

Caracterización de los patrones de viaje de los habitantes del casco urbano de Bucaramanga

Danna Liseth Angarita Martínez y Sara Julieth Herrera Celis

Proyecto de grado para optar al título de Ingeniera Civil

Director:

Yerly Fabian Martínez Estupiñán

Magister

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingeniería Físicomecánicas

Escuela de ingeniería civil

Bucaramanga

2022

Agradecimientos

Inicialmente a Dios por darme salud, sabiduría, entendimiento, paciencia y perseverancia para culminar esta importante etapa de mi vida, a mi madre Edelmira una mujer maravillosa que siempre estuvo apoyándome en este proceso, que con su amor y palabras de aliento no me dejó decaer, no me alcanzará la vida para agradecerle todo lo que ha hecho por mí, a mi familia por confiar y creer en mí, a Jorge mi compañero de vida por ir de la mano conmigo en esta etapa, por alentarme y apoyarme en todo momento, a Paula mi amiga incondicional por siempre estar cuando más la necesito, por su cariño, consejos y apoyo.

A María y Lorena que fueron mi mejor compañía en toda la carrera, por tantos momentos de risa, tristeza y complicidad, las quiero mucho. A mis demás amigos gracias a su ayuda y apoyo hicieron este camino más fácil, a mi gran amiga y compañera de tesis por su valiosa amistad, por su compromiso, paciencia y apoyo en todo este proceso.

Danna Liseth Angarita Martínez

Cuando se logra culminar una etapa tan maravillosa, pero a su vez compleja y en ocasiones llena de altibajos como lo es una carrera universitaria es ineludible pensar que la mayor parte del mérito de tal logro te pertenece a ti. Sin embargo, pensando objetivamente nada de esto hubiese sido posible sin la participación y cooperación de todas y cada una de las personas que facilitaron este proceso. Por tal razón, quiero usar este espacio para expresarles mis más sinceros agradecimientos.

Primeramente, darle las gracias a Dios por ser mi amigo fiel, porque siempre pude sentir tu presencia es los momentos que más te necesitaba y por poder permitirme la culminación de este maravilloso proceso “Porque ni las hojas de los árboles se mueven si Dios no lo permite”.

Infinitas gracias a mis padres Eliana y Jorge por siempre creer en mí, por su esfuerzo, dedicación, amor y comprensión para conmigo, por siempre tenderme la mano cuando lo necesitaba, porque me demostraron su amor diariamente dando su mayor esfuerzo para que no me faltara nada y pudiera dar lo mejor de mí. Igualmente, muchas gracias a mi hermano Johan por su amor, apoyo y acompañamiento en todo este proceso. A mis abuelos Elizabeth y Samuel (QEPD) que juntos me han demostrado que con esfuerzo y Dios en el corazón todo se puede, gracias por siempre llevarme en sus oraciones. En general a toda mi familia por su apoyo y amor incondicional.

Gracias a mi amiga y compañera de tesis, sin su dedicación y colaboración este trabajo hubiera sido más complicado y menos entretenido. A mis amigos por brindarme su compañía, su amistad y por todos los momentos agradables vividos.

Te doy las gracias a ti Jose por todo tu apoyo y amor, por ser sumamente paciente y comprensivo, por ser mi norte y mi malla anticaídas en todo este proceso; porque a tu lado lo malo se vuelve bueno; los momentos de tristeza son soportables y porque a tu lado no existe la soledad.

Sara Julieth Herrera Celis

Agradecemos a la Universidad Industrial de Santander, por habernos permitido cursar nuestros estudios en tan prestigiosa institución, esforzándose en formar ciudadanos como profesionales integrales y éticos.

Agradecemos a nuestros docentes por habernos impartido todo su conocimiento de manera desinteresada a lo largo de la preparación de nuestra profesión, especialmente a nuestro director de Proyecto de Grado Yerly Fabian Martínez Estupiñán, por su compromiso, constante apoyo, conocimiento y motivación en la realización de este trabajo. A todos los compañeros que contribuyeron a que esto fuera realidad.

Contenido

	Pág.
Introducción	13
1. Objetivos	14
1.1 Objetivo general	14
1.2 Objetivos específicos	14
2. Marco Teórico.....	15
2.1 Definición de la Herramienta de recolección de información	15
2.1.1 Encuestas.....	15
2.1.2 Encuesta de movilidad	16
2.1.2.1 Encuesta Origen-Destino.	16
2.1.2.2 Elementos comunes en la encuesta de movilidad.	16
2.1.2.3 Clasificación de las Encuestas de Movilidad.....	18
2.2 Estudios de Movilidad (antecedentes)	21
2.3 Muestra	23
2.3.1 Cálculo del tamaño de la muestra	23
2.3.2 Métodos para calcular la muestra en estudios descriptivos	25
2.3.3 Métodos para calcular la muestra en estudios explicativos	27
2.3.3.1 Cálculo de muestra para prueba de hipótesis en una proporción de población.	27
2.4 Técnicas de muestreo	29
2.4.1 Técnicas de muestreo probabilístico	29

3. Metodología	31
3.1 Diseño del instrumento tipo encuesta	32
3.2 Encuesta piloto	33
3.3 Muestra	34
3.4 Análisis estadístico.....	38
4. Resultados y observaciones	38
4.1 Caracterización de la muestra	39
4.2 Modo principal de transporte	40
4.2.1 Según actividad principal.....	41
4.2.2 Según género.....	41
4.2.3 Según rango de edad	41
4.2.4 Según origen (por comuna).....	42
4.2.5 Según estrato socioeconómico.....	43
4.3 Motivo principal de los viajes.....	44
4.4 Tiempo promedio de viaje	45
4.5 Distribución horaria de los viajes	46
4.6 Frecuencia de viaje	47
4.7 Costo promedio de viaje	49
4.8 Percepción uso de la bicicleta.....	51
4.8.1 Razones de no uso de la bicicleta	51
4.8.2 Consideraciones para usar la bicicleta como modo de transporte principal	53
4.9 Percepción sobre el modo de transporte principal	55
5. Conclusiones.....	56

6. Recomendaciones 58

Referencias Bibliográfica..... 60

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Etapas para la realización de una encuesta de movilidad.....	18
Figura 2. Representación gráfica del muestreo aleatorio simple.	29
Figura 3. Representación gráfica del muestreo aleatorio estratificado.	30
Figura 4. Representación gráfica del muestreo aleatorio sistemático.	31
Figura 5. Motivo primordial de los viajes.....	44
Figura 6. Tiempo promedio de viaje.....	46
Figura 7. Hora inicio y llegada de los viajes.....	47
Figura 8. Frecuencia de viajes a la semana.....	48
Figura 9. Caracterización de la muestra respecto a un viaje por día.....	49
Figura 10. Costo promedio de viaje.....	50
Figura 11. Barreras para el uso de la bicicleta.....	53
Figura 12. Consideraciones para ciclorruta.	55

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Nivel de Confianza.	24
Tabla 2. Precisión absoluta.	25
Tabla 3. Distribución poblacional por comuna.	36
Tabla 4. Número de encuestas por comuna.	37
Tabla 5. Prueba de bondad y ajuste Chi Cuadrado.	38
Tabla 6. Caracterización de la muestra.	40

Lista de Apéndices

Ver documentos adjuntos y pueden ser visualizados en la base de Datos de la Biblioteca UIS

Apéndice A.

Apéndice B.

Apéndice C.

Resumen

Título: Caracterización de los patrones de viaje de los habitantes del casco urbano de Bucaramanga *

Autor: Danna Liseth Angarita Martínez y Sara Julieth Herrera Celis**

Palabras Clave: Movilidad Urbana, caracterización patrones de viaje, encuesta, conexiones intermodales.

Descripción

La movilidad urbana juega un papel fundamental en el desarrollo de cualquier ciudad. Es así como en las últimas décadas se ha convertido en un reto de las autoridades, que buscan generar estrategias para mejorar las conexiones intermodales y desarrollar alternativas eficaces para el desplazamiento vehicular y de las personas en el espacio urbano. En este trabajo de investigación se presenta la caracterización de los patrones de viaje de los habitantes del casco urbano de la ciudad de Bucaramanga obtenidos mediante la aplicación, depuración y análisis de una encuesta virtual-presencial realizada durante el mes de enero del 2022. La información recopilada permitió identificar los motivos de los desplazamientos, el origen y destino, los modos de transporte utilizados, tiempos, frecuencias y demás características propias de la población como edad, género, ocupación, entre otros, que contribuyan al análisis y comprensión de los patrones de viajes. A su vez se realizó un análisis donde se identificó como afectó la pandemia de la COVID-19 en las prácticas cotidianas de movilidad en la ciudad. Entre los resultados más sobresalientes se encontró que la población del casco urbano de Bucaramanga tiene como preferencia el uso de los modos activos y la motocicleta, también se pudo determinar que la mayoría de los viajes realizados en la ciudad son por movilidad obligada. En cuestión de género se encontró que las mujeres manifiestan sentir inseguridad en los modos de transporte principal, también gracias a este análisis se puso determinar que la mayoría de la población no tiene bicicleta es sus hogares, por lo que es necesario impulsar por medio del alquiler gratuito de estas, la masificación de este modo de transporte, referente a los cambios producidos por la pandemia de la COVID-19, un gran porcentaje de la población manifestó que la frecuencia de sus viajes disminuyó.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingeniería Físicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Yerly Fabian Martínez Estupiñán.

Abstract

Title: Characterization of the travel patterns of the inhabitants of the urban area of Bucaramanga*

Author: Danna Liseth Angarita Martínez y Sara Julieth Herrera Celis**

Keywords: Urban Mobility, travel patterns characterization, survey, intermodal connections.

Description

Urban mobility plays a fundamental role in the development of any city. In recent decades, it has become a challenge for the authorities, who seek to generate strategies to improve intermodal connections and develop effective alternatives for vehicles and people in the urban space. In this research work, the characterization of the travel patterns of the inhabitants of the urban area of the city of Bucaramanga is presented, obtained through the application, debugging and analysis of a virtual-face-to-face survey carried out during January 2022. The information collected allowed us to identify the reasons for the displacements, the origin and destination, the modes of transport used, times, frequencies, and other characteristics of the population such as age, gender, occupation, among others, which contributed to the analysis and understanding of the patterns of travels. In turn, a study was carried out to identify how the COVID-19 pandemic affected daily mobility practices in the city. This study found that the population of the urban area of Bucaramanga prefers the use of active modes and the motorcycle. We found that most of the trips made in the city are due to forced mobility. We found that women had the perception the insecurity in the main modes of transport; also, it was determined that the population does not feel a bicycle in their homes, so it is necessary to promote the mass use of this through the free rental of this mode of transportation. Regarding COVID-19, a large percentage of the population stated that the frequency of their trips arrived.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingeniería Físicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Yerly Fabian Martínez Estupiñán.

Introducción

La movilidad urbana de las ciudades contribuye a su desarrollo, a crear un sistema económico cada vez más globalizado y competitivo, comprender los sistemas de movilidad puede traer como efecto la eficiencia de la economía urbana; la movilidad se concibe como el medio a través del cual se permite un desplazamiento de un lugar a otro con un objetivo específico llegando a ser una necesidad fundamental en la cotidianidad de las personas (Suárez & Delgado, 2007).

El análisis de la movilidad presenta un carácter especialmente técnico, que limita a cuantificar los desplazamientos, inhibiendo el análisis social y político de la movilidad que permite conocer quiénes se movilizan y cómo. En la ciudad de Bucaramanga la movilidad es un problema complejo que está vigente en las etapas de crecimiento y por esto se constituye como unos de los principales ejes de la política de planeación municipal (Casado, 2008).

A partir del objetivo de indagar cómo se movilizan los habitantes de la zona urbana de la ciudad de Bucaramanga, se realizó una encuesta de movilidad a una muestra de habitantes en las 17 comunas de la ciudad, permitiendo así tener un análisis de viajes, los motivos de los desplazamientos, el origen y destino, los modos de transporte utilizados, tiempos, frecuencias y demás características propias de la población como edad, género, ocupación, entre otros.

El documento está estructurado de la siguiente manera, el marco teórico que sustenta este trabajo de investigación se encuentra en la sección 2, donde también incluyeron antecedentes de referentes nacionales como internacionales. En la sección 3 se define y detalla la metodología utilizada para la recolección y análisis de datos, los resultados y observaciones se encuentran en

la sección 4, finalmente en la sección 5 están las conclusiones relevantes del estudio y futuras propuestas.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Caracterizar los patrones de viajes de los habitantes del casco urbano de la ciudad de Bucaramanga utilizando una herramienta tipo encuesta.

1.2 Objetivos específicos

Determinar el procedimiento para precisar el tamaño de la muestra, el diseño y el modelo de herramienta tipo encuesta a usar.

Recolectar información significativa mediante el modelo de herramienta tipo encuesta seleccionado.

Analizar e interpretar los datos obtenidos en la encuesta realizada a la población del casco urbano de Bucaramanga.

2. Marco Teórico

La movilidad tiene como principal interés vincular aspectos propios del tránsito vehicular con la dinámica de las ciudades, esta dinámica se asocia a la dimensión física de las actividades de la población y a su distribución territorial: mientras más crece la ciudad, más induce a realizar desplazamientos de mayor longitud. Sin embargo, la longitud de esos desplazamientos en las grandes ciudades inhibe o dificulta la posibilidad de realizarlos a pie, por lo que se recurre a un modo de transporte que reduzca el tiempo de su trayecto (Obregón-Biosca & Betanzo-Quezada, 2015), es por esto por lo que en las grandes ciudades es necesario implementar un sistema de transporte eficiente que posibilite, de manera adecuada, la movilidad y accesibilidad en las actividades realizadas.

2.1 Definición de la Herramienta de recolección de información

2.1.1 Encuestas

La encuesta se puede definir como el término medio entre la observación y la experimentación. La técnica de encuesta es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación, ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz. Por medio de ellas se pueden identificar situaciones que pueden ser observadas y en carencia de poder recrear un experimento se cuestiona a la persona participante sobre ello. Por ello, se dice que la encuesta es

un método descriptivo con el que se pueden detectar ideas, necesidades, preferencias, hábitos de uso, entre otros (Torres, Salazar, & Paz, 2019) (Casas, Repullo, & Donado, 2003).

2.1.2 Encuesta de movilidad

Las encuestas a nivel de transporte han sido la herramienta de mayor uso a nivel mundial, especialmente aquellas que se denominan de preferencia revelada u origen-destino. Las encuestas de movilidad buscan obtener información esencial para el planeamiento y calibración de los modelos de simulación usualmente usados en la planificación en sistemas de transporte urbano. Son un insumo relevante para las entidades encargadas de la planificación, principalmente de la infraestructura y servicios de transporte, pero también lo son para la toma de decisiones acerca del uso del territorio y políticas sociales (González R & Ibeas Portilla, 2008).

2.1.2.1 Encuesta Origen-Destino. Las encuestas de origen-destino principalmente se encargan de mostrar el comportamiento y desplazamiento real de las personas, mediante la identificación de información general como edad, género, número de vehículos, dirección, origen - destino de cada viaje, motivo del viaje y otras características del desplazamiento (Antolín, y otros, 2015) (Villamil Rubiano, 2018).

2.1.2.2 Elementos comunes en la encuesta de movilidad. Las encuestas de viaje hoy en día presentan un mayor reto para los planificadores puesto que se necesita más información y de mejor calidad acerca de los desplazamientos para sus propósitos de modelación, además la

obtención de información cada vez se vuelve más complicada debido tanto al presupuesto como a la poca colaboración por parte de la población a este tipo de encuestas.

Recientemente las encuestas de viajes han tenido gran demanda en la recolección de información para dar soluciones a problemas como la congestión en áreas urbanas mediante el apoyo de modelos de predicción de tendencias y patrones de movilidad.

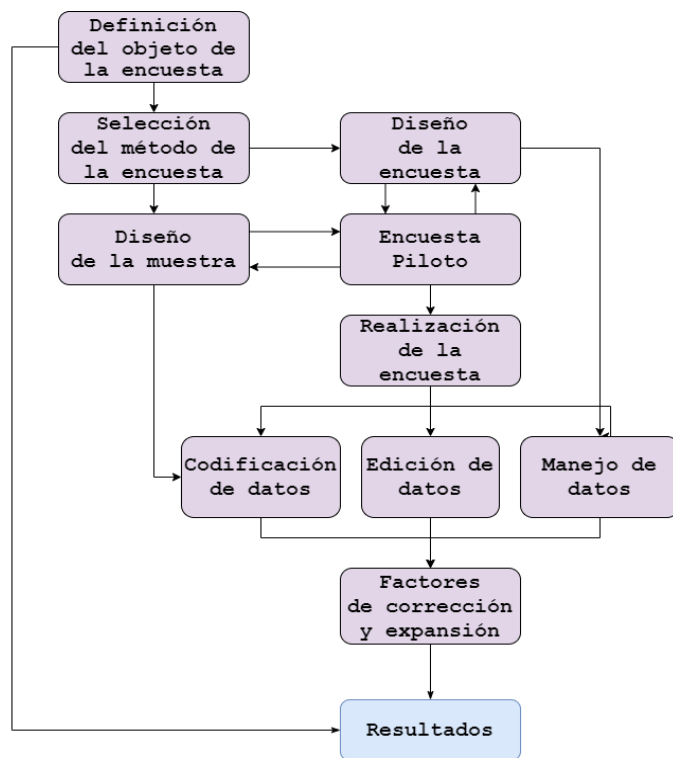
Principales etapas para la realización de una encuesta de movilidad:

- Definición de objeto de la encuesta.
- Selección del método de la encuesta.
- Diseño de la encuesta.
- Diseño de la muestra.
- Encuesta Piloto.
- Realización de la encuesta.
- Ingreso, codificación, edición y manejo de datos.
- Factores de corrección y expansión.

En la Fig. 1 se muestran las etapas para la realización de una encuesta de movilidad.

Figura 1.

Etapas para la realización de una encuesta de movilidad



Nota. Tomado de: (González R & Ibeas Portilla, 2008)

2.1.2.3 Clasificación de las Encuestas de Movilidad. Las encuestas de movilidad se pueden clasificar según su forma de aplicación y según el tipo de preguntas.

A continuación, se muestra la clasificación de las encuestas de movilidad (Torres, Salazar, & Paz, 2019).

Criterio

- Forma de aplicación

Clasificación

- Encuesta personal
- Encuesta telefónica
- Encuesta Auto llenado

- Tipo de Pregunta
 - Cerradas
 - De selección múltiple
 - Abiertas

➤ **Forma de aplicación**

Las encuestas que se realizan de acuerdo con la forma de aplicación se pueden clasificar en: Encuesta personal, encuestas telefónicas y encuestas de auto llenado.

La propuesta de investigación se va a basar en las encuestas de auto-llenado debido a que son las que mejor se ajustan a la metodología del proyecto.

Encuesta de Auto llenado

Estas encuestas con cuestionario de Auto llenado son una de las formas más usadas en los estudios de transporte. Su preferencia es debido a que los entrevistados completan un formulario sin la necesidad de la asistencia de un encuestador, por esta razón la presentación del formulario de la encuesta debe estar bien diseñado y estructurado para facilitar la respuesta y la participación (Ibeas, 2007).

Algunas de las ventajas de estas encuestas son (QuestionPro, s.f.):

- Precisión
- Análisis más rápido
- Fáciles de usar
- Se puede personalizar
- Adaptación

➤ **Tipo de pregunta**

En el cuestionario se pueden encontrar distintos tipos de preguntas según la contestación que admitan del encuestado y de la naturaleza del contenido (Alejandra & Hurtado, 2020).

- *Según la contestación que admitan del encuestado*

se pueden clasificar las preguntas en:

Cerradas. Las preguntas cerradas son aquellas en las que el encuestado, debe elegir entre dos opciones: sí-no, verdadero-falso, de acuerdo-en desacuerdo, para reflejar su opinión o situación personal.

De elección múltiple. Pueden ser de tres tipos:

Abanico de respuestas. Cuando se ofrece al encuestado una serie de opciones de respuesta, que deben ser exhaustivas y mutuamente excluyentes.

Abanico de respuestas con un ítem abierto. Este tipo de pregunta es apropiado cuando no se tiene la absoluta certeza de resultar exhaustivos y se deja la posibilidad al encuestado de añadir opciones no contempladas en las alternativas de respuesta ofrecidas.

Preguntas de estimación. En este caso se ofrecen como alternativas respuestas graduadas en intensidad sobre el punto de información deseado.

Abiertas. Se consideran preguntas abiertas cuando se da libertad al encuestado para que conteste con sus propias palabras.

- *Según la naturaleza del contenido.*

Las preguntas del cuestionario pueden versar sobre cuestiones concretas o hechos objetivos, sobre intenciones, opiniones, nivel de información, actividades, aspiraciones, motivos o razones, etc. En este apartado, merecen especial mención las preguntas de identificación (sexo, edad, estado civil, número de hijos, nivel de estudios, profesión), ya que suelen referirse a las variables independientes principales (Casas, Repullo, & Donado, 2003).

2.2 Estudios de Movilidad (antecedentes)

A nivel nacional encontramos ciudades como Bogotá que en el año 2019 realizó “*la Encuesta de Movilidad, que comprende la Encuesta Origen – Destino de Hogares (EODH) y la Encuesta Origen – Destino de Interceptación (EODI) para Bogotá y los municipios vecinos de su área de influencia y la actualización del modelo de transporte de cuatro etapas del área de estudio*” (Secretaría Distrital de Movilidad, 2019).

Steer Davies en el año 2015 desarrolló una encuesta de movilidad para Cali y cuatro municipios vecinos. Con los resultados obtenidos se construyó el modelo de asignación de transporte privado de la ciudad y se actualizó el de transporte público y se produjo una batería de indicadores de movilidad que fueron plasmados en una cartilla y en un aplicativo web (Metrocali, 2015).

En la ciudad de Bucaramanga en el año 2011 la Universidad Industrial de Santander en conjunto con Metrolínea S.A realizaron el proceso de actualización de la matriz origen –destino de viajes y diseño de rutas para las fases II, III y IV del sistema Metrolínea, sin embargo esta se realizó con un foco principal en los viajes correspondiente al sistema de transporte público urbano en el área metropolitana de Bucaramanga, en base a los resultados recolectados en esta encuesta de movilidad se logró tener una proyección de viajes en transporte público para el año 2015 y 2020 (Universidad Industrial de Santander, 2012).

Bucaramanga cuenta con un Plan Maestro de Movilidad que fue realizado en el año 2010, con una proyección a 20 años, sin embargo, 10 años después surgió la necesidad de una actualización, debido a que en los últimos años la ciudad ha desarrollado nuevos proyectos de urbanismo e infraestructura, y se ha evidenciado cambios en el área de transporte por parte de los

ciudadanos (Vanguardia Liberal, s.f.). En ese contexto, actualmente el área metropolitana de Bucaramanga está realizando la actualización del Plan Maestro de Movilidad, que tuvo como fase inicial la recolección de información primaria en los diferentes puntos del territorio con el fin de caracterizar el comportamiento de los usuarios en el sistema de transporte colectivo de ascenso y descenso en las rutas y otras dinámicas de movilidad de la población como mediciones de flujo peatonal, vehicular y observaciones en campo; para la construcción de la matriz origen-destino y el modelo de transporte (Pedraza, 2021), sin embargo, a la actualidad no se han entregado oficialmente los resultados de este Plan de Movilidad .

Por otro lado, se encuentran referentes internacionales como el Área Metropolitana de Montevideo situada en el país de Uruguay, que en el año 2016 aplicó una encuesta de movilidad con el objetivo de actualizar la que ya se había realizado en el año 2009; a través de encuestas domiciliarias cara a cara durante los meses de agosto y octubre de 2016 (Mauttone & Hernández, 2017). Con dicho ejercicio se identificó que el 20% de la población de 4 años o más del total del Área Metropolitana de Montevideo no realizó ningún viaje en el día, lo que se conoce como población inmóvil, también se analizó la evolución de los datos de movilidad respecto a la encuesta que se realizó en el año 2009, se presentó una leve tendencia al aumento tanto en niveles de movilidad, en la tasa de viajes y un aumento del tiempo promedio de viaje (Mauttone & Hernández, 2017).

Otro referente internacional es la ciudad de Santiago de Querétaro, ubicada en el centro de México, que realizó una encuesta de movilidad urbana entre noviembre del 2010 y febrero del 2011, el cuestionario se aplicó a individuos mayores a 7 años, del análisis de datos se determinó que la tasa de producción de viajes incrementó con respecto al año 2002 que era de 1.53 viajes por

habitante y 2.45 viajes por personas en un día típico laboral para el año 2010 (Obregón-Biosca & Betanzo-Quezada, 2015).

De acuerdo con los antecedentes mencionados anteriormente se puede evidenciar la importancia del conocimiento que aportan los estudios de movilidad, que gracias a su análisis permite determinar cuáles con los patrones de desplazamientos, qué modos de transporte utiliza, entre otras características propias de la población como edad, ocupación, género, que refleja información sobre la situación espacio-territorial de cualquier ciudad. Con dicha información se puede realizar una toma de decisiones más acertada sobre cualquier medida en pro de la movilidad. De ahí la importancia del cálculo de la muestra en este tipo de trabajos de investigación, ya que esta es una resulta fundamental para validar la significancia del estudio realizado.

2.3 Muestra

Los instrumentos de captura de información para caracterizar patrones de movilidad de una ciudad más utilizados son las encuestas origen – destino, sin embargo, la calidad de la información depende en buena parte del número de encuestas que se apliquen y es allí donde juega un papel determinante la definición del tamaño muestral (Galindo Caceres, 1998).

2.3.1 Cálculo del tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra necesario dependerá básicamente del nivel de la investigación y las variables insertadas en el objetivo al que se desea llegar (Aguilar-Barojas, 2005).

- a) Con respecto al nivel de la investigación

- Nivel 1, de tipo exploratorias.
 - Nivel 2, de tipo descriptivo.
 - Nivel 3, de correlación.
 - Nivel IV, explicativos.
- b) Con respecto a las variables que se incluirán en el objetivo de la encuesta.
- Variables cualitativas
 - Variables cuantitativas

Para poder realizar el cálculo del tamaño de la muestra es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La variabilidad del parámetro que se desea estudiar (p, q, S).
- La magnitud de la población donde se extraerá la muestra.
- Nivel de tolerancia de error en el muestreo.
- El nivel de confianza deseado (Z).

Tabla 1.

Nivel de Confianza.

% Error	Nivel de Confianza	Valor de Z calculado en tablas
el ma	99 %	2.58
5	95 %	1.96
10	90 %	1.645

- La precisión absoluta (d).

Tabla 2.

Precisión absoluta.

%	Valor d
90	0.1
95	0.05
99	0.001

La precisión también se puede expresar en relación con el valor estimado (e). La diferencia con el valor absoluto es que este último se expresa en puntos porcentuales, mientras que el relativo se expresa en porcentajes, siendo los más comunes: 10%, 20%, 25% y 50% (Aguilar-Barojas, 2005) (Naranjo, 2016).

A su vez es fundamental tener en cuenta el método a utilizar. Dentro de los métodos utilizados para estimar el tamaño muestral en estudios de transporte se encuentran:

2.3.2 Métodos para calcular la muestra en estudios descriptivos

A continuación, se describen los métodos usados para estimar tamaños muestrales en estudios descriptivos

➤ **Para estudios cuya variable principal es de tipo cuantitativo**

- Para una población infinita (población superior a 10.000 o se desconoce la cantidad total de las unidades):

$$n = \frac{Z^2 S^2}{d^2} \quad (1)$$

- Para una población finita (se conoce la cantidad total de unidades de observación):

$$n = \frac{NZ^2S^2}{d^2(N-1) + Z^2S^2} \quad (2)$$

Donde;

n: tamaño de la muestra

N: tamaño de la población

Z: valor de Z crítico

S²: varianza de la población de estudio

d: nivel de precisión absoluto

➤ **Para estudios cuya variable principal es de tipo cualitativo**

Para este tipo de estudio donde la variable principal es de tipo cualitativo, la muestra se calcula a través de las siguientes formulas (Aguilar-Barojas, 2005):

- Para una población infinita (población superior a 10.000 o se desconoce la cantidad total de las unidades):

$$n = \frac{Z^2pq}{d^2} \quad (3)$$

- Para una población finita (se conoce la cantidad total de unidades de observación):

$$n = \frac{NZ^2pq}{d^2(N-1) + Z^2pq} \quad (4)$$

Donde;

P: proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia.

q: proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio (1-p).

n: tamaño de la muestra

N: tamaño de la población

2.3.3 Métodos para calcular la muestra en estudios explicativos

A continuación, se describen los métodos usados para estimar tamaños muestrales en estudios explicativos

2.3.3.1 Cálculo de muestra para prueba de hipótesis en una proporción de población.

El propósito de estos estudios es probar la hipótesis de que la proporción de sujetos en una población con una determinada característica es igual a un cierto valor y utiliza una prueba de chi-cuadrado (X^2).

Información necesaria y notación:

- Valor de prueba de la proporción en caso de hipótesis nula P_0
- Valor previsto de la proporción de la población P_a
- Nivel de significación a 100%
- Potencia de la prueba $(1-b)100\%$
- Hipótesis alternativa: Prueba unilateral: $P_a > P_0$ o P_a
- bien: Prueba bilateral: $P_a \neq P_0$

$$n = \left[\frac{Z_\alpha \sqrt{\pi_1(1 - \pi_1)} + Z_\beta \sqrt{\pi_1(1 - \pi_1)}}{\pi_1 - \pi_0} \right]^2 \quad (5)$$

➤ Cálculo de muestra para probar hipótesis en estudios que comparan la media de una sola muestra contra otra media ya establecida

El objetivo de estos estudios es comparar un promedio poblacional con otro promedio estandarizado, como el de otra población, sin que el investigador tenga calculado este.

Información necesaria y notación:

- Valor de la diferencia entre medias que tiene significado ($\mu_1 - \mu_0$) precisión relativa ε .
- Valor previsto de la desviación estándar de la población σ
- Nivel de significancia α 100%
- Potencia de la prueba $(1 - \beta)100\%$
- Hipótesis alternativa

Prueba bilateral: $\mu_1 \neq \mu_0$

$$n = \left[\frac{(Z_\alpha + Z_\beta)\sigma}{\varepsilon} \right]^2 \quad (6)$$

➤ **Cálculo de muestra para probar hipótesis en estudios que comparan dos medias**

Se puede usar una fórmula similar para calcular el tamaño de la muestra para comparar las medias de dos independientes. Se deben cumplir dos premisas: las desviaciones estándar de las poblaciones son las mismas y los tamaños de muestra son los mismos en los dos grupos. Se deben cumplir dos premisas: las desviaciones estándar de las poblaciones son las mismas y los tamaños de muestra son los mismos en los dos grupos (Aguilar-Barojas, 2005).

Información necesaria y notación:

- Valor de la diferencia entre medias que tiene significado ($\mu_1 - \mu_0$ precisión relativa) ε
- Valor previsto de las desviaciones estándar de las dos poblaciones σ
- Nivel de significación α 100%
- Potencia de la prueba $(1 - \beta)100\%$
- Hipótesis alternativa

Prueba bilateral: $\mu_1 \neq \mu_0$

$$n = 2 \left[\frac{(Z_\alpha - Z_\beta)\sigma}{\varepsilon} \right]^2 \quad (7)$$

2.4 Técnicas de muestreo

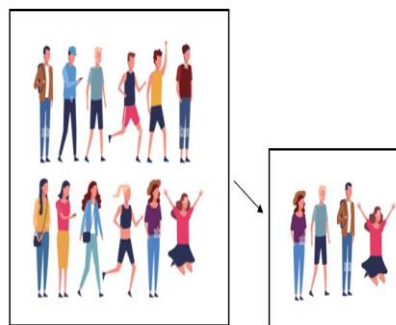
Una muestra se puede obtener de dos formas: probabilística y no probabilística. La técnica del muestreo probabilístico permite conocer la probabilidad de incluir en la muestra a cada individuo estudiado gracias a la selección aleatoria. En cambio, en la técnica de muestreo no probabilístico, la selección de los sujetos de investigación depende de una serie de características, criterios, etc. (Jordi Casal, 2003).

2.4.1 Técnicas de muestreo probabilístico

Aleatorio simple: permite que todas las personas que componen el grupo objetivo tengan las mismas posibilidades de ser incluidas en la muestra. Esto significa que la probabilidad de que un sujeto sea seleccionado para el estudio 'x' es independiente de la probabilidad de que los demás sujetos componentes formen parte de la población objetivo (Jordi Casal, 2003).

Figura 2.

Representación gráfica del muestreo aleatorio simple.

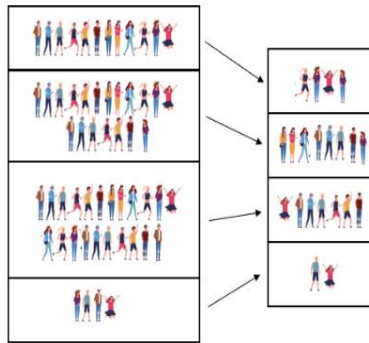


Nota. Tomado de: Jordi Casal, E.M. (2003). *Tipos de muestreo*. Academia,6.

Aleatorio estratificado: la población se divide en grupos en función de una característica particular, y luego se toma una muestra aleatoria de cada grupo para obtener una porción proporcional de la muestra.

Figura 3.

Representación gráfica del muestreo aleatorio estratificado.



Nota. Tomado de: Jordi Casal, E.M. (2003). *Tipos de muestreo*. Academia,6.

Aleatorio sistemático: cuando los criterios de distribución de una serie de sujetos de estudio son tal que los sujetos más similares tienden a estar más próximos entre sí. Este tipo de muestreo es generalmente más preciso que el muestreo aleatorio simple porque cubre a la población de manera más uniforme (Naranjo, 2016).

Figura 4.

Representación gráfica del muestreo aleatorio sistemático.



Nota. Tomado de: Jordi Casal, E.M. (2003). *Tipos de muestreo*. Academia,6.

Por Conglomerados: la comunidad se divide en varios grupos con características similares, luego se analizan algunos grupos por completo, excluyendo a otros. Dentro de cada grupo hay una variación significativa, pero los diferentes grupos son similares. Requiere muestras más grandes, pero a menudo simplifica el proceso de recolección de muestras. Los grupos generalmente se aplican a áreas geográficas (Naranjo, 2016) (Jordi Casal, 2003).

3. Metodología

La recolección de información para esta investigación se ejecutó a través de la aplicación de una encuesta.

Inicialmente se propuso aplicar el cuestionario de manera netamente virtual, debido a que la emergencia sanitaria por la pandemia de la COVID-19 estaba aún presente y esto podría traer riesgos a la salud tanto de los encuestadores como de los encuestados, también debido a la alta

inseguridad que se presenta diariamente en la ciudad. Este enfoque se modificó, se realizaron encuestas de manera presencial debido a que se presentó escasez de respuestas en 13 comunas de las 17.

3.1 Diseño del instrumento tipo encuesta

Para obtener un correcto diseño de la encuesta es necesario tener claridad en cuál es el objetivo principal de esta herramienta, en el caso de este trabajo de investigación el objetivo principal es caracterizar los patrones de viaje del casco urbano de la ciudad de Bucaramanga, para lograr este objetivo era necesario tener respuestas de los habitantes de las 17 comunas de la ciudad, que con ayuda de un cálculo muestral se determinó el número de respuestas necesarias para el desarrollo de la investigación.

La encuesta se realizó de manera virtual y presencial, durante el proceso de diseño de la metodología para el trabajo de campo, se determinaron las comunas en las cuales las encuestas no tenían una distribución espacial de la población, seguido a esto se recolectó la información en parques, colegios, casas, entre otros lugares pertenecientes a cada comuna para así poder lograr una adecuada representatividad de la población del área de estudio, el formato de la encuesta tanto virtual como presencial se dividió en 5 secciones, distribuidas de la siguiente manera:

En la *sección 1* se hicieron preguntas sobre el género, rango de edad, estrato socioeconómico, ocupación, municipio y barrio de residencia, entre otras.

La *sección 2* se conformó de 3 preguntas, las cuales encerraba información sobre el modo de transporte principal.

Una cantidad de 11 preguntas conformaron la *sección 3*, la cual recopilaba información sobre la percepción del servicio prestado por su modo de transporte principal, tiempo promedio del viaje principal, número de días de la semana en los que debían desplazarse a su lugar de destino, motivos y costos de viajes, entre otras.

En la *sección 4* se hicieron preguntas respecto a la afectación de los viajes por Covid-19, entre estas se preguntó si debido a la pandemia su viaje principal se vio afectado.

La última sección, que fue la *sección 5* se estructuró pensando en recibir sugerencias o comentarios con respecto a la encuesta realizada.

3.2 Encuesta piloto

El formulario de la encuesta piloto se divulgó en el mes de diciembre del año 2021, este fue diligenciado por profesores de la Escuela de Ingeniería Civil y algunos estudiantes de la Universidad Industrial de Santander. El resultado de dicho proceso permitió obtener 25 respuestas y una lista de sugerencias que se tuvieron en cuenta a la hora de realizar la encuesta final para que esta no tuviera falencias a la hora de su diligenciamiento.

Para la aplicación de esta encuesta de manera remota se hizo uso de la plataforma *Google Forms* y fue divulgada por redes sociales. En el Anexo A se muestra el formulario final utilizado en la encuesta

3.3 Muestra

Teniendo en cuenta los métodos mencionados, para la presente investigación resultaba fundamental decidir el tamaño de la muestra de la población objeto de estudio. Por lo tanto, se decidió realizar el cálculo de la muestra por medio del método cualitativo para una población finita, ya que se conoce el total de la población, que para este caso serán los habitantes del casco urbano de la ciudad de Bucaramanga mayores a 5 años, ya que para fines de este trabajo de investigación solo se tuvo en cuenta para la estimación usuarios que realicen viajes, esta población es de 45.462, es decir que la población total que se estudiará será de 558.724 habitantes; por medio de la siguiente ecuación.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \quad (8)$$

Donde;

n: tamaño de la muestra

N: tamaño de la población.

p: probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

q:(1-p): probabilidad de que no ocurra el evento estudiado.

En la mayoría de los casos se considera que la probabilidad de ocurrencia del evento estudiado en cada elemento de la muestra y el valor de q es 50% respectivamente.

Es importante tener en cuenta que, una vez obtenido el tamaño de la muestra, es indispensable analizar las dificultades operativas, la disponibilidad de tiempo y recursos para que sea viable aplicarla, por otra parte, así la muestra este muy bien será imposible llevarla a la realidad, lo que podría invalidar las conclusiones del estudio (Torres, Salazar, & Paz, 2019).

Para el cálculo muestral se utilizaron las proyecciones de población del DANE para el año 2021 del casco urbano de Bucaramanga, donde se estima una población de 604.186 habitantes (DANE, 2021).

$$n = \frac{558724 * (1,96)^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}{0.05^2 * (558724 - 1) + (1,96)^2 * 0.5 * (1 - 0.5)} \quad (9)$$

$$n = 384$$

Haciendo uso de la ecuación 9 se obtiene que para 558.724 habitante que conforman el casco urbano de Bucaramanga es necesario obtener 384 respuestas.

3.4 Muestreo

Para que una encuesta sea estadísticamente representativa debe contar con una técnica de muestreo que brinde la mayor precisión posible.

El muestreo permite enfocar los recursos en maximizar respuestas entre los seleccionados y garantizar que estas sean lo más precisas posible.

Realizar una encuesta de manera virtual puede traer desventajas como lo es la deficiencia que podría haber en alcanzar ciertas zonas de la ciudad donde la cobertura del internet no es suficiente, o zonas donde el acceso a internet permanece más bajo en comparación a otros medios.

Para este trabajo de investigación el muestreo tuvo como objetivo cubrir las 17 comunas que conforman el casco urbano de Bucaramanga, pero ¿cómo se escogieron a las personas? ¿en qué sectores se necesitaron más encuestas?

En la Tabla 3 se detalla la población por comunas del casco urbano de Bucaramanga y la participación de estas con respecto a toda la población total.

Tabla 3.*Distribución poblacional por comuna.*

Comuna	Participación (%)	Población 2020
Comuna 1 (Norte)	10.31%	61.583
Comuna 2 (Nororiental)	6.66%	39.781
Comuna 3 (San Francisco)	8.49%	50.712
Comuna 4 (Occidental)	7.26%	43.365
Comuna 5 (García Rovira)	8.01%	47.845
Comuna 6 (La Concordia)	5.35%	31.956
Comuna 7 (Ciudadela)	5.50%	32,852
Comuna 8 (Sur Occidente)	3.50%	20.906
Comuna 9 (La Pedregosa)	3.15%	18.815
Comuna 10 (Provenza)	6.14%	36.675
Comuna 11(Sur)	5.41%	32.315
Comuna 12 (Cabecera del Llano)	6.35%	37.930
Comuna 13 (Oriental)	9.94%	59.373
Comuna 14 (Morrórico)	4.36%	26.043
Comuna 15 (Centro)	1.64%	9.796
Comuna 16 (Lagos del Cacique)	2.85%	17 024
Comuna 17 (Mutis)	5.08%	30.344
	100%	597.316

Nota. Tomado de: DANE

La encuesta se realizó de manera virtual y presencial. Las comunas donde más respuestas virtuales se recogieron fueron en la 1 y 13, principalmente debido al tamaño de su población de acuerdo con los datos suministrados por las proyecciones del DANE, que según la Tabla 4 estas 2 comunas son las que mayor población tiene, se obtuvo un total de 348 encuestas virtuales por medio del uso del formulario realizado en la plataforma *Google Forms*, este estuvo disponible 30 días. La difusión inició el día 22 de enero del 2022 y se cerró el día 21 de febrero del año 2022.

Adicionalmente, para cumplir con el tamaño muestral y la representatividad espacial de la encuesta se realizaron 125 encuestas de manera presencial, para obtener un total de 473

encuestas, un valor bastante por encima del tamaño muestral, las encuestas se distribuyeron en as 17 comunas de acuerdo con la información mostrada en la Tabla 4.

Tabla 4.

Número de encuestas por comuna.

Comuna	Presencial	Virtual
Comuna 1 (Norte)	25	16
Comuna 2 (Nororiental)	13	7
Comuna 3 (San Francisco)	84	-
Comuna 4 (Occidental)	15	18
Comuna 5 (García Rovira)	19	9
Comuna 6 (La Concordia)	16	5
Comuna 7 (Ciudadela)	16	8
Comuna 8 (Sur Occidente)	8	8
Comuna 9 (La Pedregosa)	8	7
Comuna 10 (Provenza)	21	4
Comuna 11(Sur)	15	10
Comuna 12 (Cabecera del Llano)	23	5
Comuna 13 (Oriental)	58	-
Comuna 14 (Morrórico)	9	5
Comuna 15 (Centro)	5	1
Comuna 16 (Lagos del Cacique)	2	10
Comuna 17 (Mutis)	10	11
	348	125

Posteriormente, se realizó un proceso de revisión y depuración de datos a las 473 encuestas recolectadas, de las cuales quedó como resultado final 465 respuestas. En el proceso de revisión y depuración de datos se corroboró que las respuestas estuvieran completas y que fueran coherentes, las que presentaron inconsistencias se eliminaron, estas se presentaron en los tiempos de viaje realizados, también en el destino de sus viajes.

3.4 Análisis estadístico

Para realizar el análisis estadístico de la encuesta se aplicó la prueba de Chi Cuadrado, el cual permitió corroborar que la muestra era estadísticamente representativa, recalando que los datos poblacionales fueron obtenidos de las proyecciones poblacionales del DANE para el 2021.

La prueba se aplicó al género obteniendo que la hipótesis se satisface con un 95% de confianza, cumpliéndose que el χ^2 sea menor a χ^2 crítico. $X^2_{calculado} = 0,0041$

Tabla 5.

Prueba de bondad y ajuste Chi Cuadrado

		n = 465	%	N = 558724	%	Prueba de bondad y ajuste Chi Cuadrado
Grupo de estudio	Hombres	218	46,88	263724	47,20	$X^2_{Calculado} = 0,0041$ 1 g.l $X^2_{Crítico} = 5.991$
	Mujeres	247	53,12	295000	52,80	

4. Resultados y observaciones

Esta sección presenta una descripción general de los resultados por género, edad, actividad principal, origen y estrato. Asimismo, la caracterización de los viajes según modo de transporte principal, motivo principal, tiempo promedio, frecuencia y costo. También se analizó la percepción en el uso de la bicicleta y los cambios generales respecto a la pandemia de la COVIDI-19.

4.1 Caracterización de la muestra

Una vez realizado el proceso de revisión y limpieza de datos se logró determinar que la base total de encuestados fue de 465. En cuanto a la desagregación por género se observa un balance similar a la composición de información de la población del casco urbano de la ciudad de Bucaramanga según las cifras dadas por el DANE, teniendo en cuenta que los menores a 5 años no viajan.

De este modo, se pudo evidenciar que el género femenino fue el que más influencia tuvo en las encuestas con 53.12% de participación y el masculino tuvo el 46.88%.

Con respecto a la caracterización de la muestra por edades se obtuvo que el grupo de 18 a 25 años es el que representa mayor cantidad de viajes con 44.73%, seguido de los grupos de 26 a 30 años con 18.71% y que la población mayor a 60 años es la que menos viaja.

De igual forma se encontró que la actividad principal con mayor número de encuestas fue la de estudiantes y empleados las cuales cuenta con un porcentaje de participación del 37.63% y 33.12% respectivamente y los que menos generan viajes son los pensionados que reflejan una participación del 1.29%.

Adicionalmente, el análisis mostró que los estratos que menos se movilizan en la ciudad son los 6 y 5 a diferencia de los estratos 2 y 3 que son lo que presentan mayor movilidad. Además, las comunas 3 y 13 son las que tienen mayor concentración de viajes.

Tabla 6.

Caracterización de la muestra

Grupo de estudio		Bucaramanga (%)	Grupo de estudio	Bucaramanga (%)	
Actividad principal	Actividades del hogar	3,23	Genero	Femenino	53,12
	Empleado	33,12		Masculino	46,88
	Estudiante	37,63	Comuna 1	9,25	
	No tiene trabajo	3,23	Comuna 2	4,30	
	Pensionado	1,29	Comuna 3	17,63	
	Trabajador independiente	19,14	Comuna 4	7,10	
	Trabajador informal	2,37	Comuna 5	6,02	
Edad	Menor de 18 años	4,52	Origen	Comuna 6	4,30
	18 a 25 años	44,73		Comuna 7	4,52
	26 a 30 años	18,71		Comuna 8	3,87
	31 a 40 años	17,63		Comuna 9	3,23
	41 a 50 años	7,31		Comuna 10	5,38
	51 a 60 años	5,16		Comuna 11	5,16
	Mayor a 60 años	1,94		Comuna 12	6,02
Estrato	Estrato 1	20,22	Comuna 13	12,47	
	Estrato 2	22,58	Comuna 14	2,80	
	Estrato 3	35,27	Comuna 15	1,29	
	Estrato 4	18,92	Comuna 16	2,58	
	Estrato 5	1,51	Comuna 17	4,09	
	Estrato 6	1,51			

4.2 Modo principal de transporte

El análisis realizado muestra una participación modal con preferencia hacia el medio de transporte a pie el cual presenta 30.54%, seguido de la motocicleta con un 20.43% y el automóvil con un 11.61%, Asimismo los modos de transporte menos utilizados cada uno con 0.43% son la patineta o scooter, el vehículo particular pirata y el taxi colectivo.

4.2.1 Según actividad principal

Los estudiantes tienen como modo principal los modos activos, incluyendo el transporte público colectivo, siendo el de mayor proporción el desplazamiento a pie con un 14.19%, luego el uso del Sistema de Transporte Masivo Metrolínea con el 6.45%, seguido el modo motorizado con mayor uso de la motocicleta que obtuvo un porcentaje del 4.09%. Además, se identificó que los empleados se desplazan más en motocicleta en comparación a los demás modos, siendo el taxi colectivo y los vehículos piratas con la menor participación.

4.2.2 Según género

En esta parte del análisis se pudo evidenciar una tendencia similar entre las mujeres y los hombres en cuanto al uso de modos motorizados y transporte informal, presentando leves diferencias con respecto al transporte público colectivo, esto debido a que las mujeres son las que más usan el transporte público, a su vez los hombres son los que más realizan viajes en bicicleta, no obstante, en general el método de transporte principal en ambos géneros es A pie.

4.2.3 Según rango de edad

Las personas que se encuentran en el rango de edad de 18 a 25 años son las personas que más viajan en la ciudad, representan el 44.73%, esta población tiene mayores desplazamientos a pie y en motocicleta. Seguidamente está la población de 26 a 30 años que realiza más viajes en motocicleta.

La población que menos viajes presenta es la que se encuentra en un rango de edad mayor a 60 años, que presenta un mayor desplazamiento a pie y en automóvil.

También se puede identificar que conforme va aumentando la edad de la población se va destacando una preferencia por el transporte no compartido y a pie, cuánto más joven es la población mayor preferencia tienen con los modos a pie y transporte público.

4.2.4 Según origen (por comuna)

Esta sección contiene la información detalla de los modos de transporte principal en las 17 comunas de la ciudad de Bucaramanga.

Los integrantes que conforman las comunas 1-2-3-4-5-7 y 13 presentan mayor participación en el medio de transporte a pie, destacando de estas la comuna 3 que es la que mayor porcentaje presenta, esto puede ser debido a que la mayoría de los viajes son realizados por estudiantes los cuales se encuentran en un rango de edad de entre los 18 y 25 años, también puede que afecte la distancia de sus viajes, ya que gran parte de estos tienen origen-destino dentro de la misma comuna, teniendo como foco de destino la Universidad Industrial de Santander.

El uso de la motocicleta se hizo más evidente con respecto a los otros medios de transporte en 5 comunas de las 17, en estas comunas la distancia de viaje es mayor en comparación con las otras. El transporte público colectivo en la comuna 9 fue el que mayor porcentaje de participación obtuvo en cuanto al uso del Sistema de Transporte Masivo Metrolínea, ya que a diferencia de las otras 16 comunas es la que presenta mayor cantidad de viajes mediante este medio de transporte.

La comuna 12 es la que mayor uso le da al automóvil como modo de transporte principal, esto puede estar relacionado al nivel socioeconómico de los barrios que la conforman los cuales varían entre el estrato 4 y 6 y esto puede tener influencia en la accesibilidad del vehículo.

4.2.5 Según estrato socioeconómico

El estrato socioeconómico, es un indicador importante para saber el modo de transporte que utilizan las personas, en el análisis de datos recolectados se obtuvo que los estratos 1,2 y 3 presentan mayor uso de transporte activo con el 49%, 35% y 24% a pie respectivamente, y las comunas 4,5 y 6 usan como medio de transporte principal el automóvil con un 25%, 57% y 57% respectivamente.

El uso de la motocicleta se ve mayor evidenciado en los estratos 2,3 y 4, esto nos ayuda a presenciar una correlación entre el uso de estos vehículos y la economía, ya que según la revista *Portafolio* las personas de los estratos bajos tienden a usar la motocicleta para el sustento. Se pudo determinar que el uso de vehículos con motor y el transporte privado aumenta en la medida en que sube el estrato socioeconómico.

Igualmente, mediante el salario se puede identificar y conocer el medio de transporte principal que utilizan las personas, la población que no tiene salario, la que gana menos de un salario mínimo y la que devenga un salario mínimo prefieren movilizarse mediante la caminata.

De la misma forma la población que devenga entre 1'000.000 a 2'999.999 pesos colombianos el medio de transporte preferido es la motocicleta y los 3'000.000 a más de 10'000.000 tienen como opción principal el automóvil.

El uso del transporte público en los estratos socioeconómicos más altos (4,5,6) y en las personas que general mensualmente más de tres salarios mínimos es casi nula, teniendo en cuenta que de la muestra estudiada solo dos personas utilizan Metrolínea y ninguno bus.

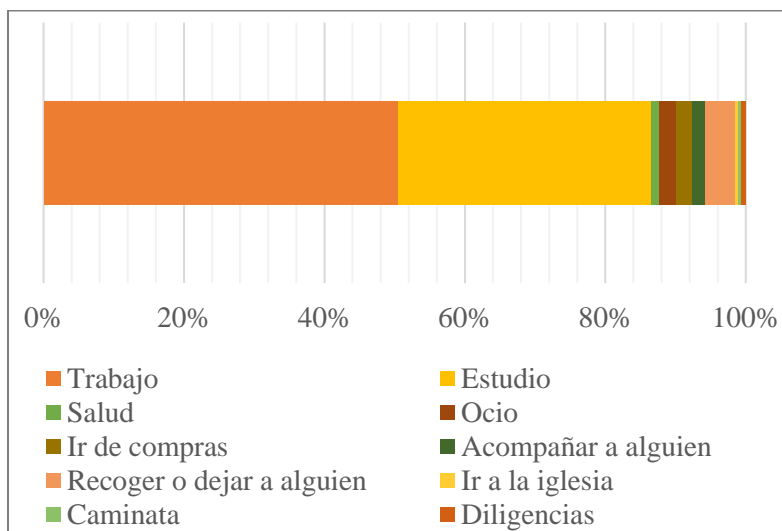
4.3 Motivo principal de los viajes

Los propósitos de viaje son un indicador clave dado que son un factor determinante en las decisiones sobre el horario de viaje y el modo de transporte a utilizar.

De la población encuestada se pudo determinar por medio del análisis que los motivos principales que mayor predominan son por estudio y por trabajo presentando un 36% y 51% respectivamente. Actividades como hacer diligencias, salud, ocio, ir de comprar o acompañar a alguien presentan una menor participación. Determinando así que un gran porcentaje de la población realiza una movilidad obligada.

Figura 5.

Motivo primordial de los viajes.



4.4 Tiempo promedio de viaje

Se registró el tiempo promedio de viaje del origen al destino diario, el 23% de la población estudiada tarda menos de 10 minutos en realizar su viaje principal, el 35% tarda entre 10 y 19 minutos, el 19% tarda entre 20 y 29 minutos, el 14% tarda entre 30 y 44 minutos, el 6% tarda entre 45 y 59 minutos, el 2% tarda entre hora y hora y media y que solo el 0.43% de la población estudiada tarda más de hora y media en desplazarse a su lugar de destino.

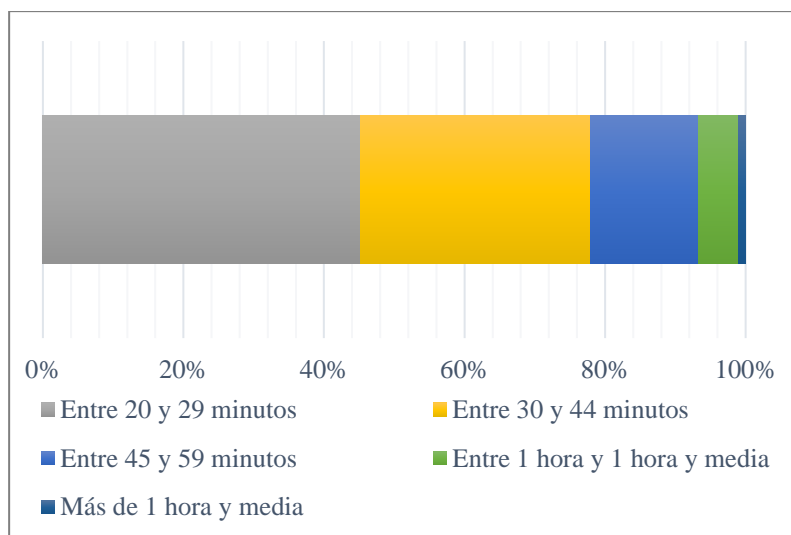
Los estudiantes reportan que realizando su recorrido principal gastan menos de 10 minutos y entre 10 y 19 minutos, este tiene un porcentaje del 7.10% y 13.33%, concluyendo que esta población realiza viajes principales cortos, esto puede variar según la distancia del viaje y el modo en que se transporte. Por otro lado, los estudiantes que se transportan a pie y en bicicleta presentan tiempos de viaje menores, en el caso de los empleados, los viajes oscilan entre 10 a 30 minutos, indicando que las distancias eran relativamente cortas, y se pudo evidenciar en los análisis que sus modos de transporte principal son a pie y la motocicleta, la motocicleta tiene la ventaja de recorrer distancias largas en tiempos cortos en comparación al transporte público u otros vehículos.

La población que tarda más de 45 minutos en su viaje son aquellos que tienen como punto de destino los municipios de Piedecuesta y Floridablanca, esto se debe a que la distancia de recorrido es considerablemente larga, también por el tipo de transporte que usen, siendo el caso de las personas que su viaje principal se dirigía desde Bucaramanga al municipio de Floridablanca, de esta población las personas que viajaban en automóvil tardaban de 10 a 19 minutos por trayecto y los habitantes que usaron como medio de transporte principal el Metrolínea tardó entre 45 a 59, confirmando que la percepción del tiempo varía en los diferentes modos de transporte utilizados.

Se debe tener en cuenta que los valores de tiempo presentados tienen implícitas las variables de distancia, velocidad, tiempo de caminata y tiempo de espera, por lo cual un tiempo alto de viaje se explica por una combinación de velocidad del modo de transporte y la distancia de los viajes.

Figura 6.

Tiempo promedio de viaje.



Los tiempos de viaje para los modos a pie y en bicicleta son proporcionales a la distancia que recorren, la mayoría de las personas que tardan menos de 10 minutos son aquellas que su lugar de destino queda cerca a su lugar de origen.

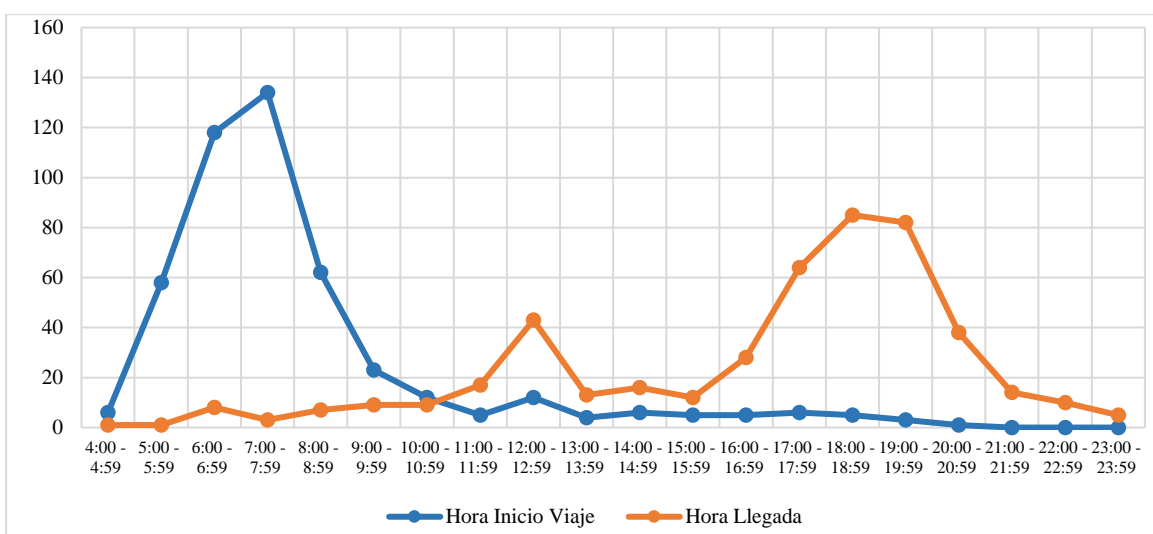
4.5 Distribución horaria de los viajes

Esta sección muestra la dinámica de los viajes en la ciudad a lo largo del día, esta presenta el total de viajes por hora en el día según la hora de inicio y de fin, permite ver las horas de mayor

y menor demanda de viajes, el pico más significativo se encuentra en las horas de inicio del viaje a lo largo del día, el cual ocurre de 7:00 am a 7:59 am, también se pueden observar 2 picos significativos en la hora de llegada, estos se presentan de 12:00 a 12:59 pm y de 18:00 a 18:59 pm.

Figura 7.

Hora inicio y llegada de los viajes.

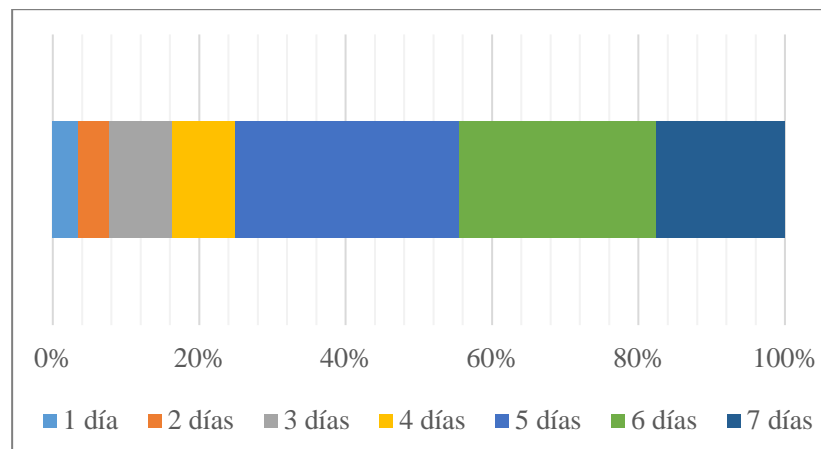


4.6 Frecuencia de viaje

Semanalmente el 31% de la población realiza su viaje principal 5 días, el 27% 6 días, el 18% 7 días, e3 y 4 días el 9% respectivamente, el 4% 2 días y el 3% 1 día.

Figura 8.

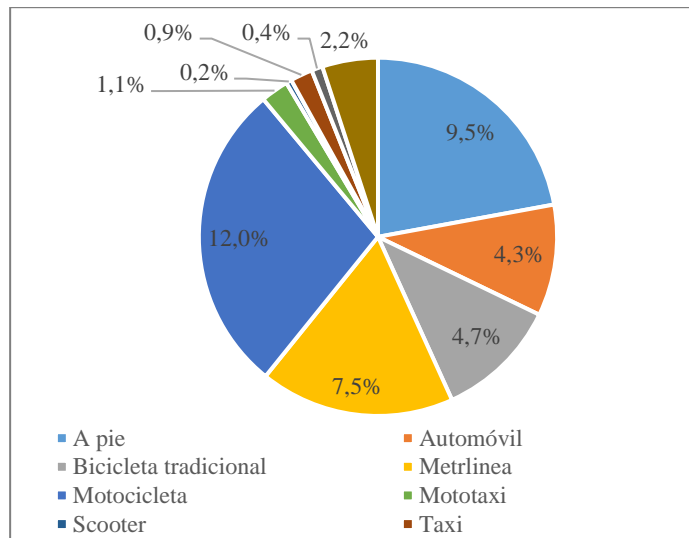
Frecuencia de viajes a la semana.



Es importante mencionar que esta información se puede relacionar con los modos utilizados, ya que las personas que tienen como punto de origen zonas cercanas a su punto de destino usan la bicicleta y la caminata como principales modos y tardan menos tiempo en llegar a su destino, por esta razón, estas personas usualmente se desplazan más de 2 veces, y la personas que usan modos principales como motocicleta y Metrolínea realizan su viaje principal una vez al día.

Figura 9.

Caracterización de la muestra respecto a un viaje por día.

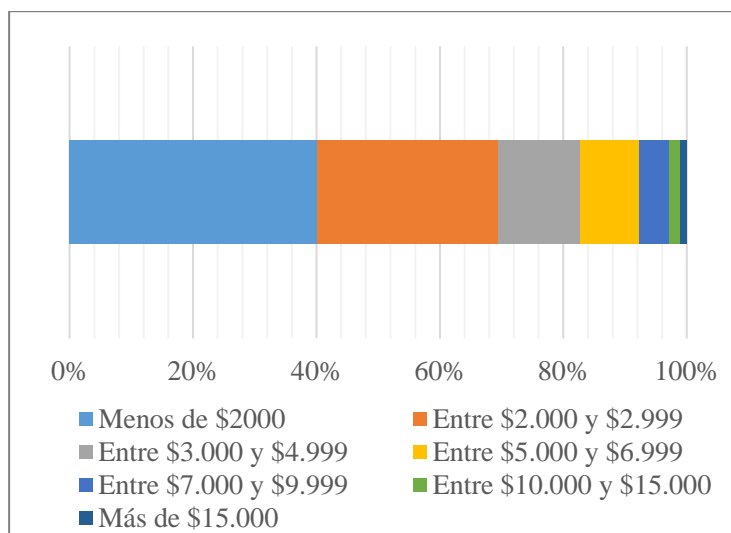


4.7 Costo promedio de viaje

Este análisis muestra cuánto gasta en promedio una persona diariamente según el modo de transporte principal, teniendo en cuenta que si el vehículo era propio cuánto gastaba diario en combustible y según el costo del pasaje.

Figura 10.

Costo promedio de viaje.



El análisis muestra que el 40.2% de la población encuestada gasta en su viaje principal menos de \$2000 pesos colombianos, esto se debe a que la mayoría de la población usan modos sostenibles como lo son la caminata y la bicicleta, el 29.2% de la población gasta entre \$2.000 y \$2.999 en su viaje principal.

En cuanto al género se observó que las mujeres son las que más invierten en el costo diario de su viaje, esto a causa de que realizan más viajes en transporte público (bus) debido a que no tienen otro medio de transporte y la distancia de viaje es larga, a su vez también usan más los modos motorizados (Taxi, Taxi colectivo) y el transporte informal ((Vehículo pedido por aplicación (Uber, indrive, beat, didi, etc))), argumentando que se sienten más seguras, hay mayor bioseguridad (respecto al COVID) al no estar en contacto con muchas personas y por la comodidad, su costo promedio de viaje oscila entre menos de \$ 2.000 y \$ 4.999.

En las comunas 1,2 y 3 se presencié un menor costo de viaje diario, siendo las que mayor cantidad de viajes menores a \$ 2.000 pesos colombianos poseen, esto tiene relación a que la gran

mayoría de los habitantes de estas comunas perteneces a los estratos 1 y 2, los cuales son considerados de bajos recursos, esto puede afectar en su modo de transporte principal y en lo que invierten en este.

De igual forma se evidenció que las personas que más gastan en sus viajes diarios son aquellas en la que su estrato socioeconómico pertenece al nivel 4,5 y 6 que en su mayoría son personas que su salario mensual está por encima de los 3'000.000 de pesos, también influye el hecho de que su modo de transporte principal es el automóvil el cual genera mayor costo de viaje respecto a los otros medios de transporte debido a lo que se invierte en el combustible.

4.8 Percepción uso de la bicicleta

La bicicleta representa el vehículo más sostenible y accesible para todas las personas sin importar su estrato socioeconómico u ocupación, por esto es común incluirlo en este tipo de investigaciones.

En la encuesta se incluyeron preguntas del porqué no usaban este medio como medio de transporte principal y el qué debería tener una ciclorruta para que eligieran modo principal la bicicleta.

4.8.1 Razones de no uso de la bicicleta

El 55% de la población que forma parte del estrato 1 informó que no tienen bicicleta en sus casas, es por esta razón que no usan la bicicleta como modo de transporte principal. Por otro

lado, la población encuestada de los 6 estratos de la ciudad, manifestaron que la razón por la que no usan bicicleta es porque no tienen, estos resultados se ven representados en un 43.11%

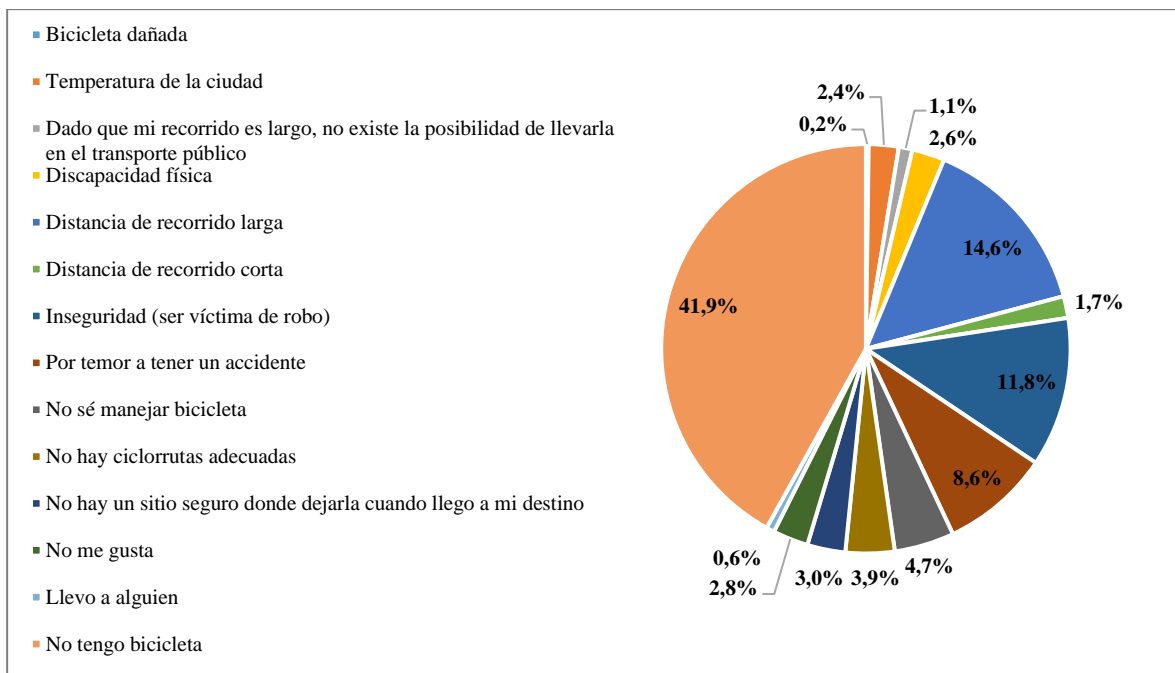
Respecto al género, las mujeres con un 42% de respuestas, manifiestan no tener bicicleta y el 12% que el recorrido que deben realizar es muy largo, en el caso de los hombres, se obtuvo las mismas razones del porqué no usan la bicicleta, el 46% de los hombres encuestados no tienen bicicleta, y el 18% no la usan porque la distancia de recorrido es larga.

En el caso de las personas de 18 a 25 años manifiestan no usar la bicicleta como modo de transporte principal debido a que los trayectos de viaje que deben realizar son largos y que no tienen bicicleta, en la población mayor a 60 años se obtuvo un alto porcentaje en la opción por temor a tener un accidente.

La razón que predomina en la población estudiada es que no utiliza la bicicleta como medio de transporte es porque no tienen, lo cual deja ver el potencial para ampliar el sistema de bicicletas públicas, el segundo motivo es la distancia indicada (trayectos largos) y otro indicador con relevancia es el miedo a sufrir un accidente.

Figura 11.

Barreras para el uso de la bicicleta



4.8.2 Consideraciones para usar la bicicleta como modo de transporte principal

En Bucaramanga existen sitios como la UIS, Guarín, Avenida La Rosita, Mejoras Públicas, Real de minas, entre otros, que son los protagonistas de las rutas que promueven el transporte sostenible en la ciudad.

Las ciclorrutas en la ciudad se han caracterizado por el pasar del tiempo por tener polarizada a los habitantes frente a su implementación, existen algunas construcciones de algunos bicicorredores que se encuentran en pausa por decisiones judiciales. En la encuesta se hizo la pregunta de cómo consideran que debería ser una ciclorruta para que la movilización a los viajes principales sea en bicicleta.

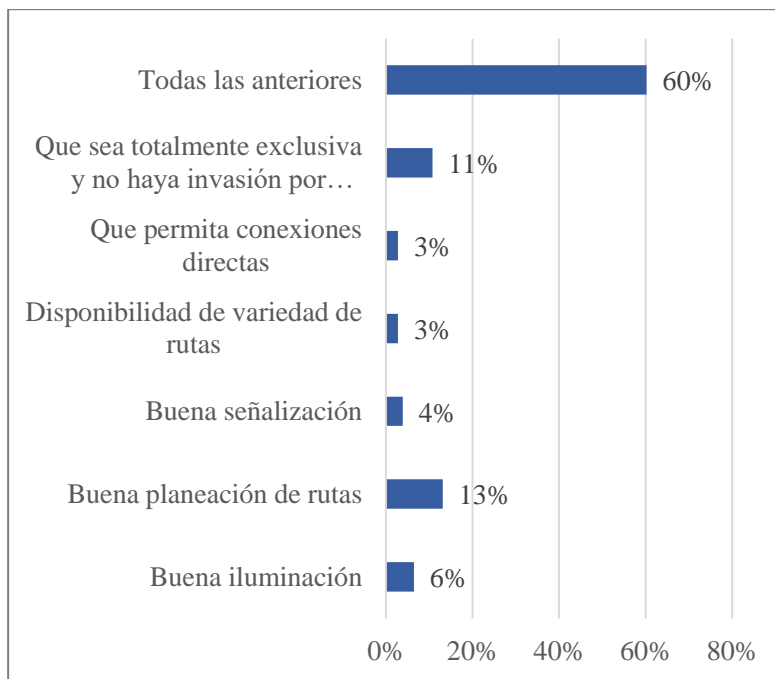
El 60% de las personas que participaron en la encuesta consideran que una ciclorruta debe contar con buena iluminación, buena planeación de rutas, buena señalización, que haya disponibilidad de varias rutas, que esta permita conexiones directas y que sea totalmente exclusiva para bicicletas. El 13% considera que una ciclorruta debería tener buena planeación de rutas y conectividad completa.

Las mujeres afirman preferir ciclorrutas que tengan buena iluminación, buena iluminación, buena planeación de rutas, buena señalización, que haya disponibilidad de varias rutas, que esta permita conexiones directas y que sea totalmente exclusiva para bicicletas, solo el 2% de ellas prefieren que permita conexiones directas, en comparación con los hombres que 13% prefiere que haya mejor planeación de rutas.

Se puede concluir que la población estudiada optaría como modo de transporte principal la bicicleta si las ciclorrutas de la ciudad prestaran una mejor infraestructura y seguridad para los ciclistas. Aunque en los últimos meses se han construido nuevos tramos de estas en la ciudad de Bucaramanga, motivo por el cual se estima que esto incentive su uso como modo principal de transporte.

Figura 12.

Consideraciones para ciclorruta.



4.9 Percepción sobre el modo de transporte principal

Del grupo de hombres encuestados que usaron como modo principal de transporte la caminata tuvieron una percepción buena del 11%, en comparación con otros modos de transporte que tanto hombres como mujeres manifestaron, un ejemplo es el servicio prestado por el Metrolínea que prestó a los encuestados un servicio muy malo, otro modo de transporte que tuvo una buena percepción respecto a su servicio fue la motocicleta, esto tanto en hombres como en mujeres.

También se obtuvo un buen resultado para los vehículos que prestan sus servicios a través de apps, esto nos demuestra que cada día el servicio que presta estas plataformas se ha ido posicionando como el favorito de muchos habitantes, debido a que se sienten más seguros, ya que

dichas aplicaciones brindan una base de datos del conductor y pasajero, brindando mayor confianza, del mismo modo los encuestados que usaron este medio como modo principal manifestaron que el costo del servicio es más barato en comparación a modos como el taxi o mototaxi.

El 53% de las mujeres indicó que se siente insegura o vulnerable en su modo de transporte general, esto debido a su género, esto debido a la inseguridad que se ha presentado en los últimos años en la ciudad, por otro lado, el 88% de los hombres manifestaron que no sentían inseguridad.

5. Conclusiones

La encuesta que se aplicó a los habitantes de las 17 comunas que conforman el casco urbano de la ciudad de Bucaramanga permitió identificar que los estudiantes y trabajadores conforman el grupo más significativo, estos son los que más viajan. Destacando que estos grupos se encuentran en rangos de edad de menores a 18 a 30 años y que son los que mayor se desplazan en modos de transporte sostenible como la caminata y la bicicleta, esto reafirma la importancia de enfocar los esfuerzos de la ciudad en seguir impulsando el desarrollo de estos, con ciclorrutas construidas con buena iluminación, buena planeación de rutas, buena señalización, que haya disponibilidad de varias rutas, que esta permita conexiones directas y que sea totalmente exclusiva para bicicletas, para así incentivar el mayor uso de estos modos en la ciudad de Bucaramanga.

Debido a la inseguridad que atraviesa la ciudad actualmente, el 53% de la población femenina manifestó sentirse insegura o vulnerable en su modo de transporte principal al contrario de los hombres que el 47% de ellos manifestó no sentir inseguridad.

Se pudo observar que a mayor nivel socioeconómico mayor es el porcentaje de viajes en transporte privado y, menor la proporción de viajes a pie. Los viajes realizados en el Sistema Masivo Metrolínea representan un 10.97% de la población estudiada, que presentan un mayor uso en distancias de trayecto larga y en los estratos 2,3 y 4, se pudo determinar que la percepción presentada por los usuarios respecto al servicio de este modo de transporte no es muy buena, y que la población joven prefiere modos de transporte que operan por medio de aplicaciones, ya que estas presentan un costo menor y mayor bioseguridad con temas respecto al Covid-19.

Los datos analizados con respecto al porqué no usan la bicicleta como modo principal, es que la mayoría no tienen este medio de transporte, es por esto que se presenta la necesidad de ampliar el servicio de bicicletas públicas, aunque actualmente en la ciudad de Bucaramanga existe un programa llamado CLOBI que es un sistema de bicicletas públicas, es una nueva alternativa para intensificar la masificación del uso de la bicicleta, pero estas no son suficientes para cubrir la población que presenta esta necesidad, puesto que hay 10 estaciones que prestan este servicio en toda la ciudad.

Se compararon los resultados obtenidos con la encuesta de percepción Mi Voz, Mi ciudad realizada por Bucaramanga Metropolitana Cómo Vamos y se obtuvo que en esta el 21% de la muestra se moviliza en carro particular, seguido de la moto y autobús con un 19% respectivamente (Vanguardia Liberal, s.f.), con una gran diferencia en comparación a la encuesta de movilidad realizada en esta investigación que los resultados obtuvieron mayores porcentajes en los modos a pie y bicicleta.

Finalmente, la información recopilada en este trabajo de investigación nos demuestra la importancia de la actualización de estas herramientas que permiten identificar y caracterizar los patrones de viaje de la población, que refleja información sobre la situación espacio-territorial de cualquier ciudad. Con dicha información se puede realizar una toma de decisiones más acertada sobre cualquier medida en pro de la movilidad, es por esto por lo que se recomienda que la información sea abierta y de libre acceso a los habitantes, ya que son ellos la clave del buen desarrollo de estas herramientas.

6. Recomendaciones

Actualmente el sistema de préstamo gratuito de bicicleta tiene 10 estaciones, que están ubicadas en el barrio Cristo Rey, Plaza Guarín, parque de Los Niños, parque San Pío, parque Turbay, parque Santander, plaza Luis Carlos Galán, Real de Minas y barrio Mutis y solo hay 220 bicicletas disponibles, es necesario ampliar este sistema a los demás barrios para así cubrir todas las comunas de la ciudad y que así ese 41.9% de habitantes de la muestra que indica que no usa como modo de transporte principal la bicicleta porque no tiene disminuya.

Es importante expandir las ciclorrutas en toda la ciudad, ya que estas se encuentran concentradas en el norte de Bucaramanga, a pesar de que actualmente la ciudad no cuenta con suficientes vías adecuadas para el desarrollo de estas porque no se contempló el gran desarrollo que hay hoy en día y al construirlas no se pensó en las ciclorrutas, se recomienda contemplar la avenida La Rosita, ya que esta es una vía no tan transitada y se puede establecer un espacio para

que tenga cabida la ciclorruta, también realizar estudios de tráfico y analizar los anchos de las vías de las comunas de la ciudad para determinar en cuántos barrios se pueden implementar sin afectar a la comunidad.

Constantemente los ciudadanos que utilizan los andenes y los espacios públicos suelen tener problemas como: el ingreso de vehículos en áreas peatonales, las ventas informales, la piratería, la falta de aceras adecuadas y seguras. Todo esto provoca que los peatones ingresen a la calzada, exponiéndose así mismo y obstruyendo directamente el tránsito de vehículos.

El 31% de la población de la muestra estudiada indico que se movilizaba a pie, por eso se recomienda incrementar el desarrollo del espacio público y la movilidad peatonal en la ciudad de Bucaramanga, Asimismo ejercer un control real en las calles y generar propuestas eficaces para mitigar la informalidad.

Referencias Bibliográficas

- Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11(1-2), 333-338. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48711206>
- Alejandra, M., & Hurtado, A. (2020). Caracterización de los patrones de viaje de la comunidad universitaria, atraída a la sede central de la universidad industrial de Santander. *Bitácora Digital*, 2(5).
- Antolín, G., Barreda, R., Cordera, R., Alonso, B., Dell’Olio, L., Moura, J. L., & Ibeas, Á. (2015). Metodología de diseño de encuestas origen-destino incorporando análisis del estacionamiento. *Ingeniería de Transporte*, 19, 5–20.
- Casado, J. (2008). Estudios sobre movilidad cotidiana en México. *Scripta Nova*, XII (273), Universidad de Barcelona, Barcelona, , 11 de septiembre de 2012.
- Casas, J., Repullo, J. R., & Donado, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atención Primaria*, 31(8), 527-38. Obtenido de <http://www.unidaddocentemfyclaspalmas.org.es/resources/9+Aten+Primaria+2003.+La+Encuesta+I.+Cuestionario+y+Estadistica.pdf>
- DANE. (2021). *Censo nacional de población y vivienda Proyecciones de población*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>

- Galindo Caceres, L. J. (1998). *Técnicas de investigación en sociedad, cultura y comunicación*. México: Logman.
- González R, F., & Ibeas Portilla, A. (2008). Una metodología en encuestas de viajes: aplicación a Torrelavega (Cantabria). *Estudios de Construcción y Transportes Vol. 109*, 169–180. Obtenido de [https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/4251/Una metodología en encuestas de viajes.pdf?sequence=1](https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/4251/Una%20metodolog%C3%ADa%20en%20encuestas%20de%20viajes.pdf?sequence=1)
- Ibeas, A. (2007). *Manual de encuestas de movilidad (preferencias reveladas)*. Santander, España: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Santander.
- Jordi Casal, E. M. (2003). Tipos de muestreo. *Academia*, 6.
- Mauttone, A., & Hernández, D. (2017). *Encuesta de movilidad del área metropolitana de Montevideo. Principales resultados e indicadores*. Obtenido de <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1078>
- Metrocali, S. D. (2015). *Indicadores encuesta de movilidad*. 264. Obtenido de <http://www.metrocali.gov.co/wp/wp-content/uploads/2019/02/Encuesta-de-movilidad-2015.pdf>
- Miranda Caycho, B. A. (2017). *Encuesta de movilidad: uso de la bicicleta en lima metropolitana*.
- Naranjo, Y. (2016). *Encuesta del sistema de transporte público masivo. El caso de la movilidad en la ciudad de Guayaquil*.
- Obregón-Biosca, S. A., & Betanzo-Quezada, E. (2015). análisis de la movilidad urbana de una ciudad media mexicana, caso de estudio A: Santiago de Querétaro. *Economía Sociedad y Territorio*, xv, 61.
- Pedraza, V. M. (7 de septiembre de 2021). *AMB avanza en Actualización del Plan Maestro de Movilidad de Bucaramanga, a partir de un diagnóstico metropolitano*. Obtenido de

<https://www.amb.gov.co/amb-avanza-en-actualizacion-del-plan-maestro-de-movilidad-de-bucaramanga-a-partir-de-un-diagnostico-metropolitano/>

QuestionPro. (s.f.). *Las ventajas de una encuesta en línea como herramienta de investigación.*

Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/ventajas-de-una-encuesta-en-linea/>

Secretaría Distrital de Movilidad. (2019). *Caracterización de la movilidad - Encuesta de Movilidad de Bogotá 2019.*

Suárez, M., & Delgado, J. (2007). Estructura y eficiencia urbanas. Accesibilidad a empleos, localización residencial e ingreso en la zmcm 1990-2000. *Economía, Sociedad y Territorio*, VI (23), *El Colegio Mexiquense, a. c., Zinacantepec*, 693-724.

Torres, M., Salazar, F. G., & Paz, K. (2019). *Métodos de recolección de datos para una investigación.*

Torres, M., Salazar, F. G., & Paz, K. (s.f.). *Métodos de recolección de datos para una investigación.* Obtenido de http://fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin03/URL_03_BAS01.pdf

Universidad Industrial de Santander. (2012).

Vanguardia Liberal. (s.f.). *Conozca los principales resultados de la encuesta virtual Mi Voz, Mi Ciudad.* Obtenido de <https://www.vanguardia.com/area-metropolitana/bucaramanga/conozca-los-principales-resultados-de-la-encuesta-virtual-mi-voz-mi-ciudad-BI4820726>

Vanguardia Liberal. (s.f.). *Plan Maestro de Movilidad de Bucaramanga ya está en proceso de actualización.* Obtenido de <https://www.vanguardia.com/area-metropolitana/bucaramanga/plan-maestro-de-movilidad-de-bucaramanga-ya-esta-en-proceso-de-actualizacion-MC4217709>

Villamil Rubiano, W. C. (2018). *Análisis de movilidad, caso de estudio casco urbano municipio de Mosquera (Cundinamarca)*. Bogotá: (Tesis de pregrado). Universidad Piloto de Colombia.