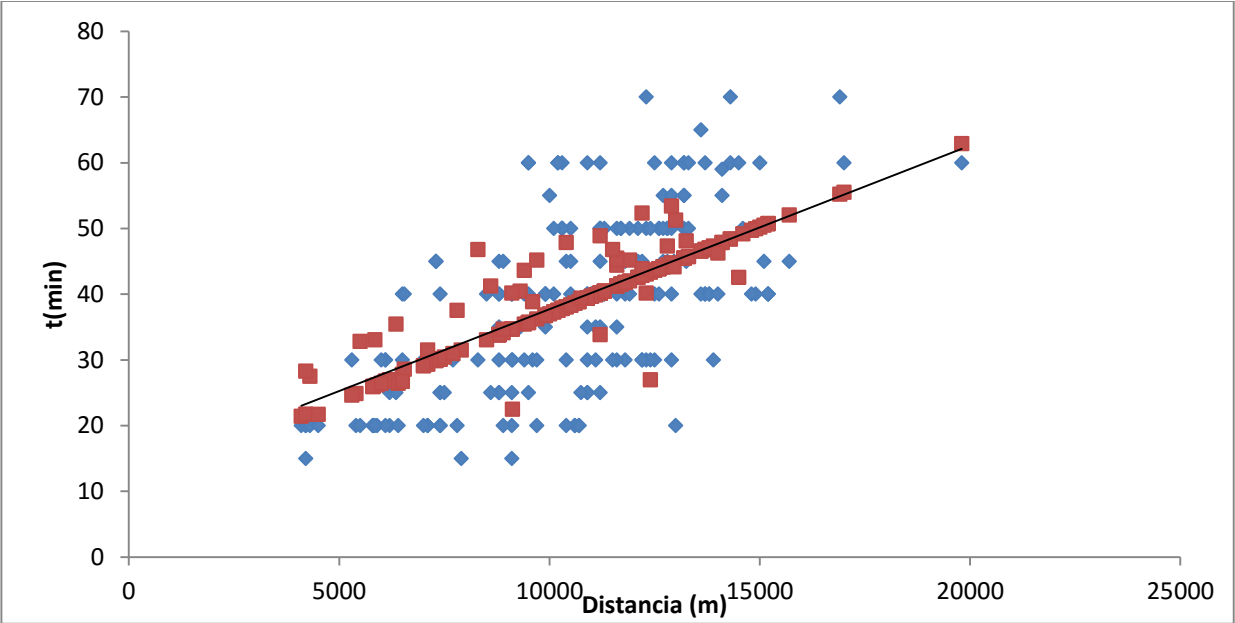


Figura 39. Gráfico curva de regresión ajustada Metrolínea UPB-origen

10.4.11 Bus urbano o autobús origen-UPB

Tabla 48. Resumen estadísticas de regresión bus urbano o autobús origen-UPB

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,806445
Coefficiente de determinación R ²	0,650354
R ² ajustado	0,64782
Error típico	9,243143
Observaciones	140

Tabla 49. Análisis de la varianza bus urbano o autobús origen-UPB

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	21930,0183	21930,0183	256,685	2,71261E-33
Residuos	138	11790,12456	85,43568519		
Total	139	33720,14286			

Tabla 50. Resultados regresión bus urbano o autobús origen-UPB

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	4,389285599	1,759202809	2,495042399	0,013773305	0,91080765	7,867763545	0,910807652	7,867763545
Variable X 1	0,002788249	0,000174033	16,02137714	2,71261E-33	0,00244413	0,003132365	0,002444133	0,003132365

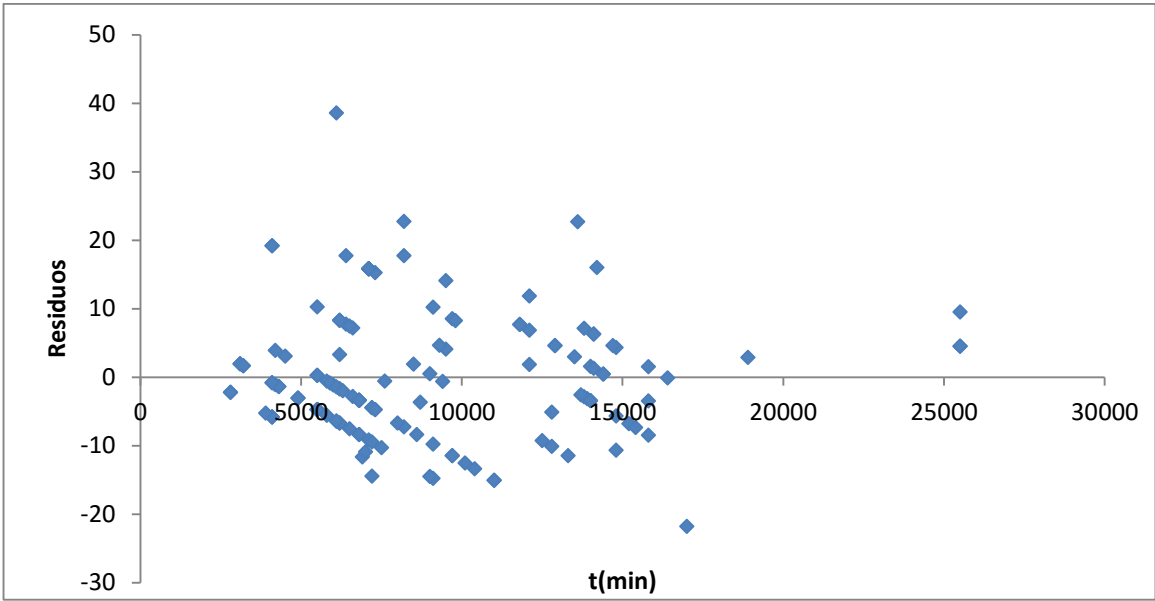


Figura 40. Gráfico de los residuales bus urbano o autobús origen-UPB

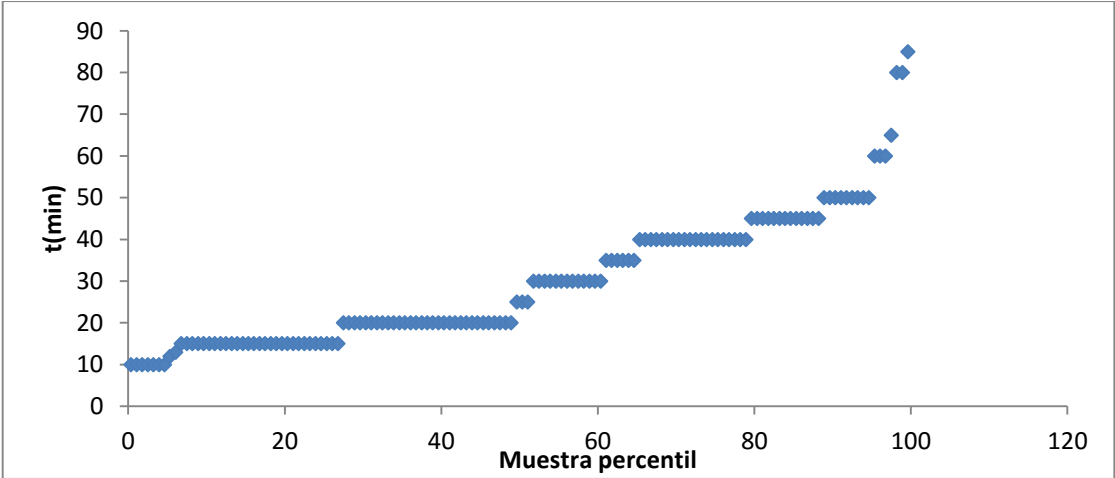


Figura 41. Gráfico probabilidad normal bus urbano o autobús origen-UPB

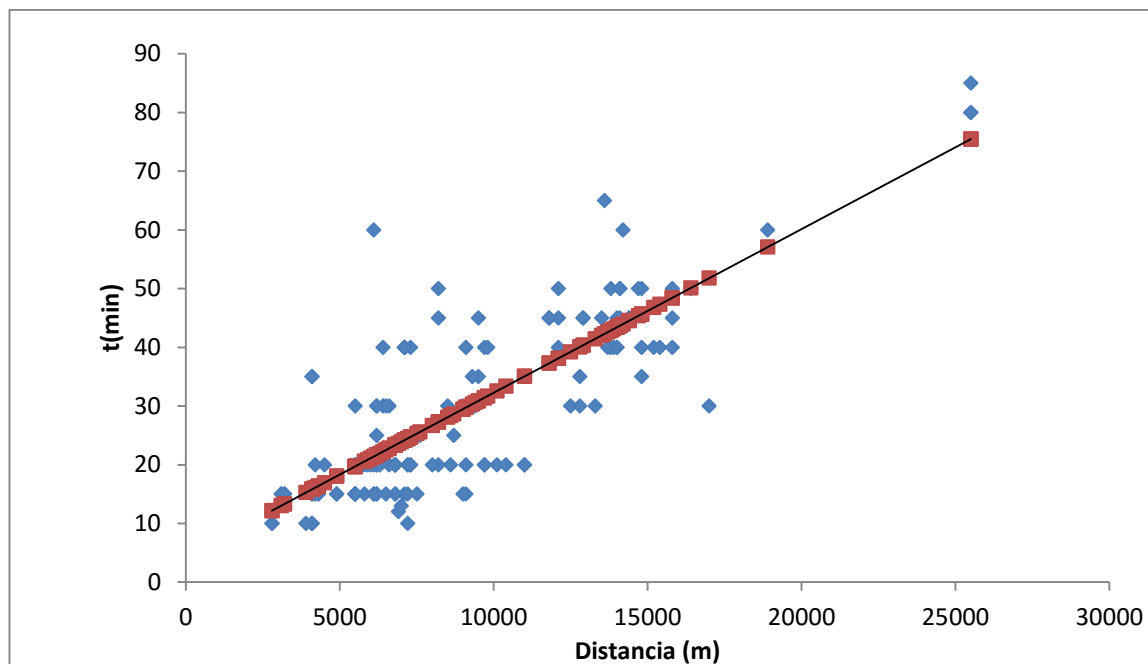


Figura 42. Gráfico curva de regresión ajustada bus urbano o autobús origen-UPB

10.4.12 Bus urbano o autobús UPB-origen

Tabla 51. Resumen estadísticas de regresión bus urbano o autobús UPB-origen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,8149705
Coefficiente de determinación R^2	0,6641769
R^2 ajustado	0,6616519
Error típico	9,3035392
Observaciones	135

Tabla 52. Análisis de la varianza bus urbano o autobús UPB-origen

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	22767,80628	22767,80628	263,0418	2,58701E-33
Residuos	133	11511,92705	86,55584251		
Total	134	34279,73333			

Tabla 53. Resultados regresión bus urbano o autobús UPB-origen

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	4,24864842	1,7501679	2,427566189	0,016538534	0,78688411	7,710412733	0,786884107	7,710412733
Variable X 1	0,002871279	0,00017704	16,21856403	2,58701E-33	0,00252111	0,00322145	0,002521107	0,00322145

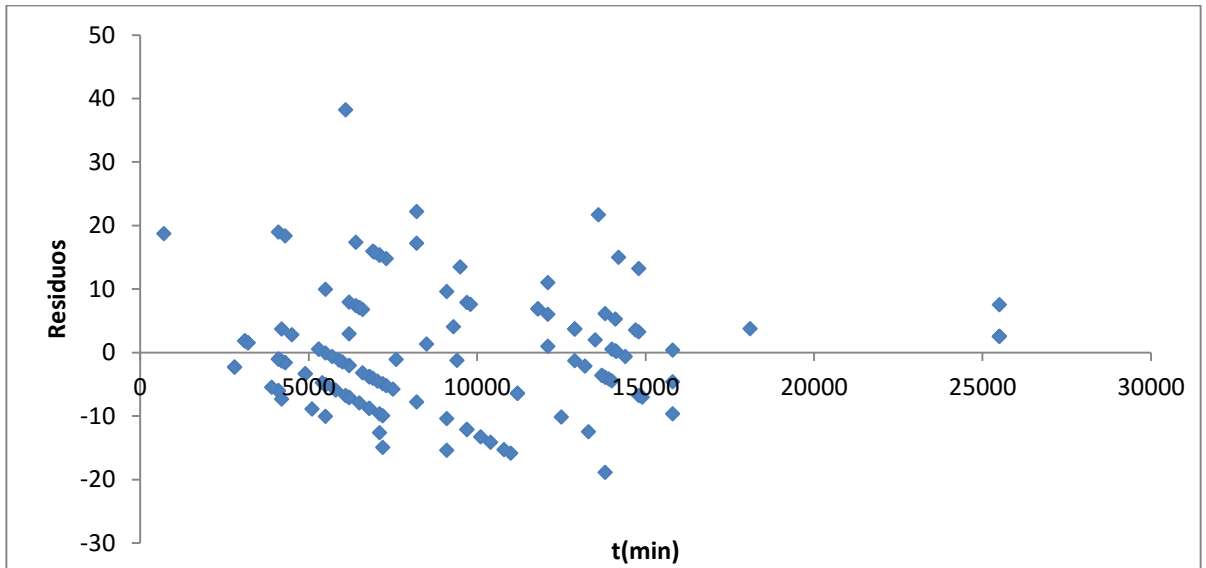


Figura 43. Gráfico de los residuales bus urbano o autobús UPB-origen

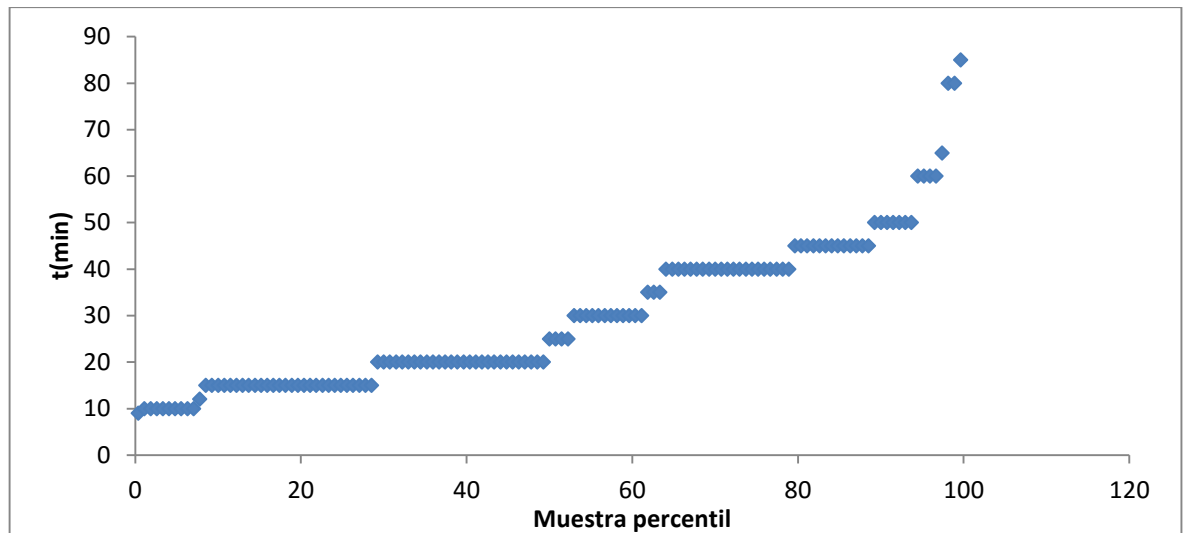


Figura 44. Gráfico probabilidad normal bus urbano o autobús UPB-origen

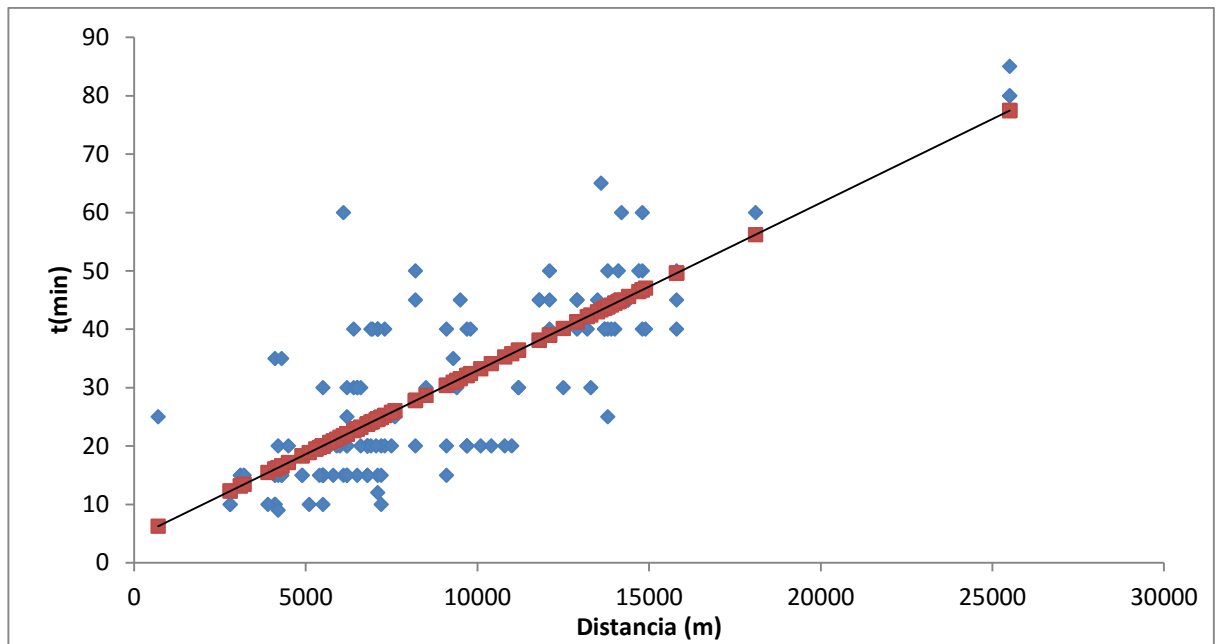


Figura 45. Gráfico curva de regresión ajustada bus urbano o autobús UPB-origen

10.4.13 Uber y bicicleta

Los datos obtenidos por medio de estos modos de transporte (dos cada uno) son insuficientes y no permiten elaborar tendencias estadísticas de datos.

10.5 COMPARACIÓN DE TENDENCIAS LINEALES DEL TIEMPO DE SERVICIO POR MODO DE TRANSPORTE VS DISTANCIA RECORRIDA

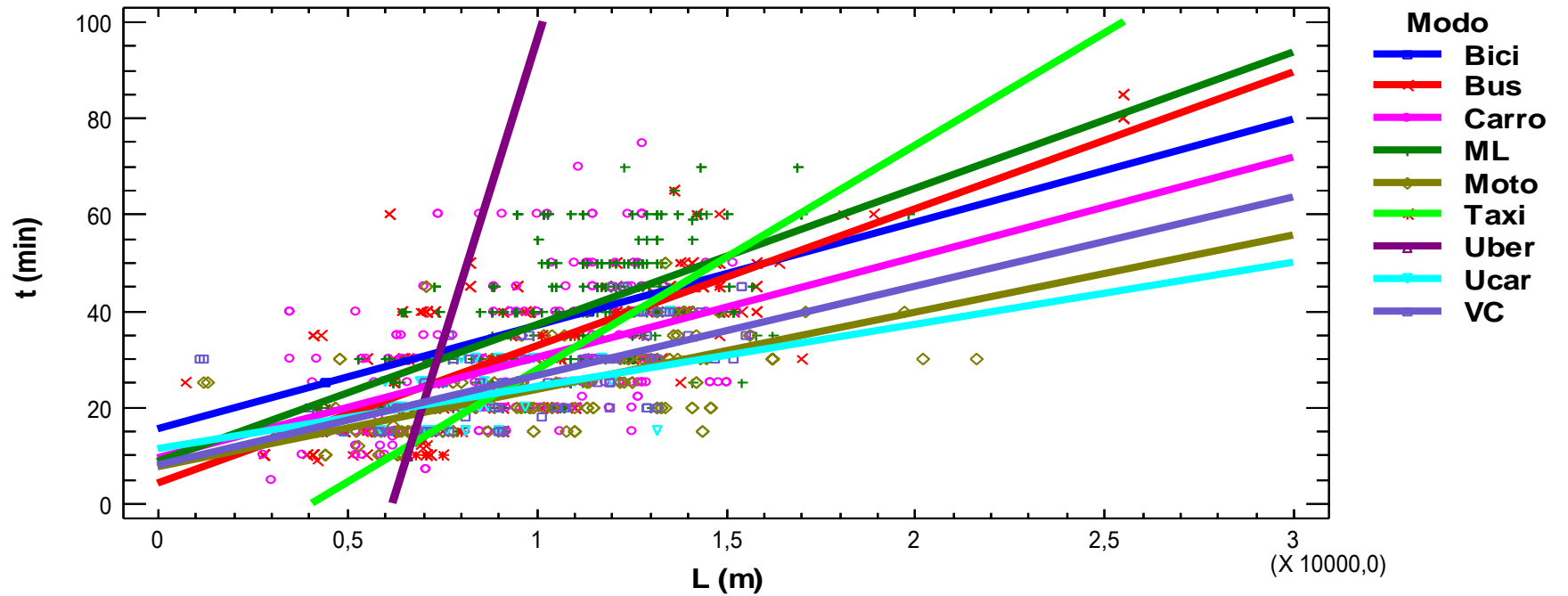


Figura 46. Gráfico comparación de tendencias lineales del tiempo de servicio por modo de transporte vs distancia recorrida

11. ANÁLISIS DE EFICIENCIA DEL TIEMPO DE SERVICIO SEGÚN EL MODO DE TRANSPORTE

Los resultados alcanzados se determinan mediante la aplicación de diagrama de cajas y bigotes. Para el entendimiento de este tipo de gráfico, primero obtenemos la media de cada intervalo, y luego la mediana de la tabla de frecuencias en general, con estos datos utilizamos la fórmula de la media de cada intervalo elevado a la mediana.

11.1 UTILIDAD DIAGRAMA DE CAJAS Y BIGOTES

- Proporcionan una visión general de la simetría de la distribución de los datos; si la mediana no está en el centro del rectángulo, la distribución no es simétrica.
- Son útiles para ver la presencia de valores atípicos también llamados “outliers”.
- Pertenecen a las herramientas de las estadísticas descriptivas. Permite ver como es la dispersión de los puntos con la mediana, los percentiles 25 y 75 y los valores máximos y mínimos.
- Ponen en una sola dimensión los datos de un histograma, facilitando así el análisis de la información al detectar que el 50% de la población está en los límites de la caja. (Enciclopedia, s.f.)

11.2 Diagrama de cajas y bigotes

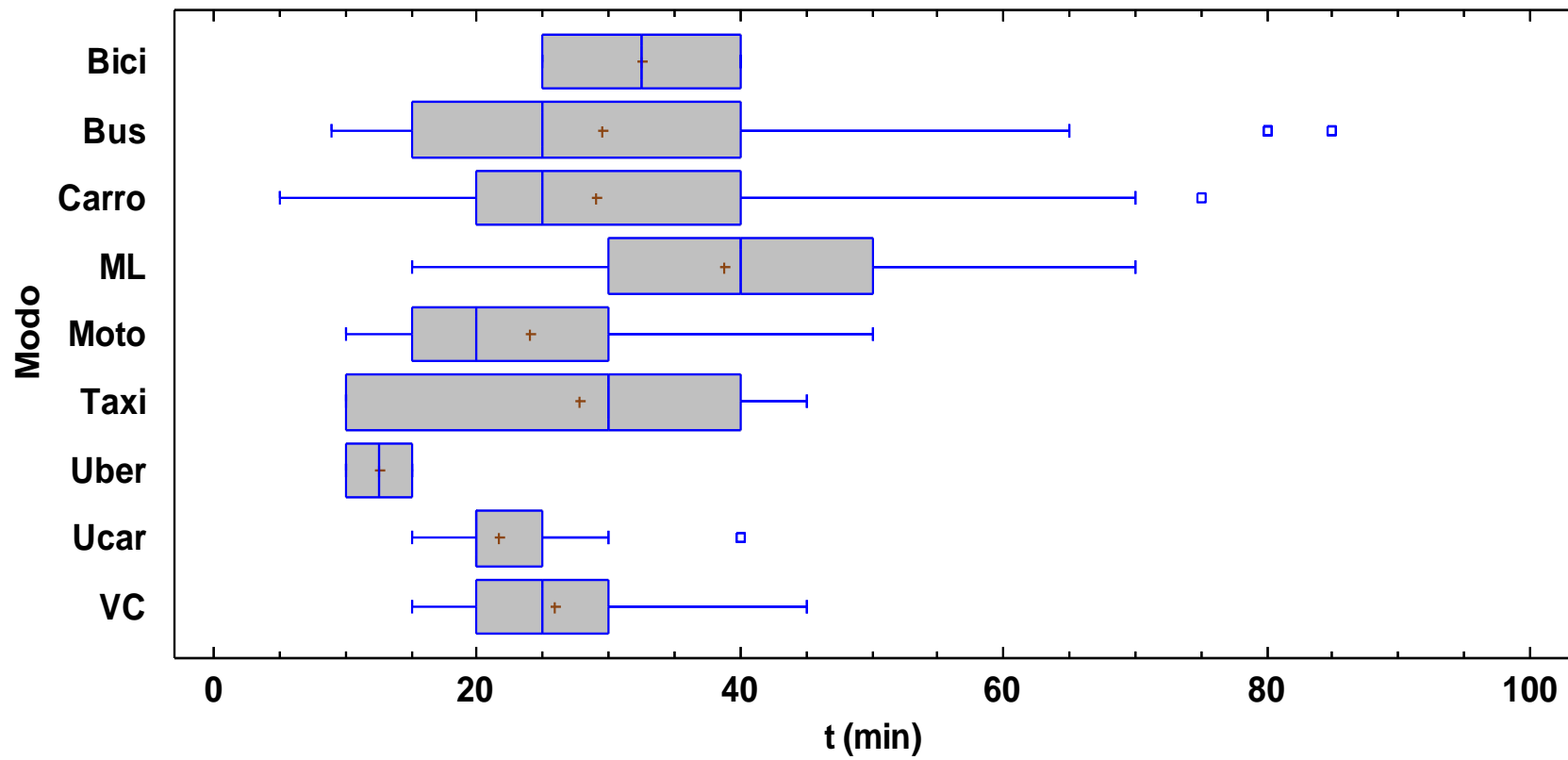


Figura 47. Diagrama de cajas y bigotes

12. CONCLUSIONES

- Los modos **Ucar** y **Motocicleta** ofrecen los mejores tiempos de servicio independientemente de la distancia recorrida.
- El modo **Carro** y **Vehículo colectivo** ofrece el mismo tiempo de servicio y se hace similar al tiempo de servicio ofertado por el modo **Ucar** y **Motocicleta** cuando la distancia recorrida es menor a 5 Km.
- El tiempo de servicio en **taxi** aumenta sustancialmente cuando la distancia supera los 2,5 Km, Sin embargo, compite con el resto de modos si la distancia es inferior a esta.
- El modo **Metrolínea** y **Autobús convencional** (transporte público) experimentan un comportamiento similar en su tiempo de servicio y representan los tiempos de servicio mayores de toda la gama. No obstante, el **taxi** después de los 2 Km resulta en peor tiempo de servicio que lo experimentado en transporte público, una situación que resulta inesperada.
- El modo **Uber** requiere mayor esfuerzo de captación de datos, la muestra resultó muy pequeña para definir una tendencia clara respecto al resto de modos.
- La dispersión en casi todos los modos fue alta a excepción de Ucar y vehículo colectivo. Muestran mejores tiempos y por ende más fiabilidad en el viaje respecto a los demás modos.

- La congestión vial y las obras de infraestructura que se presentaron el año pasado, puede ser una de las causas por las cuales se muestra la alta dispersión en el tiempo de servicio.
- En el diagrama de cajas y bigotes se pudieron observar datos atípicos que pueden tener un efecto desproporcionado en los resultados estadísticos, como la media, lo que puede conducir a interpretaciones engañosas.
- Se concluyó que el sector que más viajes produce hacia la UPB seccional Bucaramanga fue el S1 (Bucaramanga) con 325 viajes seguido de S3 (Floridablanca) con 245 viajes
- Ucar tuvo el mejor tiempo promedio de viaje hacia la UPB con 21.667 minutos, no se puede tomar a Uber como un modo confiable ya que este tenía una cantidad insuficiente de viajes.
- Índice de ocupación alto de 89,87% esto es positivo para la movilidad.

13. BIBLIOGRAFIA

Abuín, J. M. (2007). *Regresión Lineal Múltiple*. Madrid: Instituto de Economía y Geografía

BRUTO, M. J. (1985). *INTRODUCTION TO TRANSPORTATION PLANNING*. HUTCHINSON, LONDON: TERCERA EDICION.

GIRARDOTTI, L. (2001). DEMANDA DE TRANSPORTE DIRIGIDA A REDES . FACULTAD DE INGENIERIA UBA.

GUTIERREZ, A. (2012). QUE ES LA MOVILIDAD? *DOSSIER CENTRAL*, 51-74.

HERZ, G. Y. (2007). GENERACIÓN DE VIAJES EN CENTROS UNIVERSITARIOS DE LA CIUDAD DE CORDOBA, ARGENTINA. CORDOBA, ARGENTINA: TESIS DE GRADO.

MIGUEL, C. S. (2010). DETERMINACION DE TASAS DE VIAJES PARA CENTROS DE ACTIVIDAD COMERCIAL UBICADOS EN EJES DE TRANSPORTE MASIVO DEL AREA METROPOLITANA DE CARACAS. VENEZUELA: UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA.

MONDEJAR, L. (2015). ESTUDIO DE GENERACIÓN DE VIAJES, ESTACIONAMIENTOS E IMPACTO DE TRANSITO EN UN CENTRO COMERCIAL. CORDOBA, ARGENTINA: TESIS DE GRADO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA, ARGENTINA.

ORTUZAR, J. D. (2000). MODELOS DE DEMANDA DE TRANSPORTE . SANTIAGO DE CHILE, CHILE: ALFAOMEGA.

QUINTERO ANGELA, A. C. (2011). DETERMINACION DE TASAS DE GENERACIÓN DE VIAJES PARA CONJUNTO RESIDENCIALES UBICADOS EN LA CIUDAD DE MERIDA, VENEZUELA. *REVISTA CIENCIA E INGENIERIA VOL 32*, 45-54.

RAMIREZ, C. M. (2005). MODELACION DE LA GENERACIÓN Y ATRACCION DE VIAJES EN EL VALLE DE ABURRA. MEDELLIN, ANTIOQUIA, COLOMBIA: TESIS MAESTRIA MOVILIDAD.

SEDESOL. (s.f.). *Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito*. MEXICO: TOMO XII.

SOPORTE MINITAB 17. (2017). Recuperado el 2017, de QUE ES EL P VALOR?: <http://support.minitab.com/es-mx/minitab/17/topic-library/basic-statistics-and-graphs/introductory-concepts/p-value-and-significance-level/what-is-pvalue/>

THOMPSON, I. (2002). IMPACTO DE LAS TENDENCIAS SOCIALES, ECONOMICAS Y TECNOLOGICAS SOBRE EL TRANSPORTE PUBLICO. SANTIAGO DE CHILE, CHILE.

TRES INGENIEROS . (OCTUBRE de 2014). *FACTORES QUE INFLUYEN EN LA GENERACIÓN DE VIAJES*. Recuperado el FEBRERO de 2017, de <http://www.tresingenieros.com/planificacion-del-transporte-06-proceso-usos-del-suelo-y-GENERACIÓN-de-viajes/>

