



Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito

Programa de Ingeniería Civil

**Comportamiento de la Movilidad y Propuesta Metodológica para
Evaluar Emisiones en Campus Universitarios**

Manuel Alejandro Molano Cañón

Diego Fernando Coronado Soler

Bogotá, D.C., mayo de 2020



Comportamiento de la Movilidad y Propuesta Metodológica para Evaluar Emisiones en Campus Universitarios

Trabajo dirigido para optar al énfasis en tránsito y transporte

Director:

PhD. Mónica Marcela Suarez Pradilla.

Profesor Asistente del Centro de Investigación en Vías y Transporte

Bogotá, D.C., mayo de 2020



AGRADECIMIENTOS

Por la guía, tiempo prestado y colaboración en el desarrollo de este trabajo dirigido, agradecemos a la Ingeniera Mónica Marcela Suarez Pradilla.

Al ingeniero Fredy Oswaldo Carreño Sánchez. Y al grupo del trabajo dirigido “*Estudio de Prefactibilidad para la Implementación de un Sistema de Rutas como Medio de Transporte Alternativo para la Comunidad de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito*”, por su colaboración en el desarrollo de la encuesta de movilidad 2020.

A quienes contribuyeron contestando la encuesta de movilidad 2020.

Resumen

El estudio de los temas relacionados al transporte y la movilidad son de vital importancia para la sociedad. Diariamente las personas realizan desplazamientos para cubrir las necesidades que hay en territorio, lo cual, que requieren del uso de diferentes modos de transporte. En los últimos años ha crecido la importancia del estudio y análisis del medio ambiente, más específicamente de la sostenibilidad. El transporte genera una amplia gama de externalidades que están relacionadas con el medio ambiente como la congestión, las emisiones, el ruido, etc. Los viajes por motivo estudio se caracterizan porque se realizan durante todo el día y tienen un único destino en muchos casos. Este trabajo muestra una metodología para analizar la movilidad y el cálculo de emisiones en un campus universitario. Adicionalmente, se desarrolla un caso de estudio que utiliza dos encuestas de movilidad realizadas en diferentes años para desarrollar los análisis estadísticos e indicadores que caracterizan la movilidad del campus universitario *Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito*. Finalmente, el trabajo busca mostrar las bondades del transporte sostenible mediante el uso de alternativas como las bicicletas que son de cero emisiones y generar una conciencia ambiental en el lector.

Palabras claves: *Emisiones; viajes; movilidad; transporte sostenible; medio ambiente*

Abstract

The study of issues related to transport and mobility are of vital importance for society, daily people who move between origins and destinations, which, travel and requirements for the use of different modes of transport. In the last years, the importance of the study and analysis of the environment has grown, more specifically of sustainability. Transport generates a wide range of externalities that are related to the environment such as congestion, emissions, noise, etc. Study trips are characterized because they take place throughout the day and have a unique destination in many cases. This work shows a methodology to analyze mobility and the calculation of emissions on a university campus. In addition, a case study is developed that uses two mobility surveys carried out in different years to develop the statistical analyzes and indicators that characterize the mobility of the Julio Garavito Colombian School of Engineering campus. Finally, the work seeks to show the benefits of sustainable transport using alternatives such as zero-emission bicycles and to generate environmental awareness in the reader.

Keywords: *Emissions; trips; mobility; sustainable transport; environment*



4.2.1 Encuesta de movilidad 2020	26
• Franjas horarias de mayor demanda de viajes para llegada y salida.....	38
• Viajes por franja horaria	39
• Distribución modal por genero	43
4.3 Comparación entre la encuesta de movilidad 2017 y la encuesta de movilidad 2020	46
• Género	46
• Uso de la bicicleta	47
• Asistencia a las actividades académicas	48
• Evolución de porcentaje de modos de transporte 2017-2020	50
• Porcentaje de viajes por modo y franja horaria	53
CAPITULO 5. PROPUESTA SOBRE CALCULO DE EMISIONES EN UN CAMPUS UNIVERSITARIO .	55
5.1 Propuesta de un modelo de evaluación de emisiones	56
5.2 Propuesta de implementación de modos alternos de transporte.....	61
CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
Recomendaciones para futuros estudios	65
BIBLIOGRAFÍA	67
ANEXO 1.....	68
ENCUESTA DE MOVILIDAD 2020, FUENTE: GOOGLE FORMULARIOS	68
ANEXO 2.....	74
Metodología para la generación de sistema de información geográfica SIG de ubicación.....	74

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos estadísticos según residencia por localidad encuesta 2020 ECIJG. Fuente: Propia.....	29
Tabla 2 Residencia según municipio encuesta 2020 ECIJG, Fuente: propia	30
Tabla 3 Datos obtenidos de medios de transporte que usa la comunidad encuesta 2020 ECIJG, Fuente: propia.....	33
Tabla 4 Hora promedio de llegadas vs salidas encuesta 2020 ECIJG, Fuente: Propia	38
Tabla 5 Porcentaje de viajes, franja 6am-10am encuesta 2020 ECIJG, Fuente: Propia	40
Tabla 6 Porcentaje de viajes, franja 10:00am-4:00pm encuesta 2020 ECIJG, Fuente: Propia ..	41
Tabla 7 Porcentaje de viajes, franja 4:00 pm-8:00pm encuesta 2020 ECIJG, Fuente: Propia ...	42
Tabla 8 Distribución modal por género, Hombres Mujeres, encuesta 2020 ECIJG, Fuente: Propia.....	44
Tabla 9 Uso de la bicicleta como alternativa, Fuente: Propia	47
Tabla 10 Asistencia a la institución por días 2017 vs 2020, Fuente: Propia	49
Tabla 11 Modos de transporte 2017 y 2020, Fuente: Propia.....	51
Tabla 12 Factores de Emisión para los combustibles, Fuente: Fundación Natura Colombia	57
Tabla 13 Datos vehículo y cantidad de usuarios que lo usan, Fuente: Propia	58
Tabla 14 Consumos por viaje y diarios de combustible, Fuente: Propia	58
Tabla 15 Consumo mensual y emisiones de carbono diarias y mensuales, Fuente: Propia.....	59
Tabla 16 Emisiones ajustadas y criterio de consumo, Fuente: Propia.....	59
Tabla 17 Clasificación de emisiones por escala, Fuente: Metodologías para la evaluación de aspectos ambientales de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá (2014).....	60

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 distribución modal de los viajes en Bogotá, Fuente: encuesta de movilidad Bogotá 2019.....	15
Ilustración 2 jerarquía del modo principal de viaje, Fuente: Encuesta de movilidad 2019	16
Ilustración 3 Diagrama metodológico, elaboración propia.....	20
Ilustración 4 Campus de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Fuente: M., Suárez y M., Ramírez (2017)	26
Ilustración 5 Resultados según género encuesta 2020 ECIJG. Fuente: Propia	27
Ilustración 6 Resultados según edad encuesta 2020 ECIJG, Fuente: propia	28
Ilustración 7 Resultados según lugar de residencia encuesta 2020 ECIJG, Fuente: propia	28
Ilustración 8 Estadísticos obtenidos según localidades de Bogotá encuesta 2020 ECIJG, Fuente: propia.....	30
Ilustración 9 estadísticos de población según residencia encuesta 2020 ECIJG, Fuente: propia	31
Ilustración 10 estadísticos obtenidos de distancias encuesta 2020 ECIJG, Fuente: propia.....	32
Ilustración 11 Estadísticos según asistencia encuesta 2020 ECIJG, Fuente: propia	32
Ilustración 12 estadísticos obtenidos de aceptación de uso de la bici encuesta 2020 ECIJG, Fuente: propia.....	33
Ilustración 13 Estadísticos de preferencias de medios de transporte encuesta 2020 ECIJG, Fuente: propia.....	34
Ilustración 14 Resultados hora de llegada vs Hora de salida encuesta 2020 ECIJG, Fuente: Propia	39
Ilustración 15 Porcentajes de viajes Franja 6:00am-10:00am, Fuente: Propia.....	41
Ilustración 16 Resultados porcentajes de viajes Franja 10:00am-4:00pm encuesta 2020 ECIJG, Fuente: Propia	42
Ilustración 17 Resultados porcentajes de viajes Franja 4:00pm-8:00pm encuesta 2020 ECIJG, Fuente: Propia	43
Ilustración 18 Resultados distribución modal por género, Encuesta 2020 ECIJG Fuente: Propia	45
Ilustración 19 Indicadores de la población según género, Fuente: Encuesta de movilidad 2017	46
Ilustración 20 Aceptación del uso de la bicicleta como alternativa, Fuentes: Propia y Encuesta de movilidad 2017	48
Ilustración 21 Evolución días de asistencia a la escuela 2017 vs 2020, Fuentes: Propia y Encuesta de movilidad 2017.	49
Ilustración 22 Evolución de porcentaje de modos de transporte 2017-2020, Fuente Propia	51
Ilustración 23 Inclinación hacia un modo de transporte 2017, 2020, Fuente: Propia	52
Ilustración 24 Porcentaje viajes por modo y por franja horaria 2017, Fuente: Encuesta de movilidad 2017.....	53

Ilustración 25 Porcentajes de viajes por modo y Franja horaria, Fuente: Propia	54
Ilustración 26 Aforos y porcentajes de ocupación para bicicletas del día 11 de agosto de 2017, Fuente: Aforos realizados por el Centro de Vías y Transporte (2017)	62
Ilustración 27 Bici-parqueadero principal de la Escuela Colombiana de ingeniería en un día típico, Fuente: Propia.....	65
Ilustración 28 Resumen de la metodología paso a paso para el tratamiento colectivo de direcciones, Fuente: Propia.....	75
Ilustración 29 SIG de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Fuente: SIG de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.....	76
Ilustración 30 SIG de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito organizado por municipio. Fuente: SIG de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.....	77
Ilustración 31 SIG de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito con direcciones normalizadas. Fuente: Propia	78
Ilustración 32 Ejemplo de creación de capa en My Maps, Fuente: Google My Maps	79
Ilustración 33 Cargue de datos en Google My Maps, Fuente: Google My Maps	79
Ilustración 34 Selección de columnas para colocar las marcas de posición, Fuente: Google My Maps.....	80
Ilustración 35 Selección de columnas para indicar el título de cada marcador, Fuente: Google My Maps	80
Ilustración 36 Ejemplo de exporte de una capa a KMZ, Fuente: Google My Maps	81
Ilustración 37 Menú de exportación de capa a KMZ, Fuente: Google My Maps	81
Ilustración 38 Capa resultante KMZ, Fuente: Propia.....	82
Ilustración 39 Cargue de capa en Google Earth, Fuente: Google Earth.....	82
Ilustración 40 Capa abierta en Google Earth, Fuente: Propia, Google Earth.....	83
Ilustración 41 Menú de herramientas de Google Earth, Fuente: Propia, Google Earth.....	83
Ilustración 42 Opciones de Google Earth, Fuente: Google Earth	84
Ilustración 43 La nueva capa con coordenadas UTM se guarda reemplazando a la capa original, Fuente: Propia, Google Earth.....	85
Ilustración 44 Cargue de capa KMZ a GSP Visualizer para obtener un archivo .gpx, Fuente: GPS Visualizer.....	86
Ilustración 45 Cargue de capa en formato .gpx en MapSource, Fuente: MapSource	87
Ilustración 46 Capa abierta en MapSource, Fuente: MapSource.....	87
Ilustración 47 La capa .gpx se guarda como Archivo de texto (*.txt), Fuente: Propia, Map Source.....	88
Ilustración 48 Distribución de Texto en cada columna, Fuente: Propia	88
Ilustración 49 Datos arrojados por MapSource al final de la metodología propuesta, Fuente: Propia	89
Ilustración 50 Datos finales organizados, Fuente: Propia	90

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

El transporte urbano es la fuente principal de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmosfera. El crecimiento del número de viajes en las áreas urbanas ha facilitado el incremento de las emisiones debidas a la congestión que se presenta por la falta de equilibrio entre la oferta y la demanda. Actualmente, se promociona el transporte sostenible, que se articula con una serie de políticas públicas dirigidas a la mejora de la calidad de vida de los habitantes de una ciudad para optimizar los desplazamientos generados y reducir el impacto en el medioambiente (F. Robusté,2011).

Los campus universitarios son grandes equipamientos que atraen cada día un gran número de viajes o desplazamientos, por lo que, configuran grandes centralidades en el territorio. Luego es importante evaluar el comportamiento de la movilidad de sus integrantes con el fin de detectar como pueden contribuir a la sostenibilidad ambiental (F. García,2015).

1.2 Hipótesis

La hipótesis de partida sugiere que la promoción de los transportes sostenibles en los campus universitarios mejora la eficiencia de sus desplazamientos y la calidad de vida de sus integrantes. Particularmente, en el campus Escuela Colombiana de Ingeniería

Julio Garavito es importante identificar como se están desplazando los miembros de la comunidad para potenciar los transportes que aporten menos emisiones.

1.3 Justificación

La movilidad en los campus universitarios es cambiante, pues, la población varía cada año de igual manera que la distribución horaria. Esto ocasiona que los viajes y los usos de transporte tengan comportamientos diferentes. Para el caso de estudio, al ser un campus universitario ubicado lejos de las principales centralidades de la ciudad de Bogotá, y limitar con el mayor conurbado de la ciudad las características de los desplazamientos de la comunidad educativa son particularmente interesante porque están condicionados a la oferta de transporte público y al uso del vehículo particular que son los mayores usuarios de la infraestructura vial disponible. Así, al disponer de dos bases de datos de movilidad para años diferentes, es posible, evaluar algunos indicadores para identificar tendencias en los desplazamientos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo principal

Evaluar el comportamiento de la movilidad e identificar una metodología para cuantificar las emisiones que se producen en un campus universitario.

1.4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar el comportamiento de la movilidad de la comunidad universitaria

CAPÍTULO 2: REVISIÓN LITERARIA

Este capítulo revisa la literatura existente referente a la relación entre la movilidad en espacios universitarios, el transporte y el medio ambiente, así como también sus características, causas y consecuencias y tiene un enfoque de sostenibilidad.

2.1 Movilidad de calidad con menos autos

En los últimos 5 años, el parque automotor ha crecido un 24%, su distribución por tipos de vehículos es aproximadamente la siguiente: camionetas un 62%, motos un 23% en Bogotá. Mientras que, los vehículos para servicio público sólo lo han hecho un 2% de acuerdo con la encuesta de Bogotá como vamos, 2019. Estas cifras muestran un evidente incremento del uso del automóvil privado en Bogotá. Por ello, es necesario explorar estrategias que busquen reducir su uso ya que sólo contribuyen a realizar el 14,9% del total de viajes (ilustración 1). Además, las externalidades asociadas a su uso como los siniestros viales, emisiones contaminantes, ruido, congestión y uso inequitativo del espacio público causan un gran impacto en la sociedad.

Para reducir su uso, no sólo basta con brindar mejores opciones de movilidad no motorizada y transporte público, sino que, son necesarias medidas de gestión para desalentar los viajes en este modo de transporte, incentivar a que los usuarios cambien de modo y hacer más eficientes los viajes que ya se realizan.

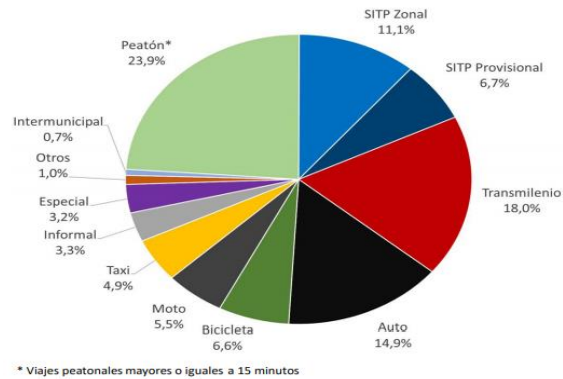


Ilustración 1 distribución modal de los viajes en Bogotá, Fuente: encuesta de movilidad Bogotá 2019

2.2 Cultura de la movilidad

El nuevo paradigma de jerarquía de transporte dentro de la ciudad que tiene en cuenta los diversos propósitos del viaje implica la promoción de una nueva cultura de movilidad y seguridad vial, en la que, los conductores de vehículos motorizados respeten el derecho de tránsito y la integridad física de peatones, personas con discapacidad y ciclistas. Así mismo, deberán promoverse los modos de transporte más eficientes para desalentar el uso del automóvil entre la población (Instituto de Investigaciones Parlamentarias, 2018).

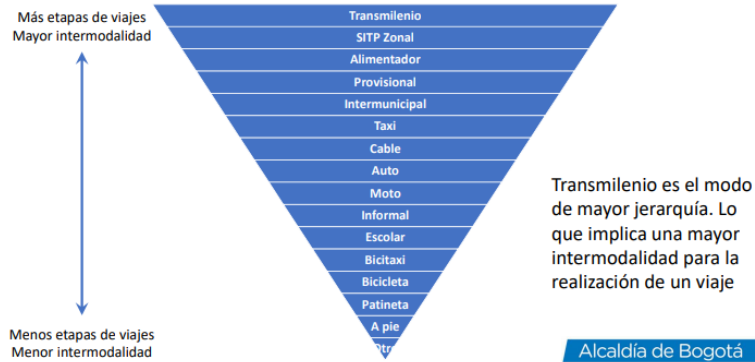


Ilustración 2 jerarquía del modo principal de viaje, Fuente: Encuesta de movilidad 2019

2.3 Los equipamientos universitarios como agentes territoriales

El estudio de los campus universitarios como agente territorial se pueden dividir en dos grandes casos, *universidades ubicadas en ámbito urbano*, las cuales forman parte de la ciudad y son ciudad, y las *universidades que adoptan forma de campus*, aisladas de las tramas urbanas tradicionales de su entorno y que, desde su creación, sólo estaban destinadas a actividades académicas.

En el primer caso el espacio suburbano de universidad, el campus, en general, se ha ido transformando en ciudad, no en términos administrativos sino funcionales, en la medida que se van localizando, en el recinto del campus, funciones plenamente urbanas (comerciales, culturales, deportivas, etc.) y se construyen espacios residenciales e infraestructuras de transporte.

Una transformación que se complementa en la medida que, los campus universitarios forman parte de una red de nodos urbanos a escala metropolitana o regional. Un nodo que no se identifica con sus límites estrictos del campus, sino con sus funciones enraizadas en la teoría de los territorios del conocimiento, basada en flujos de personas y de información tomado de (Miralles-Guasch,2009).

2.4 Emisiones e infraestructura de transporte

El transporte es uno de los principales emisores de gases efecto invernadero y otros contaminantes que inciden en el cambio climático. En Bogotá, hoy por hoy, el parque automotor es el responsable del 60,3% de la contaminación del aire es por esto que el desarrollo de nuevas políticas y el adoptar nuevos hábitos como (utilizar transporte público, compartir el vehículo o utilizar la bicicleta) se convierten en factores determinantes en la disminución de los efectos nocivos sobre el medio ambiente y otras externalidades negativas del transporte, es una necesidad ineludible disminuir las emisiones de carbono al máximo posible para seguir avanzando hacia un desarrollo sostenible. Por lo que todas las soluciones que se propongan deben ser concebidas de forma integral, en primer lugar, priorizando la infraestructura vinculada a los modos de transporte más eficientes y menos contaminantes (Ministerio de Minas y energía,2018).

La mayoría de las emisiones son producto del tipo de combustible utilizado para transportar los productos o pasajeros, por esta razón, las políticas de transporte debieran favorecer particiones modales que promuevan modos menos contaminantes y más

eficientes en términos energéticos, para permitir con ello una mejor sostenibilidad y mayor competitividad y productividad de su economía. Esto es válido también para el transporte de pasajeros y la movilidad urbana (Ministerio de Minas y energía,2018).

Colombia no especifica el objetivo ambiental y de sostenibilidad en sus objetivos estratégicos, ni registra instrumentos de seguimiento y control asociados a criterios de sostenibilidad asociadas a la infraestructura y servicios de transporte.

Sin embargo, Colombia viene desarrollando esfuerzos para contrarrestar los efectos negativos del cambio climático a través de acciones de mitigación, es decir, reduciendo las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a la atmósfera (Ministerio de Minas y energía,2018).

A través del decreto 948 de 1995 (Ministerio del Medio Ambiente, 1995), se determina el reglamento para la prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas y móviles, y la protección de la calidad del aire aplicable a todo el territorio nacional teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Iniciativas diversas. Cabe mencionar algunas acciones hacia la reducción de emisiones en el transporte como el programa de sustitución de combustibles fósiles, a través de la promoción de GNV (Gas Natural Vehicular) y biocombustibles — alcohol y biodiesel. Adicionalmente existe una nueva reglamentación sobre fuentes móviles que modifica los niveles de emisión de contaminantes al aire por vehículos y motocicletas, además de otras iniciativas ambientales para la reducción de emisiones CO₂ en el sector transporte.



- Las emisiones producidas por el transporte, se ha convertido desde hace mucho tiempo en un problema a nivel global, de las fuentes de emisión interesan en particular aquellas en las que interviene directamente el uso de medios contaminantes, éstas abarcan tanto las instalaciones fijas (fuentes fijas), como los vehículos (fuentes móviles). Todo lo anterior ha sido tomado del documento Plan Integral de Cambio Climático. Ministerio de Minas y energía (2018).

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA Y FUENTES DE DATOS

3.1 Etapas de la Metodología

A continuación, se describen los procesos realizados para llevar a cabo el desarrollo de un análisis de comportamiento de movilidad del campus universitario Escuela Colombiana de ingeniería Julio Garavito.

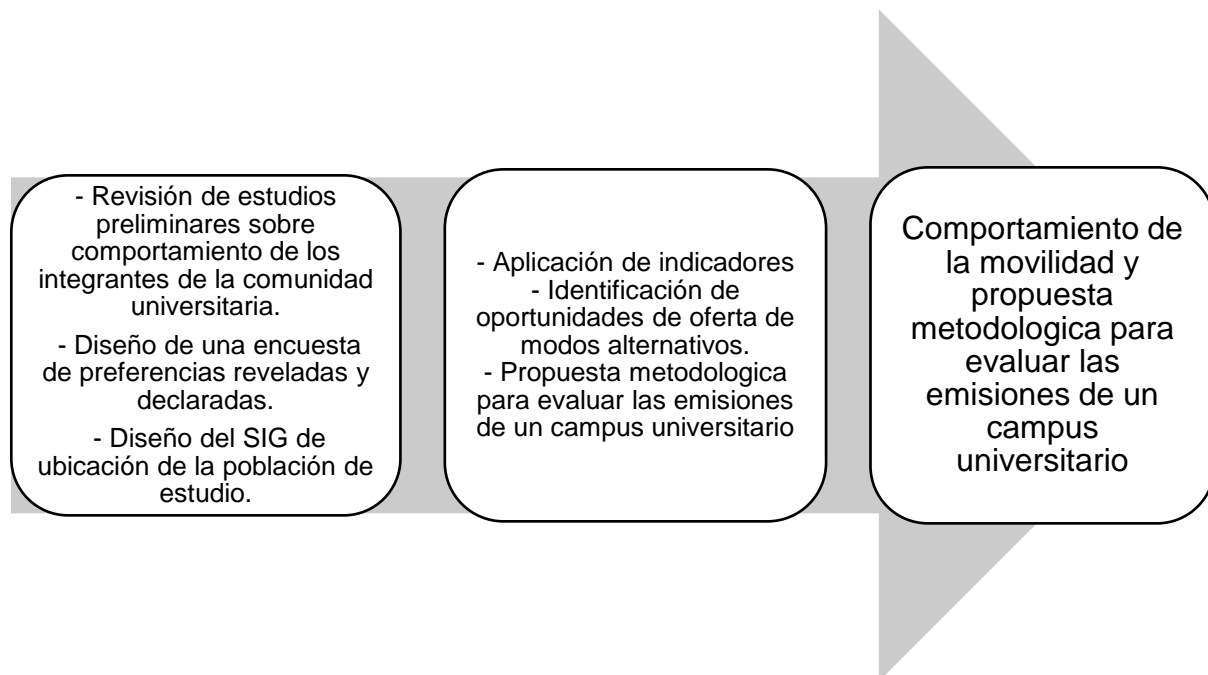


Ilustración 3 Diagrama metodológico, elaboración propia

En la primera etapa, se revisa el estudio de movilidad realizado en el año 2017 en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Después, se diseña y aplica una

encuesta de preferencias reveladas y declaradas que busca conocer los aspectos de movilidad cotidiana hacia el campus universitario, y además evalúa el interés por el uso de transportes alternativos como la bicicleta.

La encuesta se encuentra dividida en grupos de interés de clasificación (estudiantes de pregrado, posgrado, docentes y administrativos), a partir de esta, se procesa la información para aplicar los indicadores estadísticos que permitan responder los objetivos específicos planteados en el estudio. La muestra utilizada se calculó considerando un error de 5%, un nivel de confianza de 95%.

La población a la que se le aplicó la encuesta está estructurada de la siguiente forma: Pregrado 3000 estudiantes, muestra estimada 341 encuestas, sin embargo, no se logró el total de encuesta que se requerían y se trabajó 267 que representan un nivel de confianza de 90% aproximadamente. No fue posible aplicar la encuesta a las otras categorías que hacen parte de la comunidad educativa en esta oportunidad.

Como una segunda actividad de la primera etapa se actualizó el SIG de ubicación de la comunidad universitaria, con el fin de conocer las distancias recorridas, para ello, se tuvieron en cuenta las localidades y municipios de la aún no definida área metropolitana de Bogotá.

En la segunda etapa se evaluaron diferentes indicadores que permiten hacer un análisis de la tendencia del comportamiento de la movilidad.

- *Diseño del SIG de ubicación de la población universitaria*

El SIG de ubicación de la población universitaria se elaboró con un total de 5918 direcciones entre estudiantes, empleados y personal de servicios. El anexo 2 muestra la metodología utilizada.

3.3 Procesos metodológicos

En este apartado se explica de manera general los métodos que se utilizaron durante el desarrollo del presente trabajo.

- *Modelación estadística de la información e indicadores*

En esta etapa se procede a realizar el análisis estadístico de la información. Para esto, se analiza cada pregunta por separado y se crean tablas de datos de cada una de las respuestas a cada una de las propuestas en la encuesta de movilidad 2020. Además, se define que el análisis estadístico va a contener información organizada por frecuencias relativas, acumuladas, diagramas de torta para analizar las tendencias de los grupos de población en estudio y llegar a obtener así indicadores que permitan llevar a conclusiones que determinen cómo se comportan las zonas de influencia analizadas y su población respecto a movilidad.

- *Análisis de aforos de bicicletas año 2017*

Se hace una propuesta de cómo se pueden estimar las emisiones de CO₂ a través de la promoción del uso de la bicicleta como una alternativa de transporte amigable. Para



la mejor solución alternativa y así buscar entonces una medida de implementación para que pueda ser aplicada a futuro, se recomienda que, la propuesta escogida cumpla las características para que sea viable, factible económicamente, que tenga un buen criterio ingenieril y lo más importante, que cumpla la característica de ser la que más mitigue el impacto ambiental.

Tabla 1 Datos estadísticos según residencia por localidad encuesta 2020 ECIJG. Fuente: Propia

Localidad	Cantidad	Proporción
Antonio Nariño	2	0,9%
Barrios unidos	5	2,2%
Bosa	8	3,5%
Chapinero	1	0,4%
Ciudad Bolívar	4	1,8%
Engativá	31	13,7%
Fontibón	10	4,4%
Kennedy	15	6,6%
Los Mártires	4	1,8%
Puente Aranda	7	3,1%
Rafael Uribe Uribe	5	2,2%
San Cristóbal	4	1,8%
Santa fe	2	0,9%
Suba	76	33,6%
Teusaquillo	2	0,9%
Tunjuelito	3	1,3%
Usaquén	47	20,8%
Total, encuestados	226	100%

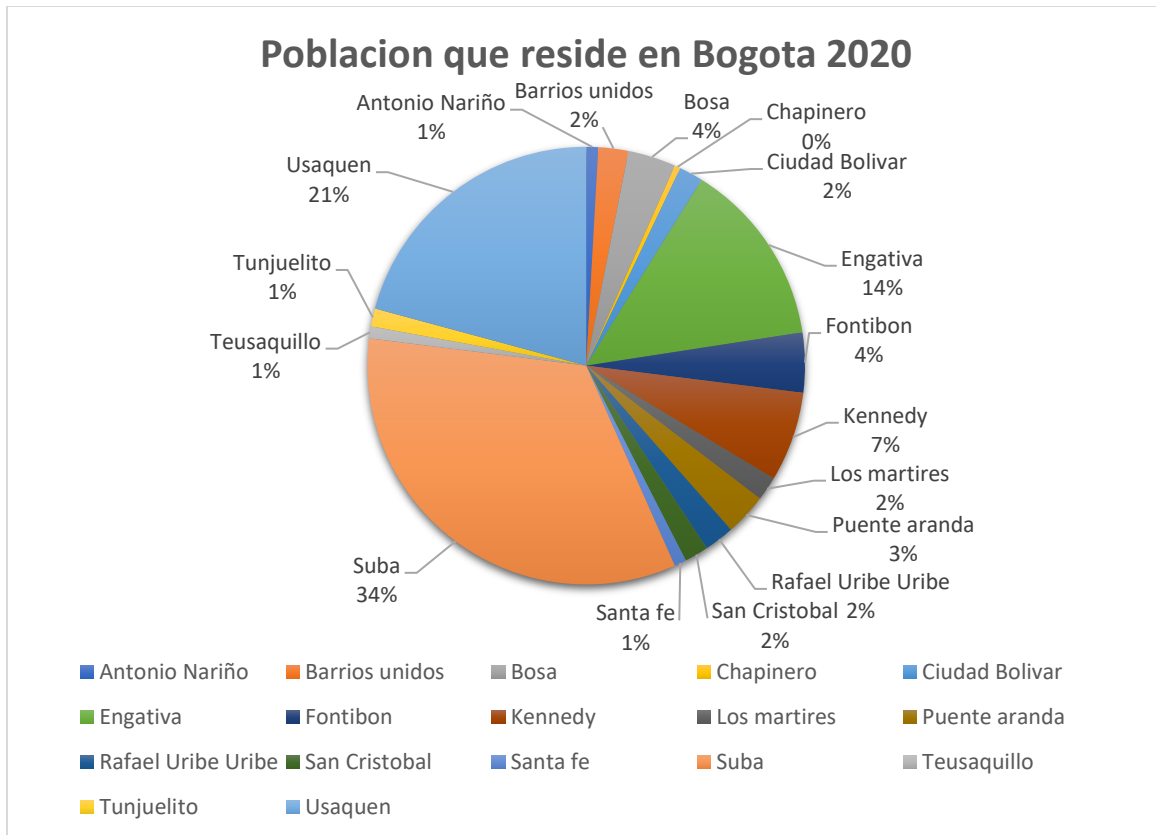


Ilustración 8 Estadísticos obtenidos según localidades de Bogotá encuesta 2020 ECIJG, Fuente: propia

Tabla 2 Residencia según municipio encuesta 2020 ECIJG, Fuente: propia

Municipio	Cantidad	Proporción
Cajicá	6	15%
Chía	12	29%
Cogua	2	5%
Cota	2	5%
El Rosal	1	2%
Funza	2	5%
La Calera	1	2%
Madrid	1	2%
Nemocón	1	2%
Soacha	2	5%

Sopo	1	2%
Tocancipá	3	7%
Zipaquirá	7	17%
Total, encuestados	41	100%

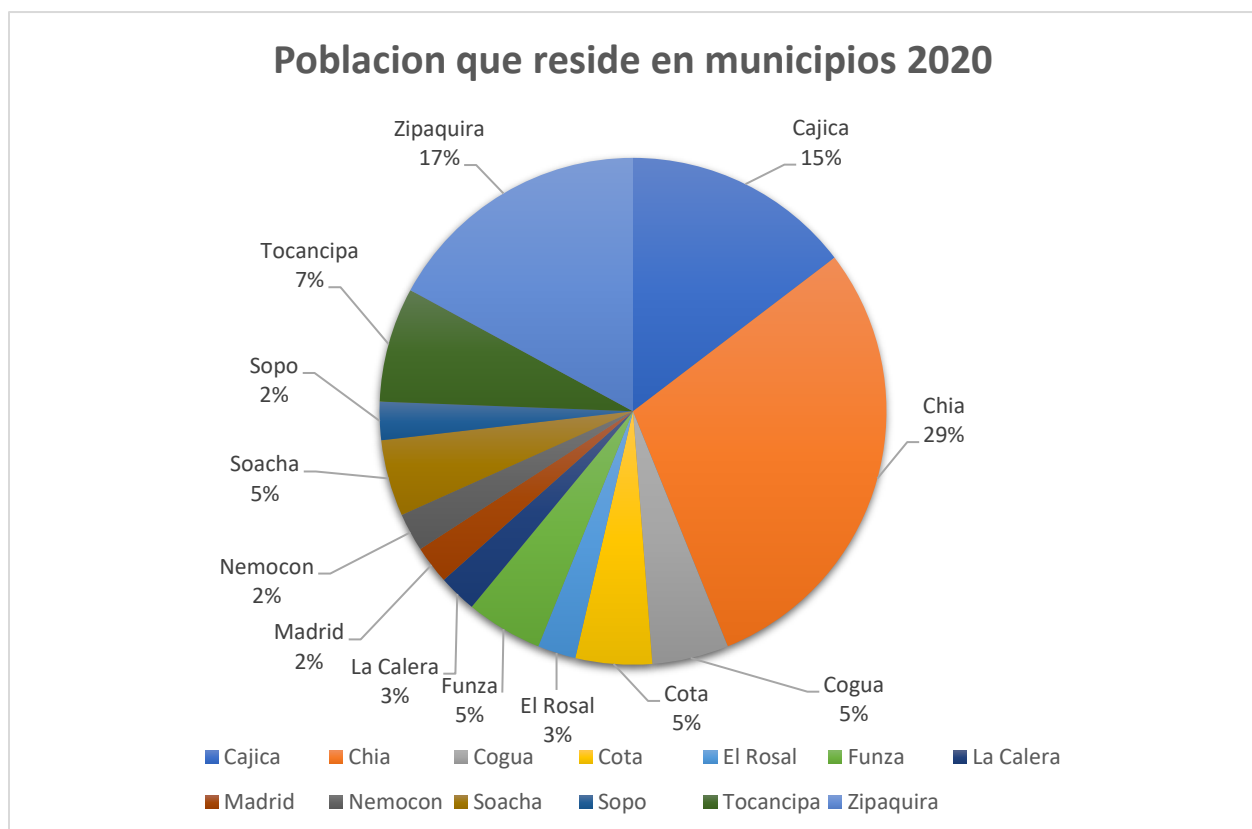


Ilustración 9 estadísticos de población según residencia encuesta 2020 ECIJG, Fuente: propia

La cuarta pregunta realizada fue ¿Cuál es la distancia en kilómetros entre su residencia y la escuela?, para ello se dieron opciones de rangos de 5 kilómetros con una única opción de respuesta, para un total de 267 encuestados se obtuvieron los siguientes resultados:

(si y no) con única respuesta, para un total de 267 encuestados se obtuvieron los siguientes resultados:

Propuesta uso de la bici 2020

Respuesta	Cantidad	Proporción
Si	186	70%
No	81	30%
Total, encuestados	267	100%

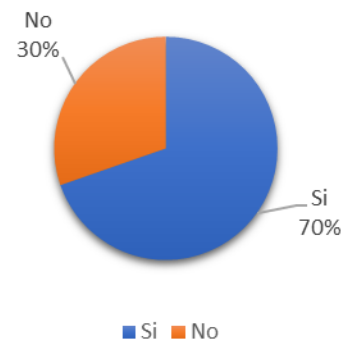


Ilustración 12 estadísticos obtenidos de aceptación de uso de la bici encuesta 2020 ECIJG, Fuente: propia

La séptima pregunta realizada fue ¿en qué medio o medios de transporte se moviliza para llegar a la escuela?, para esta respuesta se dio la oferta de once medios diferentes de transporte, donde podían escogerse uno o varios según el encuestado lo prefiriera, los 267 encuestados realizaron entre todos la elección de 655 casillas entre las respuestas, para ello se realizó un compilado general de los modos de acuerdo con la cantidad de veces que se seleccionó cada una de las casillas de oferta de medios de transporte, se tuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3 Datos obtenidos de medios de transporte que usa la comunidad encuesta 2020 ECIJG, Fuente: propia

Medio	Cantidad	Proporción
Intermunicipal	68	10,4%
Alimentador	141	21,5%
Transmilenio	143	21,8%
Automóvil propio	43	6,6%

Automóvil compartido	28	4,3%
SITP	130	19,8%
Bicicleta-patineta	36	5,5%
Motocicleta o ciclomotor	19	2,9%
Caminando	25	3,8%
Taxi-aplicaciones	20	3,1%
Vehículos eléctricos	2	0,3%
Selecciones	655	100%

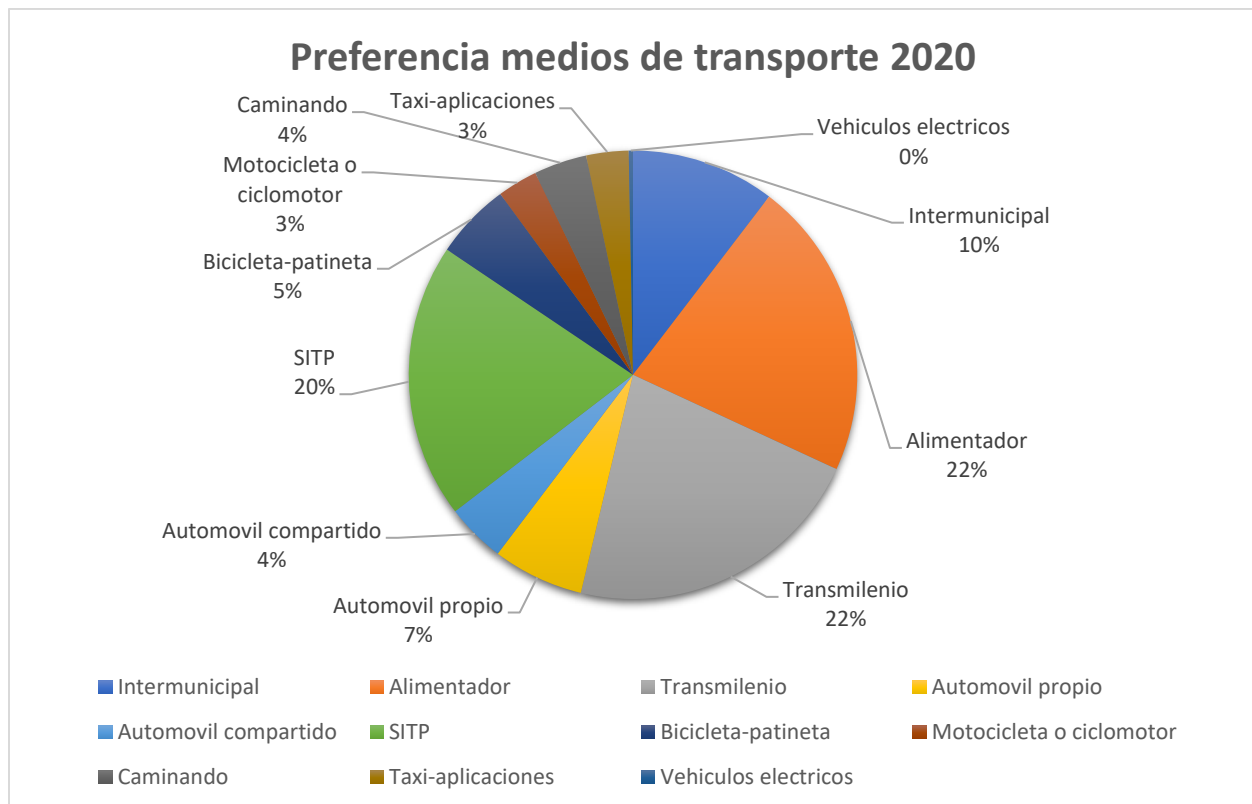


Ilustración 13 Estadísticos de preferencias de medios de transporte encuesta 2020 ECIJG, Fuente: propia

Finalizado el proceso de encuestado se revisó mediante filtros la información para así detectar inconsistencias, tales como casillas vacías, cruce de información o población que fuera diferente a los estudiantes, para esta ocasión mediante el filtro se eliminó

únicamente la información que se tomó a grupos de interés diferente al de estudiantes de pregrado, ya que no se pudo cumplir con el número de encuestados deseado.

4.2.2 Análisis de los resultados de la encuesta de movilidad 2020 y aplicación de indicadores

Una vez realizado el compilado general de resultados y filtros de información, se proceden a analizar el comportamiento de los datos para entender la población de estudio, por pregunta se tiene los siguientes análisis por indicador:

Para la primera pregunta se puede observar que predomina el género masculino por una pequeña diferencia porcentual, obteniendo entonces que la comunidad tiende a ser equilibrada en cuanto a cantidad de mujeres y hombres, más adelante se utilizara este indicador para determinar la preferencia de movilidad por género.

Para la segunda pregunta se puede observar que la comunidad estudiantil de pregrado está en el rango de edades entre los 15 a 25 años representando del total de la muestra al 94,8% del total de los encuestados, el porcentaje restante son estudiantes que tienen más de 26 años, esto quiere decir que la comunidad de estudiantes es joven en su mayoría.

Para la tercera pregunta se pueden observar tres comportamientos importantes, como primer indicador se tiene que la mayoría de los encuestados residen en la ciudad de Bogotá y el restante de ellos vive en municipios aledaños, como segundo indicador se

tiene que para aquellos que viven en Bogotá, las localidades que poseen mayor número de personas de la institución son Suba, Usaquén y Engativá, por ende se puede deducir que la mayoría de viajes generados a la escuela provienen en un alto porcentaje de dichas localidades y adicionalmente son puntos de movilidad críticos, pues las poblaciones en general en estas localidades son muy densas, como tercer indicador se tiene que los municipios que más generan viajes con destino a la escuela son los de Zipaquirá, Cajicá y Chía, pues, al ser tan cercanos a la ciudad hacen que mucha gente de allí se interese por asistir a la institución a realizar su proceso de estudio.

Para la cuarta pregunta se puede observar una tendencia de empate en algunas de las respuestas dadas, esto es muy significativo, ya que esto da a conocer que la comunidad no se concentra en una sola zona de la ciudad sino que está repartida de una manera diversa y amplia, lo cual para la generación de viajes es de gran importancia, pues, al buscar que la gente se motive a usar un transporte alternativo amigable como la bici se hace difícil para personas que vivan a más de 10 kilómetros de la institución, ya que aumentaría su tiempo de viaje y pueden verse afectados respecto a sus horas de llegada y salida.

En la quinta pregunta se puede observar que los encuestados asisten a la institución mínimo 2 días y máximo 6, esto se da debido a que las horas presenciales de las asignaturas están en un rango de 3 a 7,5 horas semanales de asistencia, por ende, los casos de asistencia de un solo día son poco comunes.

La sexta pregunta muestra la amplia aceptación al uso de la bicicleta, lo cual indica que la comunidad estaría dispuesta a cambiar su modo de desplazarse a la institución si se llegara a crear una red de ciclo infraestructura adecuada, despertando así un interés común en reducir notoriamente la huella de carbono a la cual aportan al usar transportes poco sostenibles.

La pregunta siete señala las preferencias de la comunidad a la hora de movilizarse, se tiene como medio preferente el Sistema Transmilenio seguido por el uso de las rutas alimentadoras como complemento de viaje, también hay cierta preferencia por medios como el sistema integrado de transporte público (SITP) y para aquellos que no residen en la ciudad el uso de las flotas intermunicipales.

Adicionalmente se compararon grupos de preguntas con el fin de identificar comportamientos que permitan comprender un poco más algunos aspectos de la movilidad en el campus.

4.2.3 Evaluación de indicadores

Se calcularon los siguientes indicadores: franjas horarias de mayor demanda de viajes para llegada y salida; viajes por franja horaria y distribución modal por género.

- En que medios de transporte se va de la Escuela (puede seleccionar varios dados el caso):

- Hora promedio en que llega a las instalaciones de la Escuela

- Hora promedio en que sale a las instalaciones de la Escuela

Las horas promedio se organizaron en franjas horarias de la siguiente forma:

- *Primera franja 6 AM-10 AM:* La primera franja corresponde al intervalo horario que va desde las 6:00am hasta las 10:00am, se agrupó los modos de acuerdo con la cantidad de veces que se seleccionó cada una de las casillas de oferta de medios de transporte, se tuvieron los siguientes resultados:

Tabla 5 Porcentaje de viajes, franja 6am-10am encuesta 2020 ECIJG, Fuente: Propia

6am-10am		
Medio	Cantidad	Proporción
Intermunicipal	61	10,8%
Alimentador	123	21,8%
Transmilenio	124	22,0%
Automóvil propio	34	6,0%
Automóvil compartido	26	4,6%
SITP	113	20,0%
Bicicleta-patineta	32	5,7%
Motocicleta o ciclomotor	10	1,8%
Caminando	22	3,9%
Taxi-aplicaciones	17	3,0%
Vehículos eléctricos	2	0,4%
Selecciones	564	100%

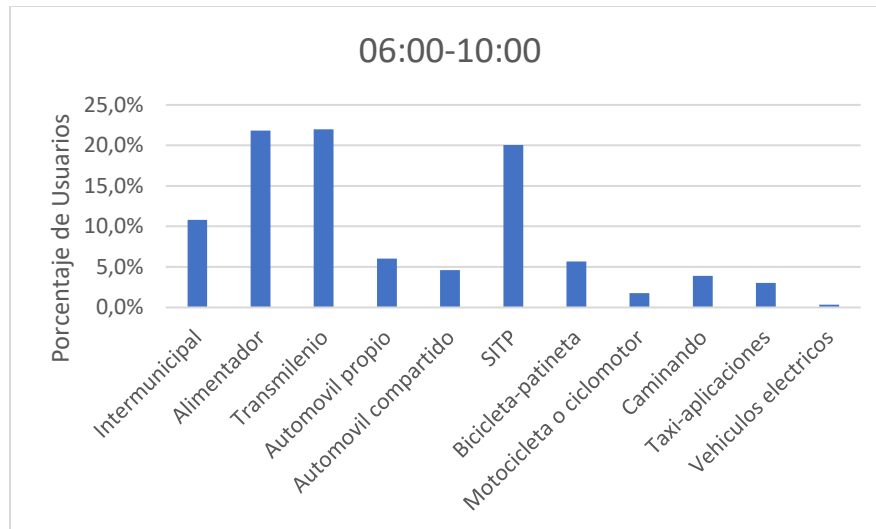


Ilustración 15 Porcentajes de viajes Franja 6:00am-10:00am, Fuente: Propia

- **Segunda franja 10 AM-4 PM:** La segunda franja corresponde al intervalo horario que va desde las 10:00am hasta las 4:00pm, en la cual se realizó un compilado general de los modos de acuerdo con la cantidad de veces que se seleccionó cada una de las casillas de oferta de medios de transporte, se tuvieron los siguientes resultados:

Tabla 6 Porcentaje de viajes, franja 10:00am-4:00pm encuesta 2020 ECIJG, Fuente: Propia

10am-4pm		
Medio	Cantidad	proporción
Intermunicipal	23	8,7%
Alimentador	59	22,3%
Transmilenio	59	22,3%
Automóvil propio	15	5,7%
Automóvil compartido	10	3,8%
SITP	58	22,0%
Bicicleta-patineta	16	6,1%
Motocicleta o ciclomotor	8	3,0%
Caminando	8	3,0%

- *Evolución de porcentaje de modos de transporte 2017-2020*

Como tercer aspecto a comparar entre los resultados de ambas encuestas se analizó la evolución del uso de los modos de transporte en porcentaje, para esto se tomaron en cuenta las preguntas:

Encuesta de 2017:

- ¿En qué medio de transporte llega a la Escuela?
- ¿En qué medio de transporte se va de la Escuela?

Encuesta de 2020:

- ¿En qué medios de transporte llega a la Escuela? (puede seleccionar varios dados el caso)

¿En qué medios de transporte se va de la Escuela? (puede seleccionar varios dados el caso)

Para la encuesta de 2020 se realizó una agrupación general de los modos de acuerdo con la cantidad de veces que se seleccionó cada una de las casillas de oferta de medios de transporte, y a su vez se sumaron los valores obtenidos entre Alimentador y Transmilenio; Automóvil compartido y automóvil Propio, con el fin de encontrar en cuales modos ha aumentado el número de usuarios y en cuales ha disminuido:

Tabla 11 Modos de transporte 2017 y 2020, Fuente: Propia

Medio	2017		2020	
	Cantidad	Proporción	Cantidad	proporción
Transmilenio	307	36,9%	284	43,4%
SITP	230	27,7%	130	19,8%
Automóvil propio	127	15,3%	73	11,1%
Intermunicipal	73	8,8%	68	10,4%
Bicicleta-patineta	50	6,0%	36	5,5%
Motocicleta o ciclomotor	23	2,8%	19	2,9%
Taxi-aplicaciones	20	2,4%	20	3,1%
Caminando	1	0,1%	25	3,8%
Selecciones	831	100%	655	100%

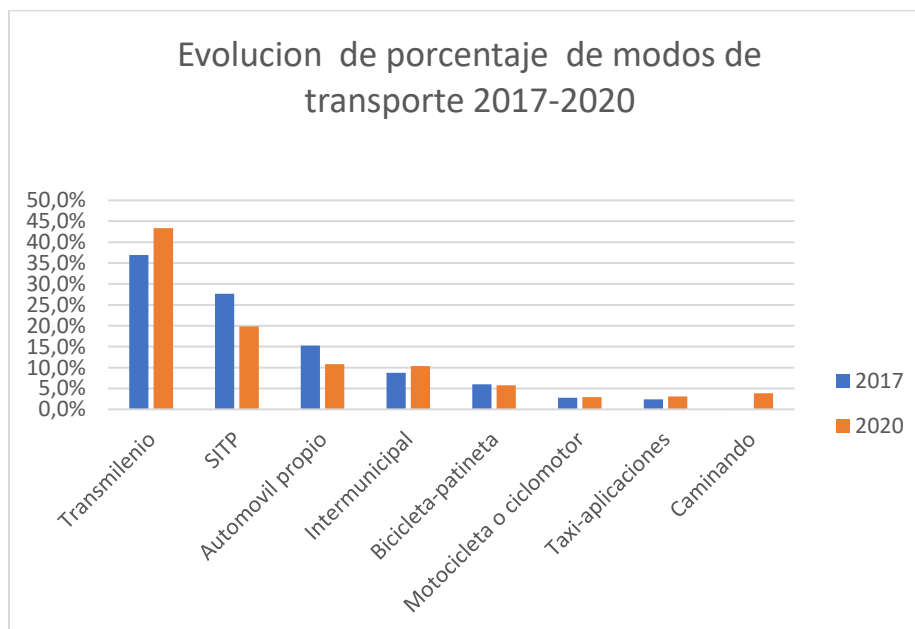


Ilustración 22 Evolución de porcentaje de modos de transporte 2017-2020, Fuente Propia

Del grafico anterior se pudo analizar que para 2017 el uso del automóvil representaba un 15,3% de los viajes, mientras que para el año 2020 representa un 10,9%.

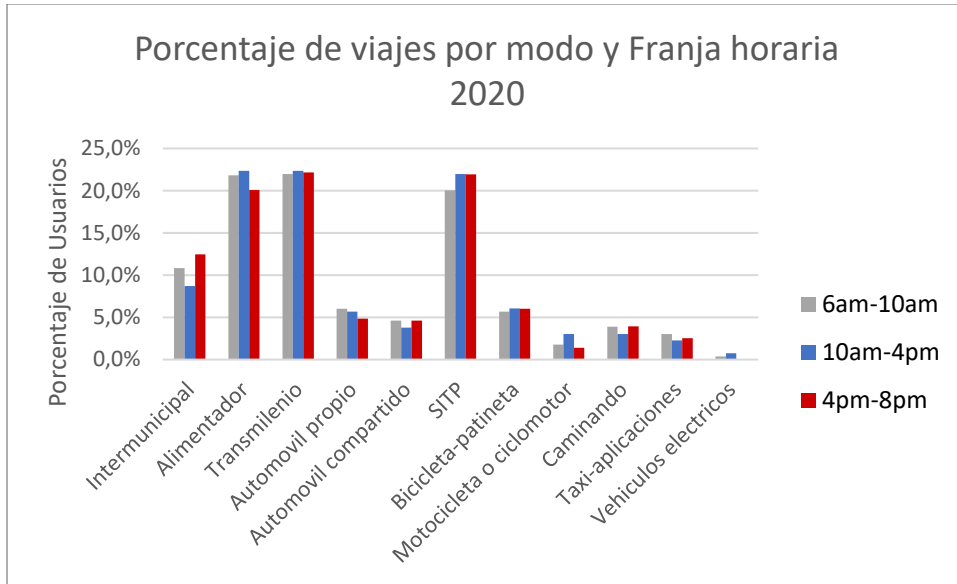


Ilustración 25 Porcentajes de viajes por modo y Franja horaria, Fuente: Propia

CAPITULO 5. PROPUESTA SOBRE CALCULO DE EMISIONES EN UN CAMPUS UNIVERSITARIO

Un objetivo de este estudio es identificar una metodología que permita evaluar las emisiones que se producen por los desplazamientos a y desde el campus universitario.

Se analizaron dos ejemplos específicos (García F., et al., 2015) en su publicación “*Análisis de la movilidad en campus universitarios integrados en zonas urbanas*” señalan que muchos gobiernos no se preocupaban por la sostenibilidad del transporte y las emisiones. Hacen énfasis en que hasta el año 2007 se creó la primera guía sobre el transporte sostenible, a partir de ello crearon su metodología basada en encuestas para conocer la distribución modal, distancias medias diarias recorridas por el personal encuestado y el porcentaje de ocupación de los vehículos con el fin de conocer el consumo energético de combustibles para la universidad de Sevilla, España.

Ellos, realizaron análisis de reparto modal, plazas de parqueo, frecuencias horarias de las rutas que toman los alumnos de dicha institución, aforos de bicicletas y finalmente se propuso una metodología para hacer el inventario ambiental de la huella de carbono, con el fin de evaluar las emisiones producidas por el uso del transporte de la comunidad encuestada y repartida en diferentes transportarse.

En el segundo estudio realizado por la Universidad Central de Venezuela, (Franco, Lilia, 2014) en el artículo (*La movilidad sostenible en campus universitarios: una*

comparación de las mejores prácticas en Estados Unidos y Europa. Aplicabilidad en Universidades Venezolanas) propone que las emisiones de CO₂ deben ser reducidas al mínimo proponiendo alternativas de uso de transporte sostenible como lo han incentivado en Europa y Estados Unidos: Este estudio y el anterior de la Universidad de Sevilla tienen en común que el desplazamiento de personas surge por diferentes motivos y es de vital importancia para el desarrollo de centros urbanos, y proponen como solución el uso del transporte público, aumentar la seguridad vial para medios de transporte como la bicicleta y para los peatones en general, el usar vehículos compartidos si se trata de usar el vehículo particular, y una mejor organización por parte de los entes territoriales que manejan el transporte, esto con el fin de que los niveles de emisiones de CO₂ se vean altamente reducidos haciendo ajustes a la movilidad y según lo que posea cada país replantear el uso del transporte existente.

5.1 Propuesta de un modelo de evaluación de emisiones

Con base en lo anteriormente expuesto, se buscó una metodología que fuera para que los encargados de la planificación de la movilidad del campus la puedan aplicar fácilmente. Para poder determinar las emisiones de carbono producidas en un lugar se hace necesario obtener valores de una encuesta de movilidad de personas, esto con el fin de conocer el valor a partir de la cantidad de desplazamientos realizados y en función de cuales medios de transporte usa para hacerlos, para ello se tiene la siguiente fórmula de cálculo directo de emisiones como se realiza en (Metodología para el cálculo de la

huella ecológica en universidades del congreso nacional medio ambiente España,2012)
que calcula las emisiones en función de los combustibles que se utilizan.

$$Emisiones(KgCO_2) = Consumo(gal) * FactorEmision\left(\frac{KgCO_2}{gal}\right)$$

De dicha ecuación se deben obtener primero los factores de emisión, al ser este estudio relacionado con la movilidad se hace necesario conocer los factores de emisión para combustibles como el Diesel, la gasolina y el GNV, dichos factores se ven en la siguiente tabla, la cual se obtuvo del documento (factores de emisión considerados en la herramienta de cálculo de la huella de carbono corporativa) de la fundación Natura Colombia:

Tabla 12 Factores de Emisión para los combustibles, Fuente: Fundación Natura Colombia

TIPO DE COMBUSTIBLE	COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN kg CO ₂ e/TJ	PODER CALORÍFICO INFERIOR MJ/kg	DENSIDAD (kg/m ³)	FACTOR DE EMISIÓN kg CO ₂ e/Gal
Líquido	ACPM	74869	42.37	869.94	10.45
	Combustóleo	80570	39.28	1020.68	12.23
	Crudo de Castilla	77956	40.60	945.55	11.33
	Diesel Genérico	73920	42.67	869.94	10.39
	Gasolina Genérico	74570	42.44	742.08	8.89
	Kerosene Col.	74077	42.73	833.99	9.99
	Kerosene Genérico	74825	42.35	833.99	10.00
	Oil Crude	79019	39.64	960.00	11.38
Sólido	Bagazo	62615	26.91	No Aplica	1.68
	Carbón Genérico	97257	25.23		2.45
	Fibra Palma de Aceite	94114	20.49		1.93
	Leña	80895	22.78		1.84
	Madera – Genérico	107708	10.72		1.15
Gaseoso	Biogás Central	84627	23.30	No Aplica	1.97
	Coke Gas D	43646	17.67		0.77
	Gas Domaci	55101	33.80		1.86
	Gas Líquido D	65528	108.55		7.11
	Gas Natural Genérico	55101	33.80		1.86
	LNG Genérico	55101	33.80		1.86
	LPG Genérico	65528	108.55		7.11
	LPG Propano	66254	123.88		8.21
	Oil Gas	60707	44.07		2.68

Como ejemplo se toma para el uso del Transmilenio según la cantidad de encuestados, el porcentaje de ellos que usa dicho medio y las distancias que recorren de su hogar a la escuela, para ello también se tiene en cuenta la capacidad de combustible que puede almacenar el vehículo, en este caso dicha capacidad es de 80 galones, se tiene entonces los siguientes resultados:

Tabla 13 Datos vehículo y cantidad de usuarios que lo usan, Fuente: Propia

Distancia recorrida	Vehículo	Usuarios encuesta 2020	Usuarios por distancia	Factor de Emisión (kgCO ₂ /gal)	Capacidad vehículo (Gal)
0-5 KM	Transmilenio	143	24%	10,45	80
6-10 KM			45%		
11-15 KM			29%		
16-20 KM			34%		
25-30 KM			29%		
Mayor a 30 KM			26%		

A partir de los datos anteriormente definidos y junto con los datos de interés de la encuesta de movilidad respecto a distancias recorridas se procede a calcular el consumo promedio diario en galones de combustible por un solo usuario.

Tabla 14 Consumos por viaje y diarios de combustible, Fuente: Propia

Distancia mínima (km)	Distancia máxima (km)	Consumo min diario por viaje (Gal)	Consumo max diario por viaje (Gal)	Consumo promedio diario (Gal)
0	5	0,00	0,06	0,03
6	10	0,08	0,13	0,10
11	15	0,14	0,19	0,16
16	20	0,20	0,25	0,23
25	30	0,31	0,38	0,34
31	>31	0,39	> 0,39	0,35 o mas

Para poder usar la anterior expresión matemática se debe conocer la superficie del campus universitario, el valor de emisiones que produce por el uso de vehículo como se y un coeficiente de fijación el cual se debe buscar según el uso del suelo y se relaciona con la retención de biomasa en el campus. Finalmente, es importante usar un modelo de simulación para generar los mapas de calor de acuerdo con los datos que se le ingresen y la simulación del tráfico para conocer la cantidad de carbono que se produce en general.

5.2 Propuesta de implementación de modos alternos de transporte

Con el fin de demostrar la importancia de potenciar los modos alternos de transporte como la bicicleta, se analizó el aforo de bicicletas realizado en 2017 por el Centro de Vías y Transporte para encontrar si la infraestructura actual de parqueaderos es suficiente o se debe adecuar para promocionar el incremento del uso de la bicicleta. Los datos que se presentan en la ilustración 26 corresponden al viernes 11 de agosto de 2017 y se obtuvo lo siguiente:

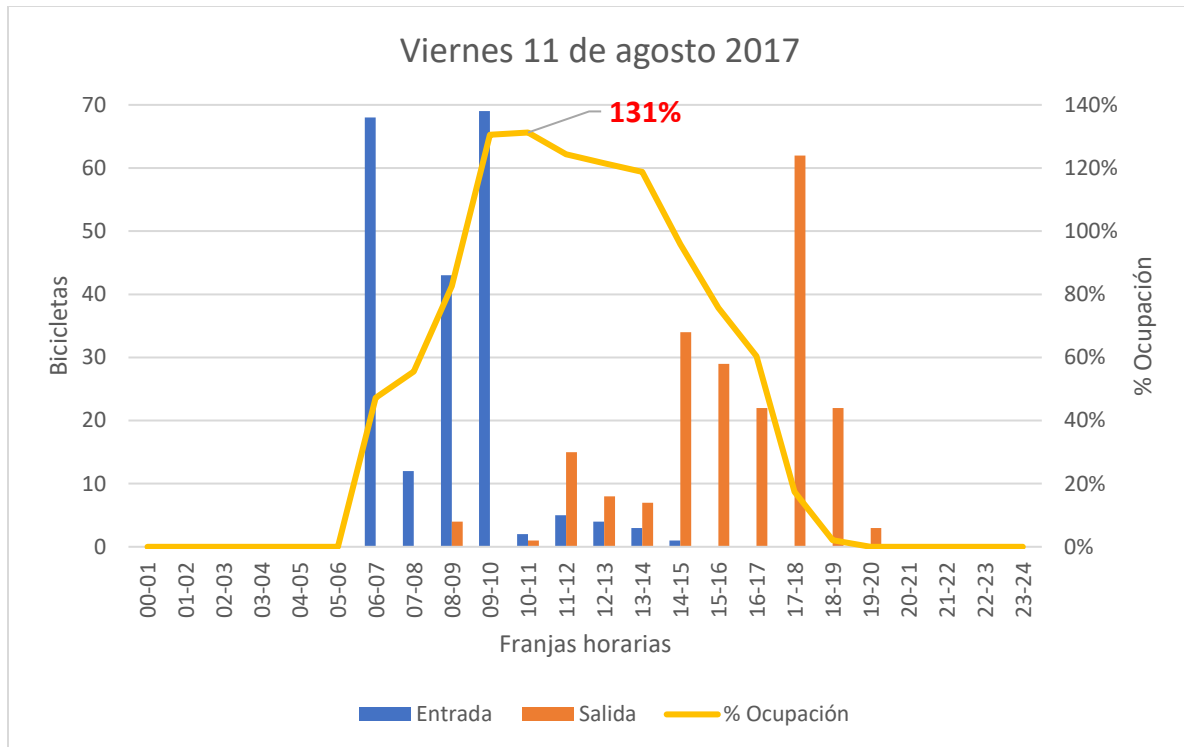


Ilustración 26 Aforos y porcentajes de ocupación para bicicletas del día 11 de agosto de 2017, Fuente: Aforos realizados por el Centro de Vías y Transporte (2017)

Como se observa los usuarios de este modo de transporte que llegan después de las 9 a.m. no encuentran parqueaderos disponibles, en ese horario, ya se supera el 100% del área asignada (parqueadero totalmente sin cupos) hasta en un 31% de su capacidad real. La solución parcial que se brinda consiste en utilizar el espacio destinado para una bicicleta, para dos o más bicicletas, por lo cual, es necesario ampliar el área disponible de parqueadero para este medio de transporte.

Al hablar de emisiones en este caso se hace entonces necesario readecuar los espacios destinados de infraestructura existentes para dicho medio, ya que se si se busca el uso



de transportes más sostenibles se debe tener espacio para que puedan ser parqueadas adecuadamente las bicicletas.

Este estudio debe realizarse también para otros medios de transporte que puedan llegar a los campus universitarios y así encontrar los diferentes comportamientos y porcentajes de ocupación que se deseen para futuros estudios.

CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El modo de transporte más utilizado para llegar a la Universidad en la hora pico de la mañana es el transporte público que incluye los buses intermunicipales tradicionales, el SITP y Transmilenio a través del servicio de Alimentadores.
- Al no existir infraestructura para bici usuarios o peatones que conecte el campus con las zonas residenciales, la población objeto de estudio prefiere tomar otras alternativas más seguras.
- Para poder determinar con mayor exactitud las emisiones de carbono producidas en función de los viajes que realizan las personas, se hace necesario hacer unos aforos a gran escala del conteo de pasajeros que se bajan de los buses y teniendo en cuenta la ruta que usaron, para así poder entender mejor los orígenes y destinos críticos en el ámbito de emisiones.
- Si se quisiera conocer a gran escala cómo se comportan las emisiones en general se hace necesario calcularlas para todos los medios de transporte que use la comunidad y así se encontrara a detalle la huella de carbono mediante el uso de herramientas computacionales, ya que el volumen de datos a tratar es bastante extenso.

BIBLIOGRAFÍA

Análisis de la movilidad en campus universitarios integrados en zonas urbanas (Francisco Lucas-García, Jesús Racero-Moreno, Cristina Torrecillas, José Manuel García-Sánchez) artículo 2015

Bogotá Como Vamos, (2019). Preocupa crecimiento de parque automotor en Bogotá.

Carme Miralles-Guasch (2009), De Universidad-Campus, Aislada Y Suburbana, Polo Metropolitano Del Conocimiento. El Caso De La Universidad Autónoma De Barcelona

López, N., (2012). Metodología para el cálculo de la huella ecológica en universidades. Congreso del Medioambiente. Universidad de Compostela. España.

Franco C Lilia, La movilidad sostenible en campus universitarios: una comparación de las mejores prácticas en Estados Unidos y Europa. Aplicabilidad en universidades venezolanas, Rev. Fac. Ing. UCV vol.29 no.2 Caracas jun. 2014.

García Francisco, Racero Jesús, Torrecillas Cristina y García José (2015), Análisis de la movilidad en campus universitarios integrados en zonas urbanas, universidad de Sevilla, Sevilla: España.

GPSVisualizer (2019), <https://www.gpsvisualizer.com/elevation>

Instituto de Investigaciones Parlamentarias. (2018). Diagnóstico de movilidad en la Ciudad en México: El impacto del crecimiento vehicular Liman, et al. (2009). Algunas particularidades de la movilidad urbana. Victoria Cannda.

Ministerio de Minas y energía (2018). Plan Integral de Cambio Climático

- Madrid
 - Mosquera
 - Nemocón
 - Soacha
 - Sibaté
 - Sopo
 - Subachoque
 - Tabio
 - Tenjo
 - Tocancipá
 - Zipacón
 - Zipaquirá
6. En que medios de transporte llega a la escuela (Puede seleccionar varios dados el caso)
- Transmilenio
 - SITP
 - Alimentador
 - Intermunicipal
 - Taxi-Aplicaciones de Transporte
 - Automóvil Propio
 - Automóvil compartido
 - Motocicleta o ciclomotor
 - Vehículos eléctricos
 - Bicicletas-Patinetas
 - Caminando
7. En que medios de transporte se va de la escuela a su destino (Puede seleccionar varios dados el caso)
- Transmilenio
 - SITP
 - Alimentador
 - Intermunicipal
 - Taxi-Aplicaciones de Transporte
 - Automóvil Propio
 - Automóvil compartido
 - Motocicleta o ciclomotor

- Vehículos eléctricos
 - Bicicletas-Patinetas
 - Caminando
8. Seleccione el total de kilómetros diarios que recorre entre la Escuela y su residencia: (Marca solo una respuesta)
- 0-5 Kilómetros
 - 6-10 Kilómetros
 - 11-15 Kilómetros
 - 16-20 Kilómetros
 - 25-30 Kilómetros
 - 31 kilómetros en adelante
9. ¿En qué rango se encuentran sus gastos diarios en transporte público? (Marca solo una respuesta)
- Menos de \$5.000
 - \$5.001-\$10.000
 - \$10.001-\$15.000
 - Mas de \$15.001
10. ¿Está conforme con el precio del transporte público?
- Si
 - No
11. ¿Cuántos días tiene a la semana tiene que asistir a la Escuela?
- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
 - 6
12. En caso de que usted use vehículo particular, ¿con cuántas personas comparte el vehículo? (si no viaja en vehículo particular seleccione la opción “No”. Usted no cuenta como 1 persona, es decir, si usted comparte su vehículo con alguien más seleccione la opción “1”)

17. ¿Cuánto tiempo emplea en llegar a su residencia desde la escuela?

- Menos de 30 minutos
- De 30 minutos a 1 hora
- De 1 hora a 1 hora y 30 minutos
- De 1 Hora y 30 minutos a 2 horas
- Mas de 2 horas

18. ¿Cuántos trasbordos realiza generalmente en su recorrido hasta la Escuela?

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- Mas de 4

19. ¿Cuántos trasbordos realiza generalmente en su recorrido hasta su residencia?

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- Mas de 4

20. Si existieran mejores opciones de infraestructura o modos de transporte, ¿estaría dispuesto a cambiar el modo que emplea actualmente?

- Si
- No

21. ¿Cree usted que los modos de transporte actuales son suficientes para desplazarse desde/hacia su localidad/municipio?

- Si
- No

22. Si existiera un sistema de rutas que transportara únicamente a la comunidad de la Escuela, ¿usted lo usaría?

- Si
- No

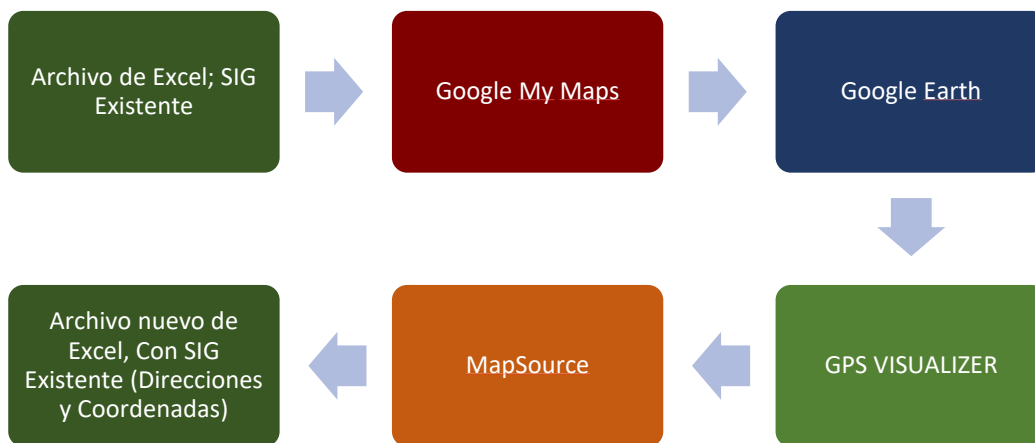


Ilustración 28 Resumen de la metodología paso a paso para el tratamiento colectivo de direcciones, Fuente: Propia

1. El primero paso es crear un filtro en la columna que contiene la lista de municipios con el fin de separar las direcciones que consideremos útiles según la necesidad del estudio.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Dir_corr	nom_ciu						
2	CALLE 42 f SUR # 87 B-18	LA MESA						
3	CALLE 8 N 25A-42 \$	LA MESA						
4	CALLE 5 #18-11 PISO 3 \$	LA MESA						
5	CALLE 7 17 29	LA MESA						
6	Cll 12a # 71b-61 torre 6 apto 103	LA MESA						
7	INSPECCIÓN SAN JOAQUIN TRANSVERSAL 6 N° 2-35 \$	LA MESA						
8	CARRERA10N11-15 \$XXXXX	VILLA DE LEIVA						
9	Calle 6 12-58	MIRAFLORES						
10	SAN JOSE BAJO \$	EL COLEGIO						
11	Calle 22d número 93-16 Casa 75	EL COLEGIO						
12	Carrera 12 D #18 73 sur	EL COLEGIO						
13	SUTATAUSA CUNDINAMARCA N/D	SUTATAUSA						
14	CALLE 4 #1-59	SUTATAUSA						
15	VEREDA CONCUVIA \$N/D	SUTATAUSA						
16	CLL 13 #4-19 SABREGO	OCAVA						
17	CRA 20 NRO 15 -77 \$	QUIBDO						
18	CALLE 15 # 10 - 30 BLOQUE 1 CASA 6 \$	FUNZA						
19	CL 17 NO 16-38 CASA 121/FUNZA/CUND \$	FUNZA						
20	CARRERA 8 NO. 6A - 01 CASA 37 \$	FUNZA						
21	AVENIDA 12 N 19 50 BARRIO LA AURORA \$	FUNZA						
22	CLL 13 # 2-42 \$	FUNZA						
23	CALLE 10A #15 27 \$	FUNZA						

Ilustración 29 SIG de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Fuente: SIG de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

- Para este caso las direcciones necesarias son las que pertenecen a Bogotá y las ciudades dormitorio, por lo cual se organizaron de la A a la Z y se copiaron en una nueva hoja.

	A	B	C	D	E	F	G	H
132	CARRERA 5 E Nr 16 B -16 altos de san miguel tocancipa	TOCANCIPA						
133	CARRERA 10 #9-71 LOS TILOS \$	TOCANCIPA						
134	SECTOR TOLIMA CASA 25 \$BOGOTA	TOCANCIPA						
135	VEREDA LA ESMERALDA \$	TOCANCIPA						
136	CALLE 16B 4E 42 \$	TOCANCIPA						
137	KM 20 AUTO NORTE VÍA TOCANCIPA \$	TOCANCIPA						
138	TRANSVERSAL 7 #15-51 MAN H CASA 194 \$	TOCANCIPA						
139	VEREDA CANAVITA \$	TOCANCIPA						
140	TORRES DE SAN JUAN BLOQUE 1 APTO 201 \$	TOCANCIPA						
141	CALLE 13B # 5-57	TOCANCIPA						
142	VDVERGANZO SCTOLIMA BQ19 AP304 \$	TOCANCIPA						
143	CARRERA 1 # 11-01 CASA 6 INT. 3 MILENIUM III \$	TOCANCIPA						
144	CALLE 13 N°4-91 \$	TOCANCIPA						
145	VRDA VERGANZO SECTOR LOS GOMEZ \$	TOCANCIPA						
146	TORRES DE SAN JUAN B/Q 23 APTO 204	TOCANCIPA						
147	CALLE 2 9F-81 TORRE 13-504 \$	TOCANCIPA						
148	CARRERA 8 N° 12-15 \$	TOCANCIPA						
149	VEREDA CANAVITA FC CHICO NORTE \$	TOCANCIPA						
150	CALLE 14 B N°4-10, LOS CEREZOS \$	TOCANCIPA						
151	URB LA ESMERALDA CASA 32	TOCANCIPA						
152	TOCANCIPA \$	TOCANCIPA						
153	CALLE 14B N3A36 2PISO LOS CEREZOS \$	TOCANCIPA						
154	FINCA SANTA ROSA VEREDA EL PORVENIR	TOCANCIPA						
	PREGRADO							
	POSGRADO							
	PREGRADO BOGOTÁ Y ALREDEDORES							

Ilustración 30 SIG de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito organizado por municipio. Fuente: SIG de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

- Utilizando la función Buscar y Reemplazar, se organiza la información, se borran los datos adicionales (apartamento, interior, casa, etc.), se normalizan los datos (por ejemplo, pasando de CL, CI, CII. a CALLE o Kra, Cra a CARRERA) de todos lo que viven en la ciudad de Bogotá y a la vez se borran los datos erróneos, como por ejemplo direcciones incompletas.

Direccion	Ciudad
AUTOPISTA MEDELLIN KM 14 PUENTE DE	MADRID
AUTOPISTA MEDELLIN KM11.5 VER. LA PUNTA	TENJO
AUTOPISTA NORTE KM 25 SOFROPOLIS	CHIA
AUTOPISTA NORTE KM 27 CS 14	CHIA
AVENIDA 1 DE MAYO TRANSVERSALV 72 N # 35 - 20	BOGOTA
AVENIDA 12 N 19 50 BARRIO LA AURORA	FUNZA
AVENIDA 12 SUR NO. 20-85	BOGOTA
AVENIDA 15 17 128	CHIA
AVENIDA 19#145-29	BOGOTA
AVENIDA 23 N° 10-05	ZIPAQUIRA
AVENIDA 7 #190-53	BOGOTA
AVENIDA 9 # 184 - 85	BOGOTA
AVENIDA AMERICAS # 75-43	BOGOTA
AVENIDA BOYACA #142A-55 BICENTENARIO2 603	BOGOTA
AVENIDA BOYACA CARRERA a #130-46	BOGOTA
AVENIDA BOYACA CARRERA A 128B 65	BOGOTA
AVENIDA BOYACA CARRERA A NO142A 55 APT 603 BI	BOGOTA
AVENIDA CALI # 89 - 24 2DO PISO	BOGOTA
AVENIDA CALLE 116 # 55C-40 N/A	BOGOTA
AVENIDA CALLE 130C 59D 75 TORRE 2	BOGOTA
AVENIDA CALLE 132#100A-39	BOGOTA
AVENIDA CALLE 145 #89 A 29 INTA	BOGOTA

Ilustración 31 SIG de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito con direcciones normalizadas. Fuente: Propia

- Una vez se realizó realizado el paso anterior, el archivo se guardó como libro de Excel (*.xlsx), con el fin de que pueda ser utilizado en Google My Maps como una nueva Capa. (*Google My Maps es un servicio de Google que permite a los usuarios crear mapas personalizados para uso propio*)

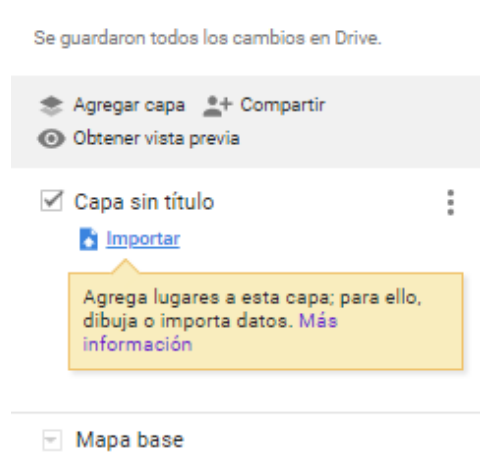


Ilustración 32 Ejemplo de creación de capa en My Maps, Fuente: Google My Maps

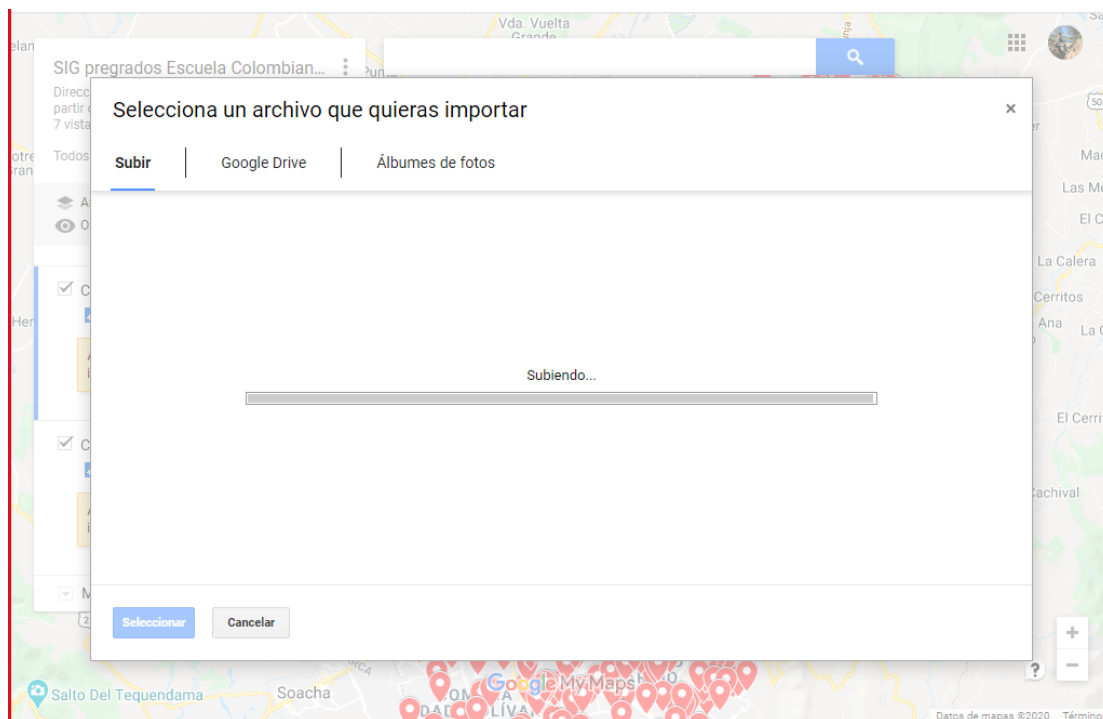


Ilustración 33 Cargue de datos en Google My Maps, Fuente: Google My Maps

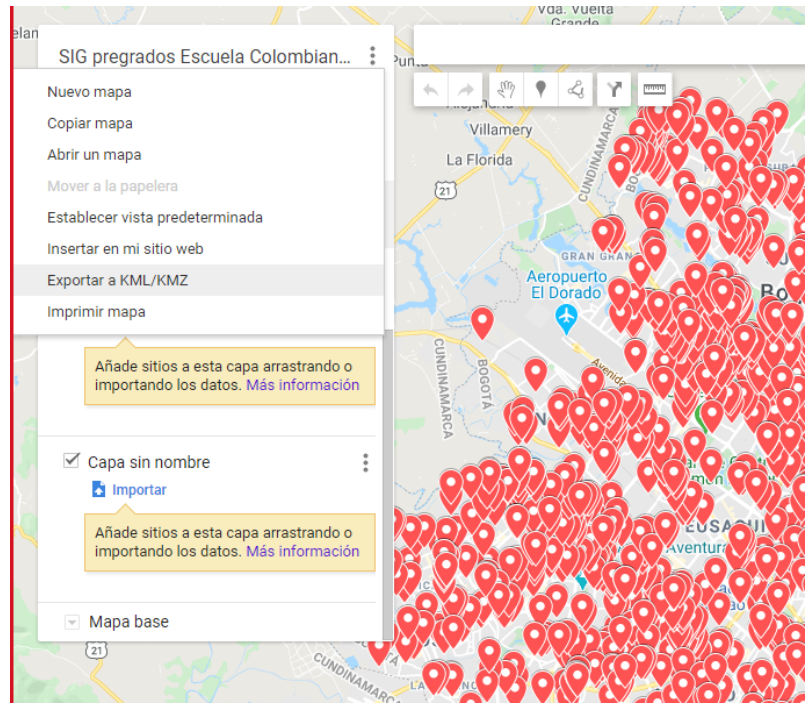


Ilustración 36 Ejemplo de exporte de una capa a KMZ, Fuente: Google My Maps

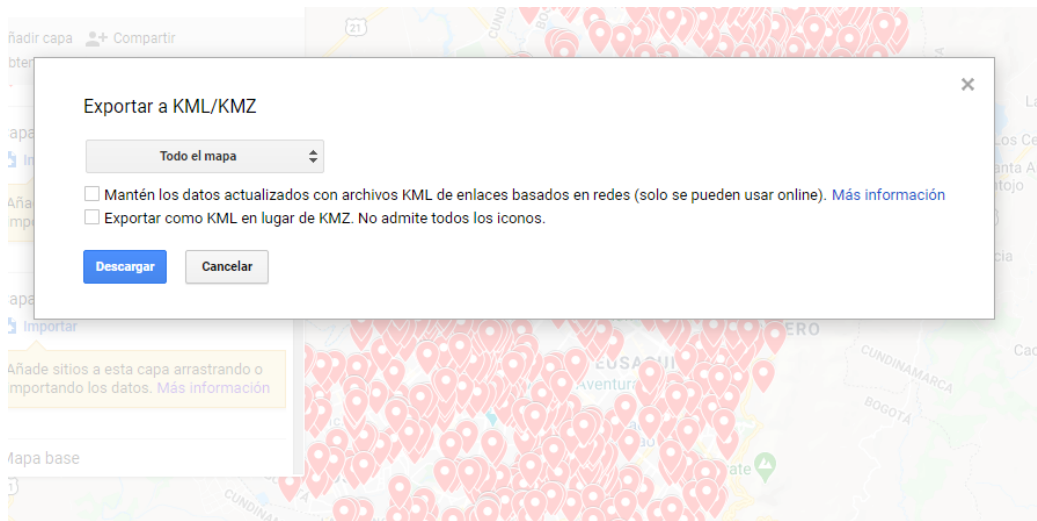


Ilustración 37 Menú de exportación de capa a KMZ, Fuente: Google My Maps

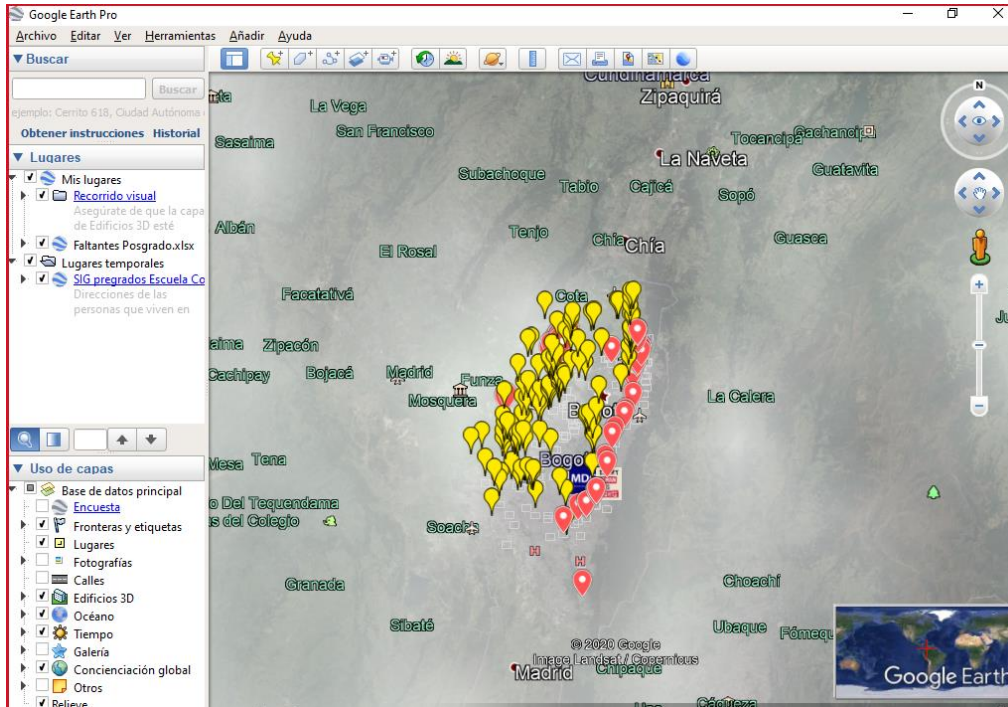


Ilustración 40 Capa abierta en Google Earth, Fuente: Propia, Google Earth

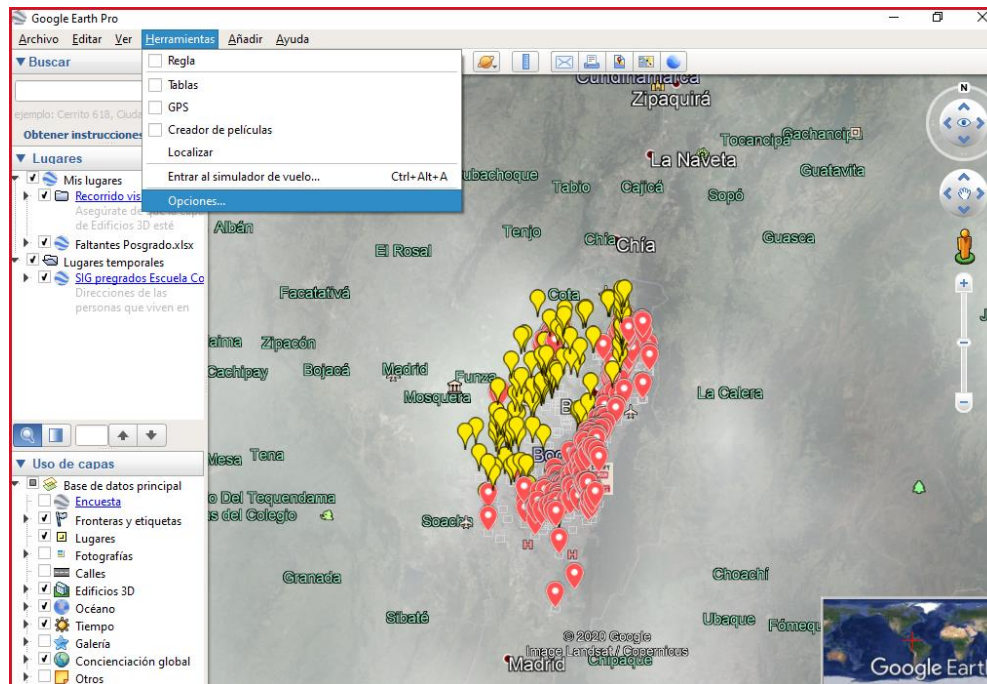


Ilustración 41 Menú de herramientas de Google Earth, Fuente: Propia, Google Earth

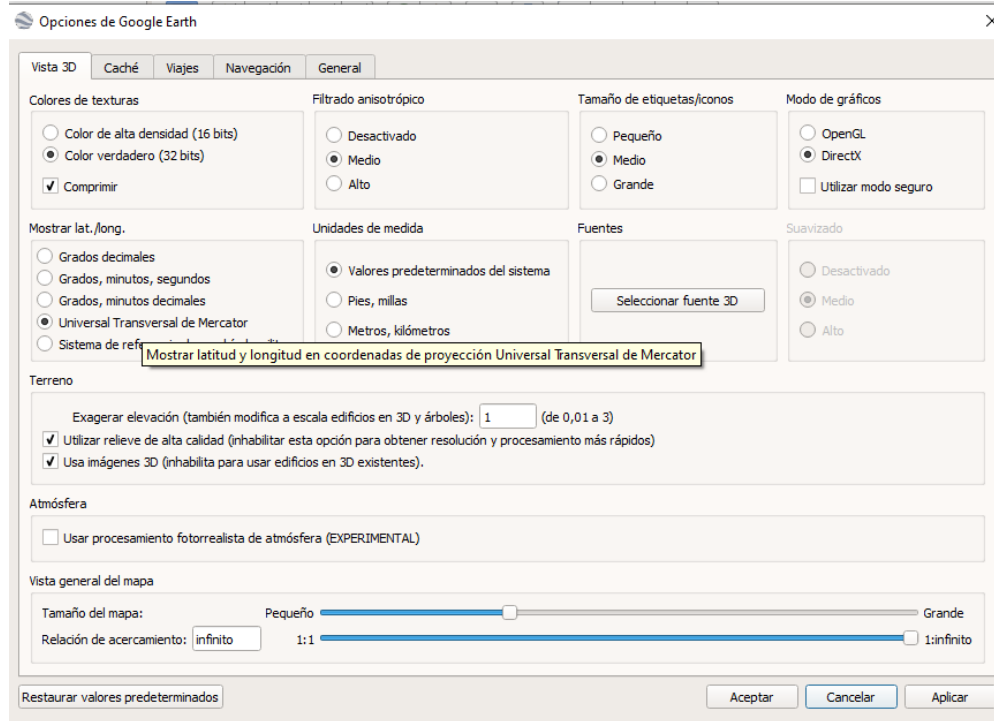


Ilustración 42 Opciones de Google Earth, Fuente: Google Earth

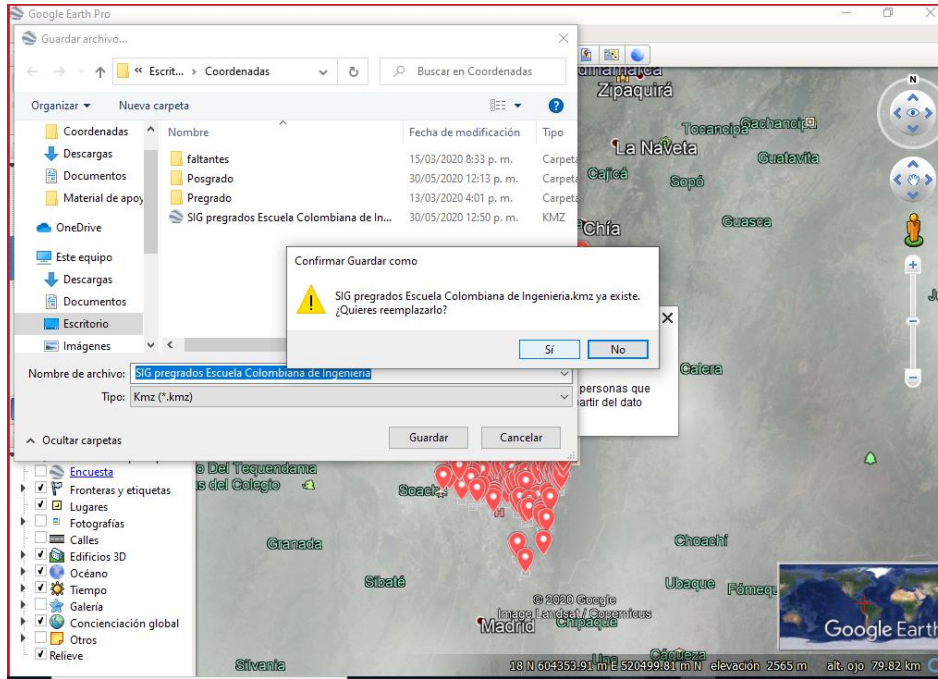


Ilustración 43 La nueva capa con coordenadas UTM se guarda reemplazando a la capa original, Fuente: Propia, Google Earth

8. Utilizando la página gpsvisualizer.com/elevation se cargó la capa KMZ con Coordenadas UTM para convertirla a un archivo .gpx (GPX o GPS eXchange Format (Formato de Intercambio GPS) es un esquema XML pensado para transferir datos GPS entre aplicaciones)

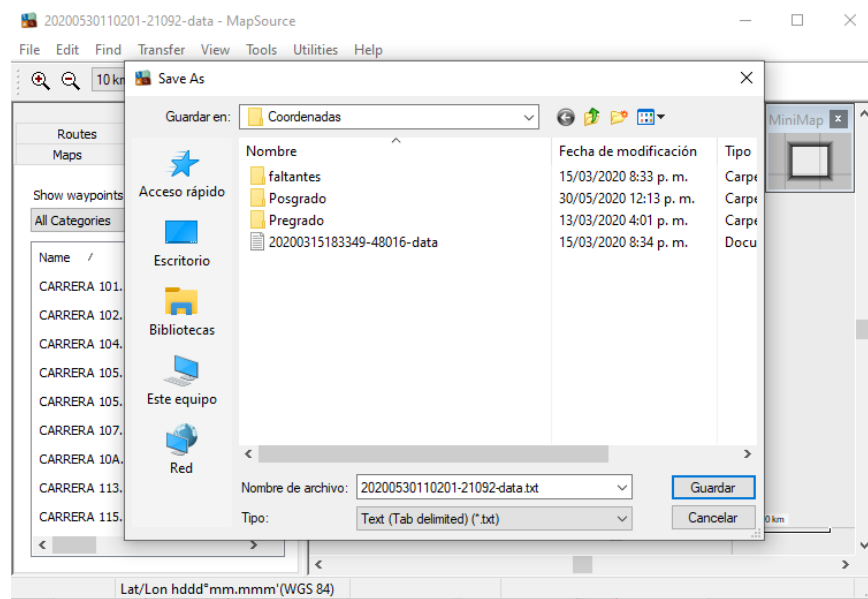


Ilustración 47 La capa .gpx se guarda como Archivo de texto (*.txt), Fuente: Propia, Map Source

- Finalmente, el archivo de texto resultante se importa en Excel donde se definen el contenido que ira en cada celda utilizando el asistente para importar texto.

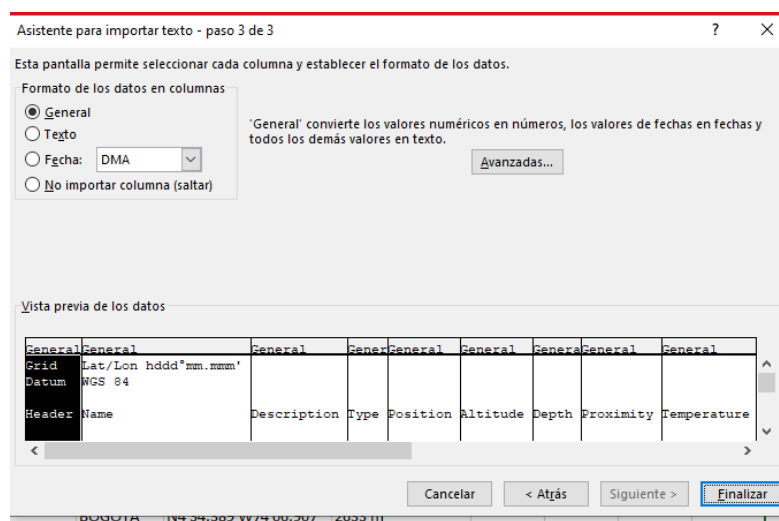


Ilustración 48 Distribución de Texto en cada columna, Fuente: Propia

Header	Name	Description	Type	Position	Altitude	Depth	Proximity	Temperature	Display Mod	Color	Symbol	Fa
Waypoint	CARRERA 10: BOGOTA	User Waypoi N4 44.480 W/ 2556 m									Symbol & Ne Unknown	Waypoint
Waypoint	CARRERA 10: BOGOTA	User Waypoi N4 43.884 W/ 2554 m									Symbol & Ne Unknown	Waypoint
Waypoint	CARRERA 10: BOGOTA	User Waypoi N4 40.121 W/ 2540 m									Symbol & Ne Unknown	Waypoint
Waypoint	CARRERA 10: BOGOTA	User Waypoi N4 42.225 W/ 2549 m									Symbol & Ne Unknown	Waypoint
Waypoint	CARRERA 10: BOGOTA	User Waypoi N4 41.912 W/ 2550 m									Symbol & Ne Unknown	Waypoint
Waypoint	CARRERA 10: BOGOTA	User Waypoi N4 42.301 W/ 2548 m									Symbol & Ne Unknown	Waypoint
Waypoint	CARRERA 10: BOGOTA	User Waypoi N4 36.060 W/ 2562 m									Symbol & Ne Unknown	Waypoint
Waypoint	CARRERA 11: BOGOTA	User Waypoi N4 45.464 W/ 2554 m									Symbol & Ne Unknown	Waypoint
Waypoint	CARRERA 11: BOGOTA	User Waypoi N4 45.161 W/ 2555 m									Symbol & Ne Unknown	Waypoint
Waypoint	CARRERA 12: BOGOTA	User Waypoi N4 44.208 W/ 2552 m									Symbol & Ne Unknown	Waypoint
Waypoint	CARRERA 13 BOGOTA	User Waypoi N4 36.287 W/ 2597 m									Symbol & Ne Unknown	Waypoint
Waypoint	CARRERA 13 BOGOTA	User Waypoi N4 36.195 W/ 2596 m									Symbol & Ne Unknown	Waypoint
Waypoint	CARRERA 13 BOGOTA	User Waypoi N4 36.277 W/ 2597 m									Symbol & Ne Unknown	Waypoint
Waypoint	CARRERA 13 BOGOTA	User Waypoi N4 35.494 W/ 2580 m									Symbol & Ne Unknown	Waypoint
Waypoint	CARRERA 13 BOGOTA	User Waypoi N4 41.513 W/ 2558 m									Symbol & Ne Unknown	Waypoint
Waypoint	CARRERA 13 BOGOTA	User Waypoi N4 37.856 W/ 2579 m									Symbol & Ne Unknown	Waypoint
Waypoint	CARRERA 13 BOGOTA	User Waypoi N4 35.489 W/ 2581 m									Symbol & Ne Unknown	Waypoint
Waypoint	CARRERA 13 BOGOTA	User Waypoi N4 36.287 W/ 2597 m									Symbol & Ne Unknown	Waypoint
Waypoint	CARRERA 13 BOGOTA	User Waypoi N4 35.494 W/ 2580 m									Symbol & Ne Unknown	Waypoint

Ilustración 49 Datos arrojados por MapSource al final de la metodología propuesta, Fuente: Propia

11. Se eliminan las columnas que no son de utilidad y finalmente se organizan las direcciones y las coordenadas en otra hoja.

	A	B	C	D	E	F	G	H
	Direccion	Ciudad	Coordenadas	Altitud				
2	DIAGONAL 43 A SUR # 28-81	BOGOTA	N4 32.818 W74 05.527	2776 m				
3	CARRERA 18 # 94-17	BOGOTA	N4 33.022 W74 08.616	2598 m				
4	CALLE 48 P SUR #5A56	BOGOTA	N4 33.342 W74 06.785	2588 m				
5	CARRERA 6B # 49 D - 68 SUR	BOGOTA	N4 33.367 W74 07.117	2576 m				
6	CARRERA 11 #. 30D 52 SUR	BOGOTA	N4 33.517 W74 07.444	2565 m				
7	CALLE 43 A SUR 12 B - 02 ESTE	BOGOTA	N4 33.921 W74 06.778	2610 m				
8	CARRERA 12 BIS 34A 15 SUR	BOGOTA	N4 34.121 W74 06.340	2597 m				
9	CARRERA 45 # 72B-46 SUR	BOGOTA	N4 34.194 W74 09.755	2741 m				
10	DIAGONAL 45 SUR #. 13N-33	BOGOTA	N4 34.369 W74 07.392	2576 m				
11	CALLE 33 A SUR Nº 16 19	BOGOTA	N4 34.389 W74 06.907	2633 m				
12	CARRERA 8 # 22-55	BOGOTA	N4 34.444 W74 05.600	2595 m				
13	CARRERA 2A #17A-34 SUR	BOGOTA	N4 34.524 W74 05.029	2615 m				
14	CALLE 30 SUR 12L 05	BOGOTA	N4 34.555 W74 06.482	2571 m				
15	CARRERA 11 # 11 - 93 SUR	BOGOTA	N4 34.586 W74 05.883	2586 m				
16	CARRERA 49B # 58G -05	BOGOTA	N4 34.798 W74 09.181	2564 m				
17	CALLE 52 F SUR # 28-79	BOGOTA	N4 34.835 W74 08.242	2557 m				
18	CARRERA 10 ESTE # 80-20 SUR	BOGOTA	N4 34.917 W74 04.189	2819 m				
19	CALLE 68 A BIS # 22A 17 SUR	BOGOTA	N4 34.950 W74 10.126	2611 m				
20	CALLE 46 SUR #. 27 - 45	BOGOTA	N4 35.014 W74 07.722	2562 m				
21	CALLE 59 SUR # 52-24	BOGOTA	N4 35.021 W74 09.240	2563 m				
22	CARRERA 12 A # 11-13 SUR	BOGOTA	N4 35.049 W74 05.597	2577 m				
23	TRANSVERSAL 20 SUR #18 67B - 7E	BOGOTA	N4 35.063 W74 08.533	2560 m				

Ilustración 50 Datos finales organizados, Fuente: Propia

Con los datos ordenados como se muestra en la anterior ilustración se pueden utilizar herramientas como ArcGIS, simuladores de tráfico etc. que servirán para generar análisis y algunos mapas útiles como los mapas de densidad y calor, también cabe resaltar que este normalizado de datos no solamente sirve para estudios de movilidad sino para encontrar datos de interés en estudios de otras áreas. (Redes eléctricas, Georreferenciar Caminos, límites de obras etc.)