

	GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS		Código	FO-GS-15
			VERSIÓN	02
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN		FECHA	03/04/2017
			PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ		APROBÓ
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad		Líder de Calidad

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): ESTEFANY ALEJANDRA APELLIDOS: ORTIZ PÉREZ

NOMBRE(S): ERIKA LISETH APELLIDOS: VERA SANABRIA

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA INDUSTRIAL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): ÓSCAR APELLIDOS: MAYORGA TORRES

CO-DIRECTOR:

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN DE PLATAFORMAS DE SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO EMPLEANDO TÉCNICAS DE INGENIERÍA: CASO SERVICIO DE TAXIS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA

RESUMEN

Este proyecto realizó propuesta de localización de plataformas de servicio de transporte público empleando técnicas de ingeniería: caso servicio de taxis en la ciudad de San José de Cúcuta. Para ello, se realizó una investigación tipo cuantitativa-propositiva. La información se obtuvo mediante encuestas y entrevistas. La población y muestra estuvo conformada por los cupos de taxis que trabajan en la ciudad de San José de Cúcuta. Se logró diagnosticar el estado actual de las rutas de taxis en el área metropolitana de la ciudad de San José de Cúcuta. Posteriormente, se planteó el modelo de localización integrando las variables de análisis del sistema de transporte público. Finalmente, se validó el modelo propuesto a través de experimentación computacional, con el diseño de escenarios propuestos.

PALABRAS CLAVE: localización de plataformas, transporte público, experimentación computacional.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 109 PLANOS: ILUSTRACIONES: CD ROOM: 1

Copia No Controlada

PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN DE PLATAFORMAS DE SERVICIO DE TRANSPORTE
PÚBLICO EMPLEANDO TÉCNICAS DE INGENIERÍA: CASO SERVICIO DE TAXIS EN
LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA

ESTEFANY ALEJANDRA ORTIZ PÉREZ
ERIKA LISETH VERA SANABRIA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA INDUSTRIAL
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2021

PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN DE PLATAFORMAS DE SERVICIO DE TRANSPORTE
PÚBLICO EMPLEANDO TÉCNICAS DE INGENIERÍA: CASO SERVICIO DE TAXIS EN
LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA

ESTEFANY ALEJANDRA ORTIZ PÉREZ

ERIKA LISETH VERA SANABRIA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniera Industrial

Director:

ÓSCAR MAYORGA TORRES

Magister en Ingeniería Industrial

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA INDUSTRIAL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

FECHA: 24 de Junio, 2021

HORA: 10:00 a.m.

LUGAR: GOOGLE MEET – CORREO INSTITUCIONAL UFPS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA INDUSTRIAL

TÍTULO DE LA TESIS: " PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN DE PLATAFORMAS DE SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO EMPLEANDO TÉCNICAS DE INGENIERÍA: CASO SERVICIO DE TAXIS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA."

JURADOS: RUTH ADRIANA CASTELLANOS
RAQUEL IRENE LAGUADO

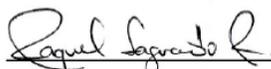
DIRECTOR: OSCAR MAYORGA TORRES

NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CÓDIGO LETRA	CALIFICACIÓN	NÚMERO
ESTEFANY ALEJANDRA ORTIZ PEREZ	1192596	cuatro, seis	4,6
ERIKA LISETH VERA SANABRIA	1192595	cuatro, seis	4,6

MERITORIA



RUTH ADRIANA CASTELLANOS



RAQUEL IRENE LAGUADO



Vo.Bo. GAUDY CAROLINA PRADA BOTÍA
Director Plan de Estudios
Ingeniería Industrial
Magda M.



**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA
LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y LA PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Cúcuta,

Señores
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS
Ciudad

Cordial saludo:

Estefany Alejandra Ortiz Pérez, identificado con la C.C. N°1090505589, Erika Liseth Vera Sanabria identificado con la C.C. N°1090507122 autores de la tesis y/o trabajo de grado titulado PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN DE PLATAFORMAS DE SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO EMPLEANDO TÉCNICAS DE INGENIERÍA: CASO SERVICIO DE TAXIS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA, Presentado Y Aprobado En El Año 2021 como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial; autorizamos a la biblioteca de la Universidad Francisco de Paula Santander, Eduardo Cote Lamus, para que con fines académicos, muestre a la comunidad en general a la producción intelectual de esta institución educativa, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo de grado en la página web de la Biblioteca Eduardo Cote Lamus y en las redes de información del país y el exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad Francisco de Paula Santander.
- Permita la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD-ROM o digital desde Internet, Intranet etc.; y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

Lo anterior, de conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la ley 1982 y el artículo 11 de la decisión andina 351 de 1993, que establece que **“los derechos morales del trabajo son propiedad de los autores”**, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

ESTEFANY ALJANDRA ORTIZ PEREZ

C.c. 1.090.505.589 de Cúcuta

ERIKA LISETH VERA SANABRIA

C.c. 1.090.507.122 de Cúcuta

Contenido

	pág.
Introducción	16
1. Problema	18
1.1 Título	18
1.2 Planteamiento del Problema	18
1.3 Formulación del Problema	20
1.4 Justificación	20
1.4.1 A nivel de la empresa	20
1.4.2 A nivel de estudiante	21
1.5 Objetivos	21
1.5.1 Objetivo general	21
1.5.2 Objetivos específicos	21
1.6 Alcances y Delimitaciones	22
2. Marco Referencial	23
2.1 Antecedentes	23
2.2 Marco Teórico	25
2.2.1 Logística urbana	25
2.2.2 Plataformas urbanas	26
2.2.2.1 Plataformas logísticas	26
2.2.3 Movilidad	27
2.2.4 Georreferenciación	28
2.2.5 Macro localización	28
2.2.5.1 Localización	29

2.2.6 Modelamiento matemático	29
2.3 Marco Conceptual	30
2.4 Marco Contextual	31
2.5 Marco Legal	35
3. Diseño Metodológico	37
3.1 Tipo de Investigación	37
3.2 Población y Muestra	37
3.2.1 Población	37
3.2.2 Muestra	38
3.3 Instrumentos o Técnicas para la Recolección de Información	38
3.3.1 Fuentes primarias	38
3.3.2 Fuentes secundarias	39
3.4 Análisis de Información	39
4. Propuesta de Localización de Plataformas de Servicio de Transporte Público empleando Técnicas de Ingeniería: caso Servicio de Taxis en la Ciudad de San José de Cúcuta	40
4.1 Caracterización y Diagnóstico del Modelo Operativo de las Rutas de Taxis Determinando las Actividades que se Incurren a lo Largo del Proceso de Transporte, las Variables y Actores que Intervienen en el Sistema	40
4.1.1 Recolección y selección de datos	40
4.1.2 Tabulación de la información y análisis de datos	41
4.1.3 Análisis de la información suministrada mediante la entrevista a las empresas de taxi	56
4.2 Propuesta del Modelo de Localización Integrando las Variables de Análisis del Sistema de Transporte Público en la Ciudad de San José de Cúcuta para los Taxis	

Empleando Técnicas de Ingeniería para la Mejora del Sistema	58
4.2.1 Formulación del método matemático	58
4.2.1.1 Centro de gravedad	58
4.2.1.2 Carga-distancia	59
4.3 Validación del Modelo Propuesto a Través de Experimentación Computacional, con el Diseño de Escenarios Propuestos	61
4.3.1 Centro de gravedad	61
4.3.1.1 Escenario horizontal	64
4.3.1.2 Escenario vertical	69
4.3.1.3 Escenarios cuadrantes	74
4.3.2 Carga distancia	80
5. Conclusiones	82
6. Recomendaciones	84
Referencias Bibliográficas	85
Anexos	91

Lista de Tablas

	pág.
Tabla 1. Antecedentes	23
Tabla 2. Límites geográficos de San José de Cúcuta	32
Tabla 3. Referencias legales	35
Tabla 4. Modalidad	42
Tabla 5. Jornada laboral	43
Tabla 6. Paraderos	44
Tabla 7. Tiempo de espera	44
Tabla 8. Tiempo de servicio	45
Tabla 9. Comunas	46
Tabla 10. Impacto	47
Tabla 11. Incentivo	47
Tabla 12. Paraderos geográficamente	48
Tabla 13. Utilizas el servicio de taxi	49
Tabla 14. Origen	50
Tabla 15. Destino	51
Tabla 16. Solicitud de servicio	51
Tabla 17. Paradero	52
Tabla 18. Impacto	53
Tabla 19. Beneficio	53
Tabla 20. Medio de transporte	54
Tabla 21. Usarías el servicio de taxi	55
Tabla 22. Análisis flujo de movilidad	56

Tabla 23. Resultados de la entrevista	57
Tabla 24. Puntos de flujo	60
Tabla 25. Centro de gravedad	62
Tabla 26. Centro de gravedad-horizontal inferior	65
Tabla 27. Centro de gravedad-Horizontal superior	67
Tabla 28. Centro de gravedad, segmentación vertical izquierda	70
Tabla 29. Centro de gravedad, segmentación vertical derecha	72
Tabla 30. Centro de gravedad cuadrante I	75
Tabla 31. Centro de gravedad cuadrante II	76
Tabla 32. Centro de gravedad cuadrante III	77
Tabla 33. Centro de gravedad cuadrante IV	78

Lista de Figuras

	pág.
Figura 1. Mapa de Cúcuta	32
Figura 2. Fórmula N	38
Figura 3. Formula N	41
Figura 4. Modalidad	42
Figura 5. Jornada laboral	43
Figura 6. Paraderos	44
Figura 7. Tiempo de espera	45
Figura 8. Tiempo de servicio	45
Figura 9. Comunas	46
Figura 10. Impacto	47
Figura 11. Incentivo	48
Figura 12. Paraderos geográficamente	48
Figura 13. Utilizas el servicio de taxi	49
Figura 14. Origen	50
Figura 15. Destino	51
Figura 16. Solicitud de servicio	52
Figura 17. Paradero	52
Figura 18. Impacto	53
Figura 19. Beneficio	54
Figura 20. Medio de transporte	54
Figura 21. Usarías el servicio de taxi	55
Figura 22. Zona de estudio según punto central	63

Figura 23. Escenarios de segmentación zona de estudio según punto central	64
Figura 24. Coordenada del centro de gravedad-horizotal inferior	66
Figura 25. Coordenada del centro de gravedad - horizontal superior	69
Figura 26. Coordenada del centro de gravedad - vertical izquierda	71
Figura 27. Coordenada del centro de gravedad - vertical derecha	74
Figura 28. Coordenada centro de gravedad- cuadrante I y II	77
Figura 29. Coordenada centro de gravedad - cuadrante III y IV	80

Lista de Anexos

	pág.
Anexo 1. Encuesta a conductores	92
Anexo 2. Encuesta de usuarios	94
Anexo 3. Zona de estudio	95
Anexo 4. Centro de gravedad – punto central	96
Anexo 5. Puntos de flujo	100
Anexo 6. Centro de gravedad	101
Anexo 7. Centro de gravedad horizontal	102
Anexo 8. Centro de gravedad vertical	103
Anexo 9. Centro de gravedad cuadrantes	104
Anexo 10. Zonificación carga distancia	105
Anexo 11. Carga del sistema con respecto a la distancia, cuadrante I y II	106
Anexo 12. Carga del sistema con respecto a la distancia, cuadrante III y IV	107
Anexo 13. Localización de paraderos	108
Anexo 14. Política del servicio	109

Resumen

Este proyecto realizó propuesta de localización de plataformas de servicio de transporte público empleando técnicas de ingeniería: caso servicio de taxis en la ciudad de San José de Cúcuta. Para ello, se realizó una investigación tipo cuantitativa-propositiva ya que brindó información sobre todos los procesos que hacen parte las entidades prestadoras del servicio público y se planteó una propuesta para mejorar el servicio en aspectos de logística e interacción con el usuario. La información se obtuvo mediante encuestas realizadas a los operadores de taxis y a la ciudadanía. También se realizaron entrevistas dirigidas a los gestores del proceso de servicio público de taxis en la ciudad de San José de Cúcuta. La población y muestra estuvo conformada por los cupos de taxis que trabajan en la ciudad de San José de Cúcuta. Se logró diseñar una propuesta de localización de plataformas de Servicio de transporte público. Seguidamente, se diagnosticó el estado actual de las rutas de taxis en el área metropolitana de la ciudad de San José de Cúcuta determinando las actividades que se incurren a lo largo del proceso de transporte, variables y actores que intervienen en el sistema para el análisis de datos. Posteriormente, se planteó el modelo de localización integrando las variables de análisis del sistema de transporte público en la ciudad de San José de Cúcuta para los taxis empleando técnicas de ingeniería para la mejora del sistema. Finalmente, se validó el modelo propuesto a través de experimentación computacional, con el diseño de escenarios propuestos.

Abstract

This project made a proposal for the location of public transport service platforms using engineering techniques: case of taxi service in the city of San José de Cúcuta. To do this, a quantitative-purposeful investigation was carried out since it provided information on all the processes that are part of the entities that provide the public service and a proposal was made to improve the service in aspects of logistics and interaction with the user. The information was obtained through surveys of taxi operators and citizens. Interviews were also conducted with the managers of the public taxi service process in the city of San José de Cúcuta. The population and sample consisted of the number of taxis that work in the city of San José de Cúcuta. It was possible to design a proposal for the location of public transport service platforms. Next, the current state of the taxi routes in the metropolitan area of the city of San José de Cúcuta will be diagnosed, determining the activities that are incurred throughout the transportation process, variables and actors that intervene in the system for the analysis of data. Subsequently, the location model was proposed by integrating the analysis variables of the public transport system in the city of San José de Cúcuta for taxis, using engineering techniques to improve the system. Finally, the proposed model was validated through computational experimentation, with the design of proposed scenarios.

Introducción

El transporte público es parte activa en la dinámica habitual de toda aglomeración urbana. La ciudad necesita de su existencia para garantizar la movilidad a todos sus habitantes y visitantes a través de un sistema eficiente, funcional y respetuoso con el medio ambiente.

Nadie imaginaría hoy una zona urbana de cierta magnitud sin transporte público.

Posiblemente sin él, las ciudades serían muy distintas, o quizás ni siquiera podrían subsistir como tales, sin la óptima canalización de flujos que este sistema les ofrece. (Contreras, 2018, p.3)

Las ciudades se han vuelto un eje fundamental del desarrollo económico de un país, y sus sistemas de transporte son uno de los componentes más importantes de este desarrollo, en el cual las inclusiones de plataformas tecnológicas al servicio público de transporte han tenido importante actividad en lo corrido del 2017, con la idea que los transportadores puedan facilitar el servicio prestado (González, 2017). Por tal razón, “los sistemas de transporte son un asunto de interés público y, por tanto, requieren regulación por medio de leyes y políticas públicas que faciliten su control y adecuado funcionamiento” (Hoyos & Gómez, 2015, p.3).

El taxi es un modo de transporte público que ofrece un servicio rápido, cómodo, y puerta a puerta a los usuario en la que este servicio se encarga de captar la demanda que por restricciones temporales no pueden satisfacer el transporte público colectivo ni el privado, por lo cual es un servicio necesario en las ciudades, al tener los siguientes aspectos como: Capacidad del vehículo donde puede transportar desde un pasajero hasta nueve o diez dependiendo el tipo de modelo; según el volumen de viaje o puede brindar un servicio individual o colectivo, en cuanto a la regularidad, ofrece un servicio discrecional que para acceder al servicio puede hacerse por medio

de una radioemisora o utilizando una parada de taxi o simplemente haciendo una señal con la mano en la calle (Santos, 2018).

Actualmente el transporte público que se presta en San José de Cúcuta no está cumpliendo con las necesidades básicas del cliente; se puede evidenciar que gran parte de los vehículos prestadores del servicio no cuentan con un óptimo estado con el que puedan cumplir con sus funciones, como lo son la comodidad del usuario y su seguridad, el incumplimiento permanente en los tiempos de recorridos de rutas establecidas (Daza, 2019).

En el presente trabajo a través de los objetivos planteados se pudo validar por medio de herramientas y técnicas de Ingeniería el desarrollo de una propuesta de localización de plataformas de servicio de transporte público, en el que se caracterizó los actores, factores, recursos y variables para el diseño de instrumentos de recolección de datos y posteriormente se diagnosticó la situación actual de las estaciones de taxis, el análisis y reconocimientos de las rutas, zonas y tiempos; al determinar los diferentes sectores estratégicos se propuso el modelo matemático integrando las variables de análisis del sistema de transporte público, y finalizando se validó el modelo con el diseño de escenarios propuestos para lograr un mejor flujo vial en la Ciudad. Como finalidad, se aplicó todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería Industrial.

1. Problema

1.1 Título

PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN DE PLATAFORMAS DE SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO EMPLEANDO TÉCNICAS DE INGENIERÍA: CASO SERVICIO DE TAXIS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA.

1.2 Planteamiento del Problema

El transporte de servicio público con el que cuenta actualmente la ciudad de san José de Cúcuta, es un servicio en el que claramente se puede evidenciar que no existe una implementación o reestructuración de un sistema de transporte público óptimo y acertado que logre realmente satisfacer las necesidades básicas de sus usuarios, notándose de igual manera lo insostenible que es la movilidad vial en la ciudad, influyendo en este tema sin duda alguna la crisis socioeconómica que afronta la ciudad y así mismo sus habitantes (Daza, 2019). Adicionalmente a esto, los ciudadanos pasan por alto las normas de tránsito que aprendieron en las academias de conducción, debido a que creen que son desmedidas y no son aplicables en una ciudad como Cúcuta.

Hoy en día se aplica la norma de pico y placa en ciertos horarios, además de los retenes viales con el objeto de reducir el flujo automotor y en algunas ocasiones dirigir el tráfico de manera manual usando personal o agentes de tránsito en glorietas e intersecciones viales, al caso más extremo que son los semáforos. Otra medida aplicada por la secretaría de tránsito y transporte es la detección electrónica usando los servicios de empresas expertas en esta tecnología, situados en puntos donde existía ausencia de la misma entidad y las normas ignoradas debido a esta

condición.

Existe actualmente un transporte colectivo ilegal en la ciudad siendo este otro efecto generado debido a que el sistema de transporte público legal con el que cuenta Cúcuta no proporciona cobertura a todos sus habitantes, existiendo solamente en la actualidad 11 empresas que cubren solo el 30% de rutas en la ciudad, viéndose gran parte de la población ubicada en sectores aledaños afectada, ya que la demanda necesaria para las zonas no se cumplen, sumándose a esto el costo de este medio de transporte informal es más bajo y el tiempo gastado en el traslado de un lugar a otro es menor con relación al sistema de transporte público legal (Alcaldía de San José de Cúcuta, 2017).

Pero a todo esto de “la piratería” o servicios de transporte ilegal comenta el Señor José Luis Duarte, quien es secretario de tránsito de la ciudad de San José de Cúcuta afirmó que la piratería no es solo responsabilidad de las entidades gubernamentales, sino que la empresas prestadoras del servicio público legal de la ciudad han descuidado y abandonado rutas necesarias e importantes como anteriormente se ha mencionado, en donde se han visto afectados sus habitantes, ya que no cuentan con un medio de transporté público que satisfaga toda su demanda; demanda que actualmente satisface este transporte ilegal o “vehículos piratas” (Colmenares, 2017, p.1).

¿Cómo reducir el flujo de tráfico manipulando las rutas del servicio público de taxis? Debido a que la cifra de estos es bastante elevada, aproximadamente 8.878 taxis (Subdirección de Transporte del Área Metropolitana de Cúcuta, 2018), lo cual no suena mal, pero la mayor concentración de estos está en la zona centro, invadiendo el espacio público. Se estima que hay 305 “paraderos”, la mayoría ilegales, afectando la movilidad (La Opinión, 2017). También se

encuentran ubicados en los puntos aledaños a la ciudad, lo cual dificulta encontrar uno, provocando que generalmente tenga que ser solicitado vía telefónica.

1.3 Formulación del Problema

¿Cómo identificar los sectores estratégicos para la localización de estaciones para taxis en la ciudad de San José de Cúcuta, mediante un modelo matemático integrando variables de análisis del sistema de transporte de taxis, empleando técnicas de ingeniería?

1.4 Justificación

1.4.1 A nivel de la empresa. La presente investigación aborda la problemática de la movilidad y en especial del transporte público que se realiza en taxis en la ciudad de San José de Cúcuta; donde se presentan problemas en la forma y modo como se desarrollan las actividades y operaciones de estos vehículos en la ciudad. Sumado a esto, no se tienen cifras de cuántos taxis reales operan en la ciudad; por otro lado, el gremio se enfrenta a aplicaciones móviles (y en algunos casos mototaxis) que están ofertando servicios en el mercado lo que ha disminuido la demanda del servicio en la ciudad.

Con lo anterior, se buscó ofrecer una alternativa de localización de plataformas donde los taxis se puedan ubicar de forma estratégica en la ciudad, así mismo, el usuario pueda acceder al servicio sin necesidad de tener que ubicarlos de forma libre en las calles, por otro lado, se aporta a la mejora de temas de movilidad, seguridad, disminución de emisiones (en la medida que los taxis no están rodando sin carrera) y disminuye la ocupación de la vía.

Posteriormente, se realizó una propuesta de la localización de las estaciones de taxis a partir de la información recolectada, las técnicas empleadas y el modelamiento matemático utilizado en

el desarrollo final.

1.4.2 A nivel de estudiante. El desarrollo del proyecto contribuyó a la implementación de todos los conocimientos y competencias adquiridas en los diferentes espacios académicos de la carrera.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general. Diseñar una Propuesta de Localización de Plataformas de Servicio de Transporte Público empleando técnicas de Ingeniería: Caso servicio de taxis en la ciudad de San José de Cúcuta para lograr un mejor flujo vial en la ciudad.

1.5.2 Objetivos específicos. Como se muestra a continuación:

Diagnosticar el estado actual de las rutas de taxis en el área metropolitana de la ciudad de San José de Cúcuta determinando las actividades que se incurren a lo largo del proceso de transporte, variables y actores que intervienen en el sistema para el análisis de datos.

Proponer el modelo de localización integrando las variables de análisis del sistema de transporte público en la ciudad de San José de Cúcuta para los taxis empleando técnicas de ingeniería para la mejora del sistema.

Validar el modelo propuesto a través de experimentación computacional, con el diseño de escenarios propuestos.

1.6 Alcances y Delimitaciones

Las limitaciones que se pueden encontrar en la realización del proyecto son:

Conceptual: La temática del proyecto tuvo como función presentar un modelo matemático de localización incorporando las variables de análisis del servicio de transporte público en taxis, mediante las variables y objetos de: cantidad de taxis, empresas prestadoras del servicio, zonas estratégicas, plataforma de localización.

Espacial: El proyecto se desarrolló en la ciudad de San José de Cúcuta. Y en esta se determinará una zona geográfica como muestra de la aplicación del modelo.

Temporal: El proyecto propuesto tuvo una duración de 20 semanas (1 mes = 4 semanas), con una holgura de 4 semanas.

Operativa. Para el desarrollo de los objetivos planteados fue necesario gestionar las restricciones y limitaciones en la recolección de la información, a través de herramientas o técnicas de recolección de datos como lo son encuestas o entrevistas para no aplazar el avance del proyecto por el COVID-19.

2. Marco Referencial

2.1 Antecedentes

Al revisar los antecedentes de la literatura, se establece en la tabla 1 un portafolio de artículos, documento y tesis; de la aplicación de la técnica y tema del objeto de estudio de la presente investigación, esta tabla se construye a partir de análisis de búsqueda de datos y revisión documental.

Tabla 1. Antecedentes

Título	Descripción y aporte	Nivel	Autores
Understanding Taxi Service Strategies from Taxi GPS Traces	El trabajo radica en las estrategias de servicio de taxi desde tres perspectivas: estrategias de búsqueda de pasajeros, estrategias de entrega de pasajeros y preferencia de región de servicio. Finalmente, representa las estrategias de servicio de taxi con una matriz de características y evalúa la correlación entre las estrategias de servicio y los ingresos, informando qué estrategias son eficientes o ineficientes. Las estrategias de servicio con nuestro enfoque propuesto caracterizan bien el comportamiento de conducción y el rendimiento de los taxistas (Zhang, Sun, Li, Chen, Pan & Wu, 2014). Este artículo servirá como ayuda para entender todos los aspectos de las diferentes estrategias en el servicio de taxis, que tienen que ver con la perspectiva de la búsqueda, entrega y preferencia del servicio de los pasajeros.	Internacional	Daqing, Lin Sun, Bin Li, Chao Chen, Gang Pan, Shijian Li, and Zhaohui Wu
Urban Mobility Model Generation with Public Taxi Transportation Data	En este trabajo se propone un método para establecer un modelo de movilidad urbana basado en datos de transporte en taxi con tecnología de agrupamiento. El resultado del modelo de movilidad urbana puede mostrar la tendencia de la movilidad urbana cuantitativa y visualmente en el dominio espacio - temporal. Para analizar las ubicaciones con mayor tráfico, utiliza técnicas de agrupamiento. Especialmente, la densidad de las fuentes es el atributo más interesante, y la agrupación puede identificar la densidad de las fuentes de manera matemática. Entre las diversas técnicas de agrupamiento, DBSCAN y GMM se utilizan en esta investigación (You & Song, 2017). Este trabajo servirá como referencia para establecer los conceptos y definiciones que se deben tener en cuenta para establecer un modelo de movilidad basado en datos cuantitativos.		Dabin You, Ha Yoon Song
Sensing Urban	En este trabajo, se analizarán 177,169 viajes de taxi recolectados en Lisboa, Portugal, para explorar las relaciones entre los lugares de recogida y entrega; el comportamiento		Marco Veloso,

Título	Descripción y aporte	Nivel	Autores
Mobility with Taxi Flow	<p>entre la entrega anterior a la siguiente recogida; y el impacto del tipo de área en los servicios de taxi. También se lleva a cabo el análisis de previsibilidad de los viajes en taxi dada la historia del flujo de taxi en el tiempo y el espacio (Velo, Phithakkitnukoon & Bento, 2011).</p> <p>Este artículo servirá como ayuda para comprender el impacto que tiene el servicio de taxis en la ciudad de San José de Cúcuta, respecto a los comportamientos entre entregas y el flujo de taxis por zonas.</p>		Phithakkitmoo Carlos Bento
A Model of Taxi Service under Fare Structure and Fleet Size Regulation	<p>Este artículo presenta un modelo de servicio de taxis en un mercado regulado donde el despacho de radio y la parada de taxis del aeropuerto son los principales modos de operación. Los reguladores tienen el potencial de afectar el rendimiento del mercado a través de dos medios: cambios en el número de cabinas con licencia y cambios en los incentivos de elección del modo de los conductores provocados por la revisión de la tarifa estructura. El modelo admite la posibilidad de que ciertas reformas regulatorias puedan beneficiar a taxistas y clientes simultáneamente. Las preguntas de si estas posibilidades en realidad existen en un mercado particular se abordan empíricamente (Schroeter, 1983).</p> <p>Este artículo aportará información que ayudará a un diagnóstico inicial, a la caracterización, para saber de cómo trabajan los taxis, como se comunican sus preferencias por medio de una encuesta.</p>		John R. Schroeter
Diseño de un modelo de macro-localización de plataformas para bicicletas de servicio público en la ciudad de Bogotá. caso de estudio zona centro	<p>El proyecto define la localización de instalaciones es el proceso requerido para elegir un lugar entre varios, para realizar diversas operaciones. Teniendo en cuenta criterios previos para la selección de la ubicación. Por lo general estos criterios abarcan temas con respecto al costo, rentabilidad, cercanía a determinados lugares dependiendo de los objetivos iniciales planteados, tiempos de respuesta o la actividad que se llevará a cabo, ubicar las instalaciones de forma correcta, factores influyentes delimitados por diversos agentes, caracterización de la población beneficiada, partiendo de la densidad o flujo de las mismas en distintos sectores de la zona de estudio, como: instituciones educativas, áreas de esparcimiento, lugares turísticos, y demás centros de acopio (Carvajal, Capador & Lorena, 2018).</p> <p>Este proyecto ayudará como referencia para establecer los criterios previos para indicar la localización de las plataformas de taxis.</p>	Nacional	Laura Vanesa Carvajal Espitia, Ingrid Lorena Pinzón Capador
Programa de localización de centros de distribución Cendis en el sistema logístico de hoteles estelares s.a. en Colombia	<p>El proyecto radica en Caracterizar el sistema logístico (Cadena de aprovisionamiento y distribución) de identificando: Actores, recursos, medios, tecnologías e indicadores asociados.</p> <p>Diagnosticar el estado actual del sistema logístico estableciendo las debilidades y fortalezas en términos de movilidad, costos, cobertura y rotación del inventario. Identificar el modelo de localización geográfica apropiado para la ubicación empleando técnicas matemáticas y computacionales.</p> <p>Proponer la localización geográfica de los CENDIS a partir de los criterios establecidos en la investigación (Costo, movilidad, cobertura) (Caro, Edith, & Olarte Brijaldo, 2016).</p>		Luz Edith Barón Caro, José Jeferson Olarte Brijaldo

Título	Descripción y aporte	Nivel	Autores
	Este trabajo aportará información para la realización de la caracterización de los actores, recursos, medios y variables para tener en cuenta, también en el diagnóstico del estado actual.		
Localización de la plataforma logística de abastecimiento de alimentos frutihortícolas en la zona occidente de Bogotá	El presente trabajo trata sobre la implementación de modelos matemáticos de macro localización a los centros de distribución logísticos, partiendo de la pregunta de investigación que hace referencia a cómo tratar mediante modelamiento matemático de localización de la plataforma logística el mejoramiento en el abastecimiento de alimentos perecederos (frutihortícolas) teniendo en cuenta la zona de estudio (Occidente de Bogotá), por medio de tareas tales como, la caracterización del sistema actual de abastecimiento (diagnóstico), propuesta del modelo y finalmente la validación de los resultados (Barbosa & Gómez, 2017). Este proyecto aportará información que ayudará a la comprensión y desarrollo de modelos matemáticos respecto a la localización de plataformas.		Leandra Barbosa Avellaneda Michael Leonardo Gómez
Taxi, el modo olvidado en la ciudad de Bogotá	Estudiar y documentar el sistema de servicio de transporte de taxis en Bogotá, caracterizar los principales actores que participan en la industria, explorar su economía y sus incentivos y describir con algún detalle la operación del sistema. También se revisaron las normas vigentes y se realizó un intento de aproximarnos a conocer los costos del servicio y su relación con la tarifa. En lo relativo a externalidades, e intenta cuantificar algunos posibles impactos negativos (Rodríguez & Acevedo, 2012). Este trabajo ayudará con información para la identificación de actores que intervienen en el servicio de taxis y así llevar a cabo la caracterización.		Álvaro Rodríguez Valencia, Jorge Acevedo Bohórquez

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Logística urbana. Según la revista “Transportation Reviews” en su artículo “An evaluation methodology for city logistics” la logística es el proceso para optimizar totalmente las actividades logísticas y de transporte de compañías privadas en áreas urbanas, a la vez que se tienen en consideración el medio ambiente, la congestión del tráfico y el consumo de energía dentro del marco de una economía de mercado (Taniguchi & Heijden, 2010).

La logística urbana, es una herramienta que optimiza los procesos de desplazamiento de personas, bienes, servicios e información que se desarrolla en una metrópolis. Es la ciencia que supera tiempo, distancia, de manera eficiente, global y en comunión con el medio ambiente es

decir en forma sustentable (Ricaurte, 2013).

2.2.2 Plataformas urbanas. La revista “Tecnura” en su artículo “Operadores y plataformas logísticas” define que las plataformas logísticas son zonas ubicadas estratégicamente en la red urbana de la ciudad y allí se ejercen actividades relativas al transporte, empaque, distribución y almacenamiento de carga para tránsito nacional o internacional (Orjuela, Castro & Suspes, 2005, p.2). Según Pérez & Rodríguez (2011) la preparación de expediciones para reparto directo al cliente final rompiendo la unidad de carga es precisa (envío de fábrica en pallets y entrega al cliente por cajas). A nivel de un operador logístico caben clientes que trabajen en régimen de plataforma y que funcionen según una u otra modalidad (rompiendo o sin romper carga).

2.2.2.1 Plataformas logísticas. Según la Asociación Europea Europlatforms (2018), una plataforma logística es una zona delimitada en el interior de la cual se ejercen, por distintos operadores logísticos, todas las actividades relativas a la logística y a la distribución de mercancías, tanto para transportes internacionales como nacionales. Las plataformas logísticas presentan una serie de áreas para atender diferentes funciones:

Servicios a los trabajadores, donde se encuentran desde restaurantes y áreas de descanso hasta talleres para los vehículos de transporte, sin olvidarse de cajeros y asuntos aduaneros.

Servicios a las empresas logísticas en los que pueden llevar a cabo diferentes tareas específicas como almacenaje, manipulación de la mercancía, preparación de pedidos (picking), etc.

Servicios intermodales que permiten la articulación entre diferentes modos de transporte utilizando una única medida de carga, generalmente el contenedor (EUROPLATFORMS, 2018).

2.2.3 Movilidad. De acuerdo con el ingeniero, un sociólogo y doctor en Ciencias Políticas Eduardo Alcântara De Vasconcellos, las actividades realizadas fuera de las casas demandan el uso de formas diferentes de desplazamiento: caminata, transporte mecanizado (bicicleta) o motorizado (autobuses, motocicletas, automóviles, ferrocarriles y metro). Para comprender qué desplazamientos se realizan y qué tipo de transporte es necesario para llevarlos a cabo, es necesario comprender cómo está estructurada la ciudad, cómo se distribuyen las actividades en su espacio, así como cuáles son los factores de mayor influencia en la movilidad de las personas y en la elección de los modos de transporte (Vasconcellos, 2010).

Según Jans (2009), al decir específicamente a la "movilidad urbana", ésta está referida a los distintos desplazamientos que se generan dentro de la ciudad a través de las redes de conexión locales, lo cual exige el máximo uso de los distintos tipos de transporte colectivo, que no sólo incluyen el sistema público de buses y metro sino también taxis, colectivos. etc., los que tienen vital trascendencia en la calidad de vida, movilidad y uso del espacio público. En la revista "Movilidad Urbana Sustentable" se puede definir que la movilidad ocupa un papel central en la sociedad, en tanto que permite la comunicación, la actividad económica e integra los espacios y las actividades; es una necesidad de todas las personas para poder acceder a los bienes y servicios básicos que hacen posible una vida digna. Al reconocerla como un derecho humano autónomo, genera compromisos y obligaciones del Estado, por lo obligaciones. Disponibilidad, accesibilidad y calidad como los componentes del derecho, engloba los contenidos e indicadores necesarios para este cumplimiento. Es imprescindible ajustar los criterios de evaluación de políticas a estas obligaciones públicas (Lupano & Sanchez, 2008).

La movilidad es un parámetro que mide la cantidad de desplazamientos que las personas o las mercancías efectúan en un determinado sistema o ámbito socioeconómico. En las últimas

décadas, los cambios en los estilos de vida y en los modelos urbanos y territoriales han ido generando grandes problemas de movilidad. Entre estos no sólo se incluyen la congestión del tráfico o la mala circulación, sino también los impactos ambientales y sociales que produce el transporte, sobre todo el motorizado, y que tienen una fuerte repercusión en la calidad de vida de las personas. Para entender la movilidad y su problemática es fundamental ampliar el ámbito de acción y reflexión, desde el transporte al desarrollo urbanístico, a la prestación de servicios y al modelo de territorio. Toda actuación que pretenda orientar la movilidad hacia un enfoque sostenible pasa por dos objetivos distintos pero complementarios y necesariamente simultáneos: disminución del uso del automóvil privado y fomento de los transportes públicos y no motorizados (Universitat Politècnica de València, 2012).

2.2.4 Georreferenciación. La georreferenciación es la técnica de posicionamiento espacial de una entidad en una localización geográfica única y bien definida en un sistema de coordenadas específicas. Es una operación habitual dentro del sistema de información geográfica (SIG) tanto para objetos ráster (imágenes de mapa de píxeles) como para objetos vectoriales (puntos, líneas, polilíneas y polígonos que representan objetos físicos). La georreferenciación es un aspecto fundamental en el análisis de datos geoespaciales, pues es la base para la correcta localización de la información de mapa y, por ende, de la adecuada fusión y comparación de datos procedentes de diferentes sensores en diferentes localizaciones espaciales y temporales. Por ejemplo, dos entidades georreferenciadas en sistemas de coordenadas diferentes pueden ser combinables tras una apropiada transformación afín (bien al sistema de coordenadas del primer objeto, bien al del segundo) (Carrillo, 2015).

2.2.5 Macro localización. Según la revista “Ventana Científica” en el artículo Estudio de Localización de un proyecto, se define macro localización como el mecanismo de diagnóstico en

donde determinan los requerimientos óptimos para la ubicación de determinado proyecto en una zona específica; teniendo en cuenta 25 factores como: Ubicación y delimitación de usuarios. Normativa y regulaciones, programas de desarrollo y políticas y vías de comunicación o acceso. Además, las autoras lo definen como la macrozona, es decir el segmento que busca encontrar la localización más factible para el proyecto teniendo en cuenta los requerimientos de este (Corrillo & Gutiérrez, 2016).

2.2.5.1 Localización. La localización es la ubicación que un objeto o persona tienen en un determinado espacio. El mismo requiere de coordenadas que otorguen puntos de referencia para que esta sea trazable y comunicable. Así, por ejemplo, desde el punto de vista urbano la localización se sirve de direcciones, calles y zonas con un nombre específico. A nivel geográfico, la misma se realiza a partir de la latitud y la longitud, criterios que remiten a líneas imaginarias denominadas paralelos y meridianos. La localización en un entorno es de enorme importancia para el hombre, circunstancia que explica que desde tiempos remotos existieran elementos y disciplinas que sirven para ese fin. En la actualidad, la tecnología provee de diversos sistemas que pueden efectuar una localización en extremo eficiente, independientemente del lugar en donde una persona se encuentre (MX, 2014).

2.2.6 Modelamiento matemático. Un modelo constituye una representación o abstracción de la realidad. Entre los diferentes tipos de modelos se pueden mencionar los analógicos, físicos, gráficos, esquemáticos y matemáticos. La modelación matemática es un intento de describir alguna parte del mundo real en términos matemáticos. Los modelos matemáticos han sido construidos en todas las ciencias tanto físicas, como biológicas y sociales. Los elementos que lo componen son tomados del cálculo, el álgebra, la geometría y otros campos afines. Es natural que los modelos matemáticos sean modelos de analogía incompleta, es decir, que reflejan solamente

algunas propiedades del objeto modelado. A la vez, los modelos matemáticos se caracterizan por una suficiente generalidad, describiendo una clase completa de objetos o fenómenos. Por otra parte, la creación de modelos matemáticos no requiere significativos gastos materiales y la realización del propio proceso de modelación con ayuda de los modernos medios de cómputo permite efectuar en un tiempo relativamente pequeño. En un modelo matemático se establece un conjunto de relaciones (de igualdad y/o de desigualdad) definidas en un conjunto de variables que reflejan la esencia de los fenómenos en el objeto de estudio. Formalmente un modelo matemático M es una estructura, donde R es el conjunto de las relaciones y V el conjunto de las variables (Brito & Romero; García & Arias, 2011).

2.3 Marco Conceptual

Para el desarrollo del marco conceptual se abordarán conceptos básicos y necesarios para un adecuado entendimiento de este proyecto.

Métrica de Manhattan. Es una nueva forma de geometría con una nueva métrica que reemplaza la geometría euclidiana, en la cual la distancia entre dos puntos es la suma de las diferencias absolutas de sus coordenadas. También es llamada Geometría del Taxista, distancia rectilínea o longitud de Manhattan. El nombre alude a las calles de Manhattan, en la que la distancia entre 2 puntos será la misma en diferentes maneras de utilizar este tipo de geometría (Sodi, 2014).

Sistema de transporte: “Un sistema de transporte. es un conjunto de instalaciones fijas (redes y terminales), entidades de flujo (vehículos) y un sistema de control que permite movilizar eficientemente personas y bienes, para satisfacer necesidades humanas de movilidad” (Departamento de Transporte FI-UBA, 2019, p.3).

Servicio público. Hace referencia a un conjunto de actividades de carácter general que una persona estatal o privada realiza con el fin de suministrar a otras personas prestaciones, que le facilitan el ejercicio de su derecho a tener una vida digna, por lo tanto, incluye actividades de muy variado orden como son: la salud, la educación, el suministro de agua, la energía, el transporte, entre otras. (Atehortúa, 2014, p.3)

Transporte público. De conformidad con el artículo 3 de la Ley 105 de 1993, el transporte público es una industria encaminada a garantizar la movilización de personas o cosas, por medio de vehículos apropiados, en condiciones de libertad de acceso, calidad y seguridad de los usuarios y sujeto a una contraprestación económica.

“Trayectoria. La trayectoria es el recorrido que describe un objeto que desplaza por el espacio” (Pérez, 2010, p.1).

Trayectorias euclidianas. Son distancias medidas en línea recta al unir dos puntos (Acuña, 2008).

“Trayectorias rectilíneas. Son distancias medidas a lo largo de patrones que son ortogonales o perpendiculares entre ellos” (Acuña, 2008, p.1).

2.4 Marco Contextual

La palabra contexto se define como el entorno físico o de situación, ya sea político, histórico, cultural o de cualquier otra índole, en el cual se considera un hecho. Asimismo, el marco teórico amplía la descripción del problema. Este integra la teoría con la investigación y sus relaciones mutuas (Tamayo, 2001, p.2). San José de Cúcuta es la capital de Norte de Santander, frontera entre Colombia y Venezuela en la región Nororiental Colombiana. Con respecto a las

características latentes en la capital, es posible mencionar que Cúcuta se encuentra a una altura promedio de 320 metros sobre el nivel del mar, con área de 1176 Km² donde se concentra alrededor de 589.000 habitantes (DANE, 2005). Se encuentra ubicada en La cordillera oriental de los Andes. Los límites presentes de la ciudad se relacionan en la siguiente:

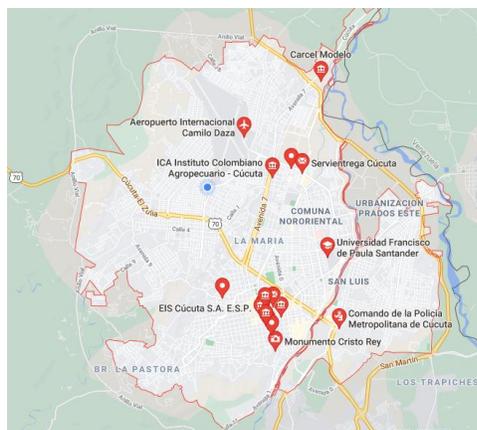


Figura 1. Mapa de Cúcuta

Fuente: Google Maps, 2021.

Tabla 2. Límites geográficos de San José de Cúcuta

Límites geográficos de San José de Cúcuta	
Norte	Municipio de Tibú
Oriente	La República de Venezuela y municipio de Puerto Santander
Sur	Municipios de los Patios, Villa de Rosario, Bochalema,
Occidente	Municipios del Zulia y San Cayetano

Fuente: Cámara de Comercio de Cúcuta, 2019.

La zona de estudio de la Ciudad de San José de Cúcuta se tienen en cuenta sus 10 comunas que son divididas por barrios de la ciudad:

Comuna 1. Conformada por: los asentamientos denominados: El Contenido, El Páramo, Centro, La Playa, Latino, El Callejón, Sector la Sexta, y los futuros asentamientos que se

localicen dentro de los límites de la Comuna.

Comuna 2. Conformada por: asentamientos denominados: la Rinconada, el lago, club tenis, comercial bolívar, el rosal, barrio blanco, los caobos, quinta Vélez, la Riviera, colsag, popular, la ceiba, quinta oriental, quinta Bosch, la castellana, la capillana, los pinos, los pinos, santa lucia, los acacios, prados I y II, prados club, brisas de pamplonita, rincón del prado, Valparaíso suite, las almeidas, la primavera, manolo Lemus, condado de castilla, CASD, UFPS y los futuros asentamientos que se localicen dentro de los límites de la Comuna.

Comuna 3. Conformada por los asentamientos denominados: Bocono, Santa Ana, la Unión, Valle Esther, Policarpa, las margaritas, aguas calientes, la libertad, san mateo, Bogotá, bellavista, la Carolina, y los futuros asentamientos que se localicen dentro de los límites de la Comuna.

Comuna 4. Conformada por los asentamientos denominados: Nuevo Escobal, La quinta, El Escobal, El portal del Escobal, Isla de la Fantasía, La Alameda, El Niguerón, Barrio San Martín, Urb. San Martín, Alto Pamplonita, Sector chiveras, San Luis, Santa Teresita, Torcoroma, Urb. San José, Urb. Aniversario, Nueva Santa Clara y los futuros asentamientos que se localicen dentro de los límites de la Comuna.

Comuna 5. Conformada por los asentamientos denominados: Lleras, La Merced, Colpet, Pescadero, Zona Industrial, Urb. El Bosque, Prados del Norte, Tasajero, Niza, Zona Franca, Santa Helena, ZUIina, 1,11,III,IV Etapa, Gratamira, La Mar, Ciudad Jardín, Guaimaral, Ceiba II, San Eduardo 1,11, Gualanday, y los futuros asentamientos que se localicen dentro de los límites de la Comuna.

Comuna 6. Conformada por los asentamientos denominados: Virgilio Barco, Porvenir, Alonsito, San Gerardo, Aeropuerto, Panamericano, El Salado, La ínsula, Colinas de la Victoria, Sevilla, Cerro Norte, Cerro de la Cruz, Las Américas, Camilo Daza y los futuros asentamientos que se localicen dentro de los límites de la Comuna.

Comuna 7. Conformada por los asentamientos denominados: El Rosal del Norte, Chapinero, Comuneros, EL Claret, Tucunaré, Motilones, la Florida, La primavera, Ospina Pérez, Buenos Aries, la Hermita, Paraíso, Camilo y los futuros asentamientos que se localicen dentro de los límites de la Comuna.

Comuna 8. Conformada por los asentamientos denominados: El Progreso, Antonia, Cerro pico, Palmeras, Belisario, talaya, I, II y II etapa, Cúcuta 75, Los Almendros, Carlos Ramírez París, Doña Nidia. La Victoria, Kennedy, El Rodeo, y los futuros asentamientos que se localicen dentro de los límites de la Comuna.

Comuna 9. Conformada por los asentamientos denominados: Divina pastora, Belén, Rudensindo Soto, Gaitán, Barrio Nuevo, La Aurora, las Colinas, Cundinamarca, San Miguel, Loma de Bolívar, Los Alpes, Carora, Pueblo Nuevo y los futuros asentamientos que se localicen dentro de los límites de la Comuna.

Comuna 10. Conformada por los asentamientos denominados: Cementerio, San José, Circunvalación, Camilo Torres, la Cabrera, Puente barco, Santo Domingo, San Rafael, Alonso López, Galán, Santander, Las Malvinas, El cortijo, grupo Maza, Coca-cola y los futuros asentamientos que se localicen dentro de los límites de la Comuna.

Haciendo hincapié en el escenario estudiado para el desarrollo del presente proyecto, se prosigue a delimitar la zona que se pretende analizar para su desarrollo. Partiendo de la problemática en términos de movilidad latentes en la ciudad, se delimita a la ciudad de San José de Cúcuta como zona de estudio (ver anexo 1), para mitigar el fenómeno de embotellamiento en términos de flujo vehicular diario en horas pico. Esta zona es seleccionada debido a la amplia cantidad de centros de acopios como: universidades, oficinas, museos, tiendas, etc.

2.5 Marco Legal

Para la elaboración del marco legal se abordó la normatividad vigente aplicable al proyecto de grado.

Tabla 3. Referencias legales

Nombre	Definición	Fuente
Decreto 172 de 2001	Por el cual se reglamenta el Servicio Público de Transporte Terrestre Automotor Individual de Pasajeros en Vehículos Taxi.	Ministerio de Transporte.
Decreto 172 de 2001, Artículo 1.	El presente decreto tiene como objeto reglamentar la habilitación de las empresas de Transporte Público Terrestre Automotor Individual de Pasajeros en Vehículos Taxi y la prestación por parte de éstas de un servicio eficiente, seguro, oportuno y económico, bajo los criterios básicos de cumplimiento de los principios rectores del transporte, como el de la libre competencia y el de la iniciativa privada, a los cuales solamente se aplicarán las restricciones establecidas por la ley y los Convenios Internacionales.	Ministerio de Transporte.
De la ley 105 de 1993, Artículo 3.	El transporte público es una industria encaminada a garantizar la movilización de personas o cosas, por medio de vehículos apropiados, en condiciones de libertad de acceso, calidad y seguridad de los usuarios y sujeto a una contraprestación económica.	Ministerio de Transporte.
De la ley 105 de 1993, Artículo 23.	El Servicio Público de Transporte Terrestre Automotor Individual de Pasajeros en Vehículos Taxi se presta de manera regular dentro de la jurisdicción de un distrito o municipio y en las áreas metropolitanas de conformidad con las normas que la regula.	Ministerio de Transporte
Código de Comercio, Artículos 994 y 1003	Las empresas de Transporte Público Terrestre Automotor Individual de Pasajeros en Vehículos Taxi deberán tomar con una compañía de seguros autorizada para operar en Colombia, las pólizas de seguros de responsabilidad civil contractual y extracontractual que las amparen contra los riesgos inherentes a la actividad transportadora.	Código de comercio
Decreto 348 del 2015	Seguimiento Satelital, comunicación bidireccional y video en línea	Ministerio de Transporte
Ley 388 DE	La Ley 388 de 1997 o Ley de Desarrollo Territorial, es un instrumento	Ministerio de

Nombre	Definición	Fuente
1997	normativo que establece las pautas para orientar equitativa y racionalmente el desarrollo territorial, en el cual esta norma lo denomina Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y en él se planificará el futuro a corto, mediano y largo plazo del desarrollo de los entes territoriales. Este Plan de Ordenamiento Territorial, exige realizar ajustes a lo planificado, regula la utilización del territorio, la transformación y ocupación del espacio en armonía con el medio ambiente, el desarrollo socioeconómico y las tradiciones históricas y culturales.	ambiente y desarrollo sostenible
Resolución 2086 de 2014	Por la cual se fijan las condiciones técnicas del equipo, instalación, identificación, funcionamiento y monitoreo del sistema de posicionamiento global (GPS) u otro dispositivo de seguridad y monitoreo electrónico y el mecanismo de control para el cambio del dispositivo, así como los parámetros para la autorización de proveedores de servicios y el registro respectivo.	Policía Nacional de Colombia

3. Diseño Metodológico

3.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación aplicada tiene como fin principal resolver un problema en un periodo de tiempo corto. Dirigida a la aplicación inmediata mediante acciones concretas para enfrentar el problema. Por tanto, se dirige a la acción inminente, mediante actividades precisas para enfrentar el problema. (Chávez, 2007, p.134)

De acuerdo con los objetivos planteados para el desarrollo del proyecto, la investigación fue de tipo cuantitativa-propositiva, esta investigación fue de carácter cuantitativo, ya que brindó información sobre todos los procesos que hacen parte las entidades prestadoras del servicio público de taxis, la cual se obtuvo por medio de la entrevista; y de carácter propositivo, debido a que se planteó una propuesta para mejorar el servicio en aspectos de logística e interacción con el usuario.

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población. Se puede definir población como el “Conjunto de todos los elementos que se están estudiando, de los cuales determinar conclusiones” (Rubin, 1996, p.2). Según lo anteriormente mencionado, la población de estudio para este trabajo fue la cantidad de cupos de taxis que trabajan en la ciudad de San José de Cúcuta, 8.633 cupos de taxis (Asoempresas, 2020), la cantidad de empresas de taxis, 15 empresas (Asoempresas, 2020) en la ciudad de San José de Cúcuta y la cantidad de habitantes de la ciudad de San José de Cúcuta 589.000 habitantes (DANE, 2005).

3.2.2 Muestra. La muestra referente a este trabajo es el cálculo de la muestra característica para definir la muestra de conductores, usuarios y empresas; utilizando la fórmula de n. La fórmula n sirve para calcular el tamaño de muestra cuando se conoce el tamaño de la población, donde N es el tamaño de la población a estudio, Z es el nivel de confianza, P es la probabilidad de éxito o proporción esperada, Q es la probabilidad de fracaso y D es la precisión (el error mínimo admisible en términos de proporción (Herrera, 2011).

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

Figura 2. Fórmula N

Fuente: Herrera, 2011.

3.3 Instrumentos o Técnicas para la Recolección de Información

Es toda aquella información, sea de forma oral o escrita, que pueden obtener las personas que realizan la investigación. Para recolectar la información necesaria para este proyecto y así, poder realizar su respectivo análisis; se optó por utilizar la entrevista como instrumento. Como segundo instrumento se utilizó para la recolección de información de este trabajo, se optará por la encuesta

3.3.1 Fuentes primarias. La encuesta se define como una técnica de recogida de información con una filosofía subyacente (lo que la convierte en un método), con el fin de analizar los datos recolectados cierta cantidad poblacional (Alvira, 2011). La encuesta se realizará con el fin de recolectar la información sobre la percepción que tienen las personas sobre el servicio de taxi que se presta en la zona metropolitana de la ciudad ofrecida por las entidades abarcadas en la muestra

(ver anexo 1 y 2).

En este caso se utilizó también la entrevista a los gestores del proceso de servicio público de taxis en la ciudad de San José de Cúcuta y encuestas a los operadores de taxis y a la ciudadanía.

3.3.2 Fuentes secundarias. Estas ayudaron a interpretar de una u otra forma la información suministrada de las fuentes primarias, por consiguiente, en este trabajo se utilizó las bases de datos, repositorios, revistas, sitios web, etc.; que permitieron enmarcar el estado actual de los estudios realizados sobre la temática a tratar.

3.4 Análisis de Información

Una vez recolectada la información suministrada por la lista de chequeo, la encuesta fue consolidada, digitalizada y tabulada, con el fin de facilitar su análisis, representado los resultados de forma cualitativa y cuantitativa, mediante tablas con sus respectivas cantidades, gráficamente con sus respectivos porcentajes y con la interpretación de los resultados.

4. Propuesta de Localización de Plataformas de Servicio de Transporte Público empleando Técnicas de Ingeniería: caso Servicio de Taxis en la Ciudad de San José de Cúcuta

La localización de plataformas de servicio de transporte público se basa en lograr un mejor flujo vial y garantizar el abastecimiento oportuno de todos los clientes en la ciudad. Por ello la base del presente proyecto es la logística de localización estratégica de plataformas de taxis en la ciudad de San José de Cúcuta.

4.1 Caracterización y Diagnóstico del Modelo Operativo de las Rutas de Taxis

Determinando las Actividades que se Incurren a lo Largo del Proceso de Transporte, las Variables y Actores que Intervienen en el Sistema

Teniendo en cuenta la información proporcionada y el análisis de investigación realizada, se determinan como actores: la cantidad de cupos de taxis que trabajan en la ciudad de San José de Cúcuta, con un total de 8.633 cupos (Asoempresas, 2020), y la cantidad de empresas de taxis, con un total de 15 empresas (Asoempresas, 2020), como recursos: la cantidad de conductores, y se determina como medio a los vehículos denominados taxis, que es el medio de transporte para el desarrollo de los procesos de movilidad.

4.1.1 Recolección y selección de datos. Para la recolección de datos se diseñaron 2 encuestas dirigidas a los conductores y usuarios y una entrevista dirigida a las empresas de taxi. (Ver Anexo 1 y Anexo 2). En las empresas de taxi se desarrolló una entrevista con el objetivo de identificar la mejor ubicación de taxis con el fin de mejorar las condiciones de la ciudad de San José de Cúcuta.

4.1.2 Tabulación de la información y análisis de datos. En la encuesta aplicada se halló el tamaño de la muestra para poblaciones finitas con la ayuda de la fórmula n, para determinar el número de usuarios y conductores a encuestar, tomando como referencia el número de habitantes de la ciudad de San José 589.000 (DANE, 2005), la cantidad de conductores de taxi 8.633 cupos (Asoempresas, 2020).

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

Figura 3. Formula N

Fuente: Herrera, 2011.

Donde:

n: Tamaño de la muestra

N: Total de Población

Z: Nivel de confianza ($Z_{\alpha} = 1.92$ al cuadrado (si la seguridad es del 95%))

p: Probabilidad a favor (Proporción esperada (en este caso 5% = 0.05))

q: Probabilidad en contra ($1 - p$ (en este caso $1 - 0.05 = 0.95$))

d: precisión (en su investigación un 5%).

Aplicando la fórmula N anterior, se obtuvo que la muestra $n = 384$ de usuarios a encuestar, en cuanto a la muestra de conductores a encuestar es de $n = 83$, asumiendo un error de 5% y un nivel

de confianza del 95%. Las encuestas para los usuarios se realizaron en dos modalidades; desarrollando un trabajo de campo de forma presencial y se realizaron también de manera virtual, con el fin de llegar a las áreas más lejanas de la ciudad, en cuanto a las encuestas para los conductores de taxi, se realizó un trabajo de campo de forma presencial (Ver anexo 1).

Encuesta a Conductores:

Muestra: 83 conductores

Tabla 4. Modalidad

1. ¿Cuál es la modalidad más usada de contacto preferido para ofrecer el servicio de taxi? Seleccione 2 respuestas	
Aplicación	0
Call Center	8
Calle	72
Paradero	37
Plataforma (radio)	41
WhatsApp	8

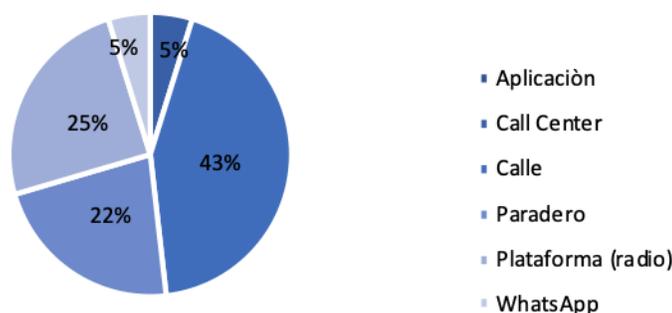


Figura 4. Modalidad

De acuerdo a los datos obtenidos, la mayoría de los conductores de taxi con un 43%, afirmaron que la modalidad más usada para ofrecer su servicio es en la calle, permitiéndoles mantenerse en movimiento por la ciudad, con un 25% aseguraron utilizar la plataforma de radio

y acceder a una carrera si están cerca, seguido de la modalidad de uso de paradero, con un 43%, siendo estas, las tres modalidades preferidas por los conductores de taxi, en cuanto a la modalidad menos utilizada, se encuentra la aplicación, ya que la mayoría de conductores no utilizan este medio.

Tabla 5. Jornada laboral

2. ¿Cuál es su jornada de trabajo más usual?	
Diurna	40
Nocturna	15
Completa	28

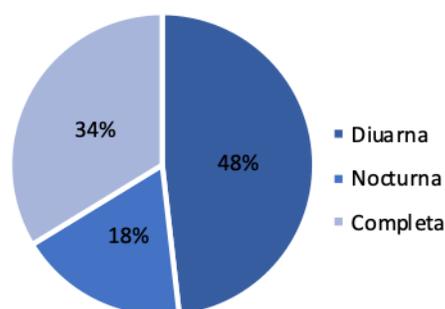


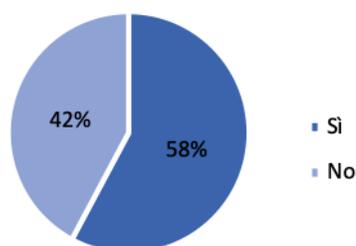
Figura 5. Jornada laboral

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los datos obtenidos, las jornadas más usuales por los conductores son la diurna con un 48% y la completa con un 34%, por lo que en el día hay más tránsito de usuarios y la que menos transitan taxis es en la jornada nocturna con un 18%.

Tabla 6. Paraderos

3. ¿Usted utiliza los paraderos de taxi actuales para esperar un servicio?	
Sí	48
No	35

**Figura 6. Paraderos**

De acuerdo con los datos obtenidos, los conductores con un 58% utilizan los paraderos de taxi para la espera de usuarios, para evitar el gasto innecesario de combustible y con un 42% no utilizan los paraderos porque les gusta estar en la modalidad de esperar un servicio en la calle.

Tabla 7. Tiempo de espera

4. ¿Cuánto se demora en promedio esperando un servicio?	
1-15 min	10
16-30 min	35
31-45 min	30
46-60 min	6
Más de 60 min	2

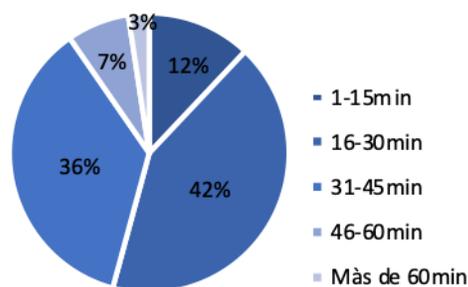


Figura 7. Tiempo de espera

De acuerdo con los datos obtenidos, el tiempo de espera para que un conductor salga con una carrera mayormente con 42% es de 16 a 30 minutos y con un rango de menor espera es de más de 60 min con un 6%.

Tabla 8. Tiempo de servicio

5. ¿Cuál es el tiempo promedio de un servicio?	
1-15 min	32
16-30 min	38
31-45 min	10
46-60 min	3
Más de 60 min	0

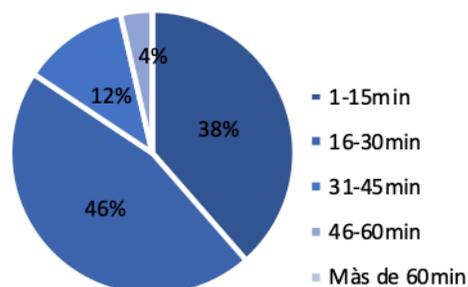


Figura 8. Tiempo de servicio

De acuerdo con los datos obtenidos, el tiempo que se toman del origen al destino en la carrera del usuario, es de un rango de 16 a 30 minutos con un 46%, ya que es la ciudad de San José de Cúcuta no hay destino que tenga una duración de más de 60 minutos.

Tabla 9. Comunas

6. ¿Cuáles son las comunas que usted prefiere trabajar? Seleccione 5 respuestas.	
1	125
2	87
3	23
4	18
5	29
6	33
7	34
8	28
9	16
10	22

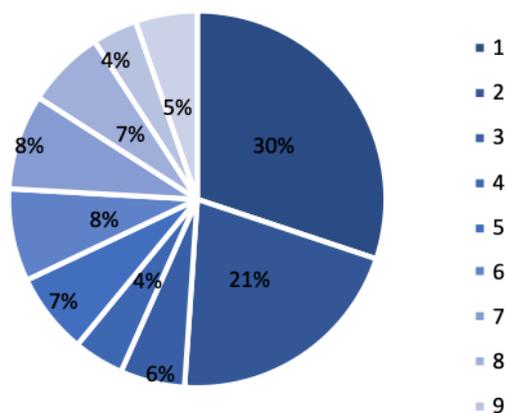
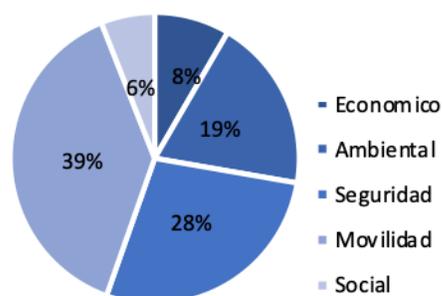


Figura 9. Comunas

De acuerdo con los datos obtenidos, la comunidad de mayor origen en la cual los usuarios toman una carrera es en la comuna 1 y 2 la cual está conformada por el centro de la ciudad.

Tabla 10. Impacto

7. Si se ubicaran paraderos de taxi ¿Cuál cree usted que sería el mayor impacto para la ciudad de San José de Cúcuta?	
Económico	7
Ambiental	16
Seguridad	23
Movilidad	32
Social	5

**Figura 10. Impacto**

De acuerdo con los datos obtenidos, los conductores responden mayormente con un 38% que el mayor impacto que generaría la propuesta de localización sería de la movilidad de los taxis en la ciudad de San José de Cúcuta.

Tabla 11. Incentivo

8. Si se ubicaran paraderos de taxi en la ciudad para localizar estratégicamente los vehículos de taxi, usted los utilizaría si se dieran incentivos sobre:	
Tarifa	23
Impuestos	32
Pico y placa	28

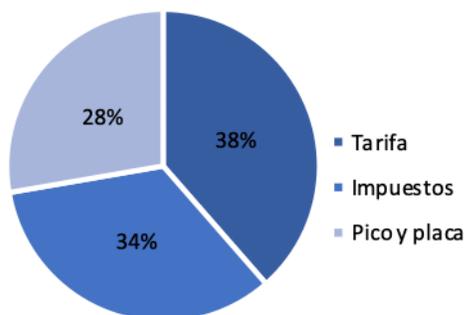


Figura 11. Incentivo

De acuerdo con los datos obtenidos, los conductores ven viables los tres beneficios realizados en la encuesta, por lo cual el mayor beneficio serían los impuestos y el pico y placa en la cual reducirían los gastos y poder laborar todos los días.

Tabla 12. Paraderos geográficamente

9. Si se ubicaran paraderos de taxi en la ciudad geográficamente cerca a los centros comerciales, deportivos, Cenabastos, universidades, aeropuertos, terminal o centros de producción, ¿usted evitaría movilizarse en la ciudad para ofrecer su servicio?	
Sí	58
No	25

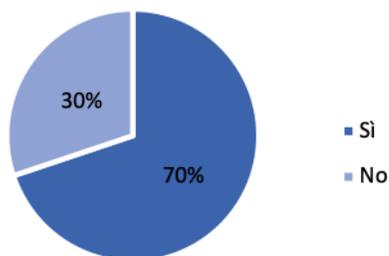


Figura 12. Paraderos geográficamente

De acuerdo con los datos obtenidos, los conductores de taxi con un 70%, afirman que aceptarían los paraderos en los lugares estratégicos con un gran flujo de usuarios para beneficio de ellos y sus compañeros.

Encuesta a Usuarios (Ver Anexo 2)

Muestra: 384 conductores

Tabla 13. Utilizas el servicio de taxi

1. ¿Utiliza usted el servicio de transporte público de taxi?	
No	0
Sí	384

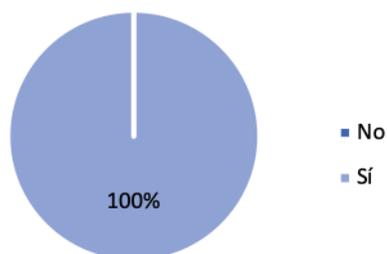
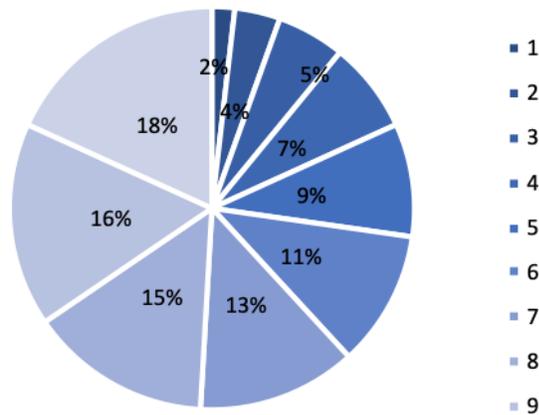


Figura 13. Utilizas el servicio de taxi

De acuerdo con los datos obtenidos, respecto al desarrollo de las encuestas los usuarios debían ser un 100% que utilicen el servicio público de taxis.

Tabla 14. Origen

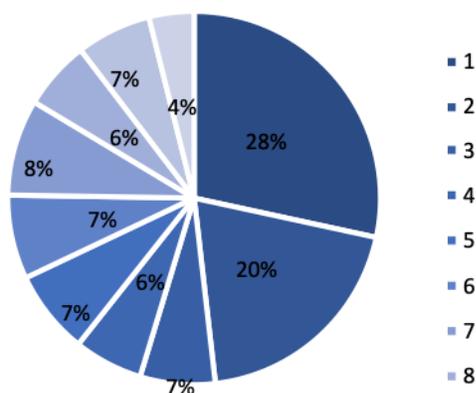
2. Regularmente cuando toma un taxi en que comuna de la ciudad se localiza (Origen):	
1	45
2	32
3	33
4	35
5	34
6	74
7	62
8	22
9	24
10	23

**Figura 14. Origen**

De acuerdo con los datos obtenidos, los usuarios que utilizan mayormente el servicio están ubicados en el origen de las comunas 6, 7 y 1 en la cual está incluida la comuna de atalaya y el centro.

Tabla 15. Destino

3. ¿Cuándo usted toma taxi para que la comuna de la ciudad se desplace? (Destino)	
1	109
2	76
3	25
4	23
5	28
6	28
7	32
8	23
9	25
10	15

**Figura 15. Destino**

De acuerdo con los datos obtenidos, los destinos con mayor frecuencia de los usuarios del servicio de taxi son la comuna 1 y 2 con un 28% y 20% por ser zona céntrica de la ciudad.

Tabla 16. Solicitud de servicio

4. ¿Cómo usted solicita el servicio de Taxis? Seleccione 2 respuestas.	
Aplicación	83
Call Center	169
Calle	261
Paradero	84
Plataforma (Radio)	127
WhatsApp	37

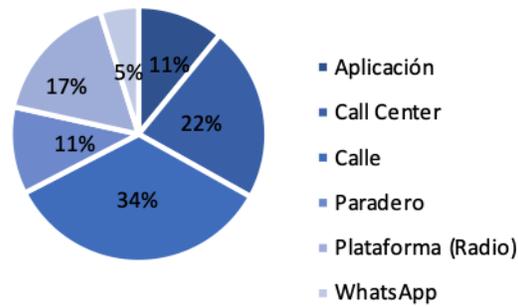


Figura 16. Solicitud de servicio

De acuerdo con los datos obtenidos, los usuarios al igual que los conductores utilizan la modalidad del servicio en la calle con un 34%, ya que los taxis se encuentran circulando.

Tabla 17. Paradero

5. ¿Ha utilizado alguna vez el servicio de taxis en paradero?	
No	172
Sí	212

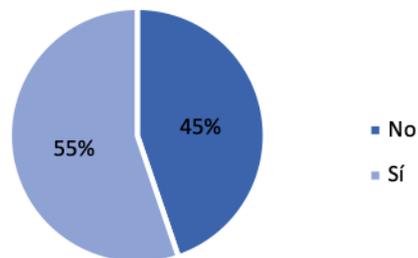
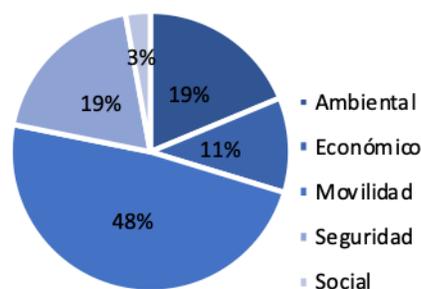


Figura 17. Paradero

De acuerdo con los datos obtenidos, los usuarios han utilizado un 56% los paraderos de taxi y 45% no han usado esta modalidad por la tarifa que generan algunos conductores.

Tabla 18. Impacto

6. ¿Si se ubicaran paraderos de taxi en la ciudad, ¿cuál cree usted que sería el mayor impacto para la ciudad de San José de Cúcuta?	
Ambiental	72
Económico	42
Movilidad	186
Seguridad	73
Social	11

**Figura 18. Impacto**

De acuerdo con los datos obtenidos, al igual que los conductores, uno de los mayores impactos sería la movilidad, mejorando para muchos usuarios la modalidad de localizaciones estratégicas.

Tabla 19. Beneficio

7. Si se ubicaran paraderos de taxi en la ciudad para localizar estratégicamente los vehículos, usted los utilizaría por un beneficio en:	
Accesibilidad	156
Comodidad	61
Seguridad	121
Tarifa	46

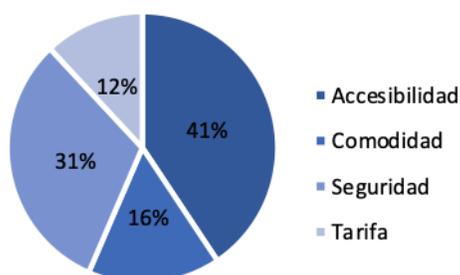


Figura 19. Beneficio

De acuerdo con los datos obtenidos, para los usuarios su mayor beneficio sería la accesibilidad para tomar el servicio de taxi, con un 41%.

Tabla 20. Medio de transporte

8. ¿Cuál es su medio cotidiano de transporte?	
Bicicleta	48
Bus	163
Motocicleta	77
Taxi	40
Vehículo propio	56

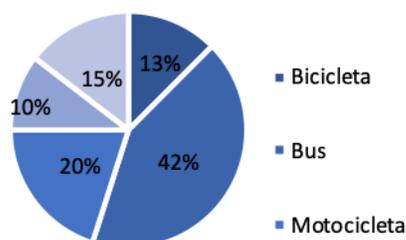
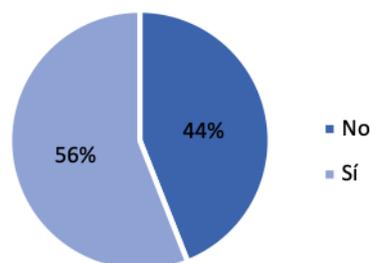


Figura 20. Medio de transporte

De acuerdo con los datos obtenidos, los usuarios que mayormente usan el servicio de taxi no tienen un medio de transporte propio, movilizándose mayormente en transporte público.

Tabla 21. Usarías el servicio de taxi

9. ¿Estaría usted dispuesto a cambiar su medio de transporte si la ubicación del servicio mejora?	
No	169
Sí	215

**Figura 21. Usarías el servicio de taxi**

De acuerdo con los datos obtenidos, los usuarios respondieron con un 56% que, si usaran más el servicio de taxi, con la propuesta realizada en el presente proyecto. Teniendo en cuenta los datos y análisis obtenidos por las encuestas, se filtran los resultados por comunas, para identificar cual es la comuna con mayor flujo de movilidad, teniendo en cuenta el origen y destino de los usuarios y la preferencia de zonas de trabajo de los conductores, siendo la comuna 1 donde se encuentra el mayor flujo de movilidad, seguida de la comuna 2, 6 y 7, donde se observa el mismo comportamiento.

Tabla 22. Análisis flujo de movilidad

Comunas	Conductores	Usuarios Destino	Origen
1	125	109	45
2	87	76	32
3	23	25	33
4	18	23	35
5	29	28	34
6	33	28	74
7	34	32	62
8	28	23	22
9	16	25	24
10	22	15	23

4.1.3 Análisis de la información suministrada mediante la entrevista a las empresas de taxi. En la entrevista aplicada a los representantes legales y gerentes de las empresas de taxis, se buscaba determinar factores clave para la mejor ubicación de localización de taxis:

Puntos estratégicos para plataformas

Impacto

Incentivos

Disposición para utilizar las plataformas de taxis

Las entrevistas a las empresas de taxi se realizaron a cinco (5) empresas, incluido el presidente de la asociación de empresas de Taxi de San José de Cúcuta, mediante trabajo de campo, de forma presencial.

Tabla 23. Resultados de la entrevista

Matriz de tabulación de entrevistas a las empresas de taxi					
Preguntas	Empresa 1 Cootranstasajero	Empresa 2 Contra Cúcuta	Empresa 3 San Juan	Empresa 4 Radio Taxi	Presidente de Asoempresas
¿En qué puntos (localización) es estratégico establecer paraderos de taxis en la ciudad?	En los parques de la ciudad de Cúcuta	En los parques principales	En los parques, que tengan una zona exclusiva para los taxis	Principalmente en parques	En los parques de la ciudad de San José de Cúcuta, con zonas de bahía
¿Si se ubicaran paraderos de taxi en la ciudad, cuál cree usted que sería el mayor impacto para la ciudad de San José de Cúcuta?	El mayor impacto sería la comodidad y accesibilidad para los usuarios	El mayor impacto sería la organización y movilidad	El mayor impacto sería mantener los parques en buen estado y cuidado, para tener mayor comodidad al usuario	El mayor impacto sería la organización del gremio y así mismo a la movilidad de la ciudad	El mayor impacto sería organización, accesibilidad y embellecimiento de puntos de paraderos
Si se ubicaran paraderos de taxi en la ciudad para localizar estratégicamente los vehículos de taxi, usted los utilizaría si se dieran incentivos sobre: Tarifa o impuestos o Pico y placa.	En la tarifa	En Pico y placa	En Pico y placa	Están de acuerdo con cualquiera de los tres	En Pico y Placa
Si se ubicaran paraderos de taxi en la ciudad geográficamente cerca a los centros comerciales, deportivos, universidades, aeropuertos, terminal o centros de producción, ¿usted evitaría movilizarse en la ciudad para ofrecer su servicio?	Si	Si	Si	Si	Si
¿La empresa tiene paraderos localizados? ¿En qué puntos?	25 Paraderos, mayormente ubicado en los barrios, cenabastos	40 paraderos en barrios con mayor demanda, hoteles, hospitales y cenabastos	8 paraderos/ pero utilizan mayormente la aplicación de taxi san juan	15 paraderos, ubicados en parques y barrios con mayor demanda, principalmente en los barrios de la comuna 2	No

En su totalidad las empresas de taxis de la ciudad consideran que los parques son los lugares estratégicos para establecer plataformas de taxis, en cuanto al impacto que generaría la ubicación de plataformas de taxis, las empresas se enfocaron inicialmente en la comodidad y accesibilidad de los usuarios, concluyendo finalmente en el mejoramiento de la movilidad y embellecimiento

de la ciudad, ya que expresaron que las plataformas que se encuentran actualmente en la ciudad, conocidas como paraderos, permanecen en un mal estado. Respecto a los incentivos a recibir por la utilización de las plataformas, manifestaron querer estar exentos del pico y placa, acerca de estar dispuestos a evitar movilizarse en la ciudad para ofrecer su servicio si se ubicaran paraderos de taxi en la ciudad geográficamente cerca a los centros comerciales, deportivos, Cenabastos, universidades, aeropuertos, terminal o centros de producción, todas las empresas están de acuerdo con la opción expresada. Correspondiente a si tienen paraderos en la ciudad, las empresas expresaron que sí, los tienen ubicados en puntos estratégicos de la ciudad, mayormente en parques y barrios cercanos al centro de la ciudad, en oportunidades comparten estos puntos llegando a acuerdos con otras empresas del mismo gremio.

4.2 Propuesta del Modelo de Localización Integrando las Variables de Análisis del Sistema de Transporte Público en la Ciudad de San José de Cúcuta para los Taxis Empleando Técnicas de Ingeniería para la Mejora del Sistema

En el presente objetivo se llevan a cabo modelos matemáticos para el desarrollo y la validación para determinar puntos estratégicos para los paraderos de taxi en la ciudad de San José de Cúcuta.

4.2.1 Formulación del método matemático. Como se muestra a continuación:

4.2.1.1 Centro de gravedad. Se define como la mejor ubicación de una instalación en base a la ubicación geográfica de los puntos objetivo y el volumen enviado. El proceso para la realización de este inicia con la localización de ubicaciones existentes para establecer distancias entre esta (longitud y esta latitud). Seguidamente se calculan las coordenadas x e y dividiendo el resultado entre la suma de las cargas (Carro & González, 2010). Es decir:

$$x = \frac{\sum i l_i * x_i}{\sum i l_i} \quad y = \frac{\sum i l_i * y_i}{\sum i l_i}$$

En definitiva, este método calcula los puntajes de carga-distancia para las distintas localizaciones de la zona escogida, hasta que se cumplan las necesidades del analista.

4.2.1.2 Carga-distancia. Para Carro & González (2010), el modelo de carga-distancia permite identificar.

Localizaciones potenciales comparadas entre sí en términos de variables cuantitativas, evaluadas en términos de proximidad. Su objetivo principal es seleccionar una localización que minimice el total de las cargas que entran y salen de una instalación asignando coordenadas. Sin embargo, para hacer un cálculo aproximado se hace uso de la medición de la distancia euclidiana y rectilínea (Carro & González, 2010). Donde:

$$d_{AB} = \sqrt{(X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2}$$

Donde:

d_{AB} =distancia entre los puntos A Y B

X_A =coordenada x del punto A

X_B =coordenada x del punto B

Y_A =coordenada y del punto B

Y_B =coordenada y del punto A

Se define la distancia rectilínea la suma de dos líneas delimitadas teniendo en cuenta la distancia recorrida, siendo esta la dirección en x evidenciada como el valor absoluto de la diferencia en las coordenadas x, es decir:

$$d_{AB} = |X_A - X_B| + |Y_A - Y_B|$$

Para determinar la forma carga-distancia, se hace uso de cualquiera de las mediciones de distancia multiplicando las cargas que fluyen de y hacia la instalación por la distancia recorrida. Estas cargas pueden expresarse en número de viajes o flujo de personas que se movilizan (Carro & González, 2010).

Se inicia con la determinación de puntos de flujo (ver Anexo 5), teniendo en cuenta el mayor flujo de movilidad según el origen y destino de los usuarios, la preferencia de zonas de trabajo de los conductores y los puntos estratégicos de localización propuestos por los representantes de las empresas de taxis en la ciudad, su zona de estudio (ver Anexo 3).

Tabla 24. Puntos de flujo

Puntos de Flujo			
Parque Santander	Mercedes Abrego (casd)	Apartamentos	Parque de la Ermita
Parque Nacional	Santo Ángel	Iglesia de Virgilio Barco	Colegio Juan Pablo
Parque Lineal	Iglesia la libertad	Colegio Espiguitas	Mercado Claret
Parque Mercedes	C. Pablo correa león	Justo y bueno trigal	Centro cristiano
Alejandría Av. 6	Éxito San Mateo	Iglesia del Trigal	tucunaré
Colegio Sagrado	Centro comercial Bolívar	Cancha de futbol trigal	Capilla la primavera
Ips progresando en Salud	Makro	El Kiosko	Torres de Claret
Plaza de Banderas	Homecenter	La Concordia	Urbanización los
Plásticos Galaxia CII 5	Ventura	Aeropuerto	estoraques
El Castillo de las tortas/ H.	Unicentro	Parque del Aeropuerto	Parque de palmeras
Av5	Jardín Plaza	Parque infantil	Iglesia san marcos
Parque Colon	Parque San Luis	Hotel La Ínsula	Parque doña nidia
Hotel Casa Blanca	I.P.S Brr Bocono	Hotel la Antioqueña	Colegio Cooperativo
Éxito Av. 5	Cancha Barrio Alto Boconó	TCC Principal Cúcuta	Policlínico Juan
U.F.P.S	Parque la Quinta escobal	Cárcel Modelo	Atalaya
Clínica San José	Iglesia Nuestra Señora	Comisaria de Familia	Estación de Bomberos
Clínica Norte	Milagros	Cancha Sevilla	Cancha la Bombonera

Puntos de Flujo			
Cruz Roja	Olímpica Prados este	Club de Centrales	Iglesia la Divin
Clínica leones	Betel prados este	Arrocera Sevilla	pastora
Clínica Santa Ana	Estación del esta	Cenadero la Pesa	Parque Belén Umbría
Clínica Duarte	Parque prados este	Sevilla	Parque del barrio
Oftalmológica Peñaranda	(parabólicas)	Colegio Camilo Daza	belén
Clínica los Andes	Cancha de futbol San Martin	Salón comunal -camilo	Hospital Rudesindo
Parque Simón Bolívar	Cancha de futbol San Martin	daza	soto
Parque Sayago	2	Justo y bueno las	Cancha 28 de febrero
La Canasta	Cancha de Torcoroma	américas	Cristo Rey
Estadio General	Parque Torcoroma	Las Américas - curva del	Pinar del río
Instituto Salesiano	Iglesia Torcoroma	pescado	
Parroquia Santo Domingo	Parque Aniversario I	Parroquia La laguna	
Parque los Pinos	Cancha Arcoiris	Cancha sintética	
Parroquia Espíritu Santo	Cancha league	Cancha la laguna	
Deportivo Quinta Oriental	Universidad de Santander	Palustre	
Parque Barrio Popular	Iglesia Prados Norte	Parque de la H	
Hospital Universitario H.M	Coliseo	Parque de la Virgen	
Olímpico Guaimaral	Parque Prados Norte	Cancha de los Almendros	
Bienestar	Parque del Bosque	Parque Kioso Ceci	
	Parque de Niza	Cancha Sintética el	
	Parque de Ciudad Jardín	apóstol	
	Parque San Eduardo	Parque de la 25	
	Parque Ceiba II	Colegio mariano Ospina	
	Parque de Zulima		
	Cenabastos		

4.3 Validación del Modelo Propuesto a Través de Experimentación Computacional, con el

Diseño de Escenarios Propuestos

En esta parte del proyecto fue pertinente evaluar tres diferentes alternativas para validar la información y seleccionar los puntos con mayor conveniencia para el sistema de paraderos de taxis.

4.3.1 Centro de gravedad. Teniendo en cuenta la zona de estudio identificada anteriormente, se prosigue a calcular la primera coordenada o primer centro de gravedad.

Aplicando esta herramienta, se asume un volumen estándar de (384), correspondiente a las personas encuestadas, teniendo en cuenta aquellas que utilizan el servicio público de taxis.

Haciendo uso de Google Maps, se realiza la selección de coordenadas correspondientes a cada

punto de flujo tal como se muestra en el anexo 4. A continuación se muestran los puntos de flujo más reconocidos y el centro de gravedad hallado en la tabla 25.

Tabla 25. Centro de gravedad

Ubicación	Volumen (vi)	ZONA DE ESTUDIO			
		Coordenadas		Carga distancia	
		Longitud (x)	Latitud(y)	dix*vi	diy*vi
Parque Santander	384	-72,50465	7,88609	-27841,7856	3028,25856
Parque Nacional	384	-72,50246	7,88842	-27840,94464	3029,15328
Parque Mercedes	384	-72,50759	7,88806	-27842,91456	3029,01504
Alejandría Av 6	384	-72,50544	7,88824	-27842,08896	3029,08416
Colegio Sagrado	384	-72,50712	7,88076	-27842,73408	3026,21184
U.F.P.S	384	-72,48853	7,89878	-27835,59552	3033,13152
Clínica San José	384	-72,49708	7,88689	-27838,87872	3028,56576
Parque Simón Bolívar	384	-72,49001	7,89426	-27836,16384	3031,39584
La Canasta	384	-72,49709	7,89536	-27838,88256	3031,81824
Estadio General	384	-72,50202	7,89490	-27840,77568	3031,6416
Instituto Salesiano	384	-72,49505	7,89323	-27838,0992	3031,00032
Makro	384	-72,48664	7,88380	-27834,86976	3027,3792
Homecenter	384	-72,49378	7,88618	-27837,61152	3028,29312
Ventura	384	-72,49679	7,88997	-27838,76736	3029,74848
Unicentro	384	-72,49248	7,91952	-27837,11232	3041,09568
Jardín Plaza	384	-72,47999	7,92014	-27832,31616	3041,33376
Parque de Niza	384	-72,48646	7,91793	-27834,80064	3040,48512
Parque de Ciudad Jardín	384	-72,48921	7,91130	-27835,85664	3037,9392
Cristo Rey	384	-72,52064	7,90898	-27847,92576	3037,04832
Pinar del río	384	-72,49775	7,86705	-27839,136	3020,9472
TOTAL	50304	-9.497,67764	1.035,62293	-3647108,214	397679,2051
Coordenada Zona De Estudio				-72,50135603	7,90551855

La coordenada final está dada por longitud: -72,50135603 y latitud: 7,90551855. Teniendo la coordenada central, se prosigue a segmentar la zona en diferentes escenarios para establecer los posibles ciclos estaciones que pueden ser ubicadas, para cumplir con el flujo de usuarios y los factores evaluados en la encuesta.

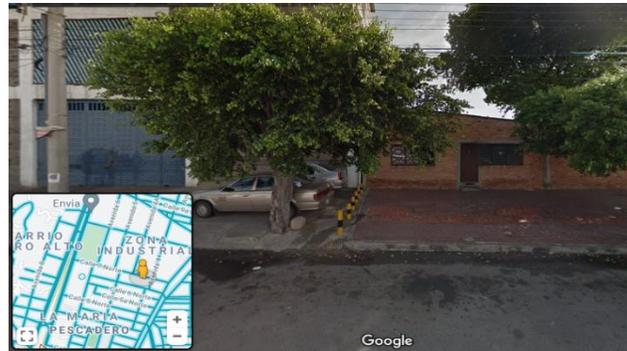


Figura 22. Zona de estudio según punto central

Fuente: Google Maps, 2021.

Se calcula la primera coordenada o primer centro de gravedad para comparar diferentes escenarios y así ubicar correctamente los paraderos de taxi (Ver anexo 6). El centro de gravedad calculado se ubica en la zona industrial de la ciudad de Cúcuta, zona importante de la ciudad, en donde se maneja alto flujo de movilidad de personas, mayor flujo de movilidad según el origen y destino de los usuarios de taxis. Teniendo la coordenada central, se prosigue a segmentar la zona en diferentes escenarios para establecer los posibles ciclo estaciones que pueden ser ubicados, para cumplir con el flujo de usuarios y los factores evaluados en la encuesta. Los escenarios planteados son:

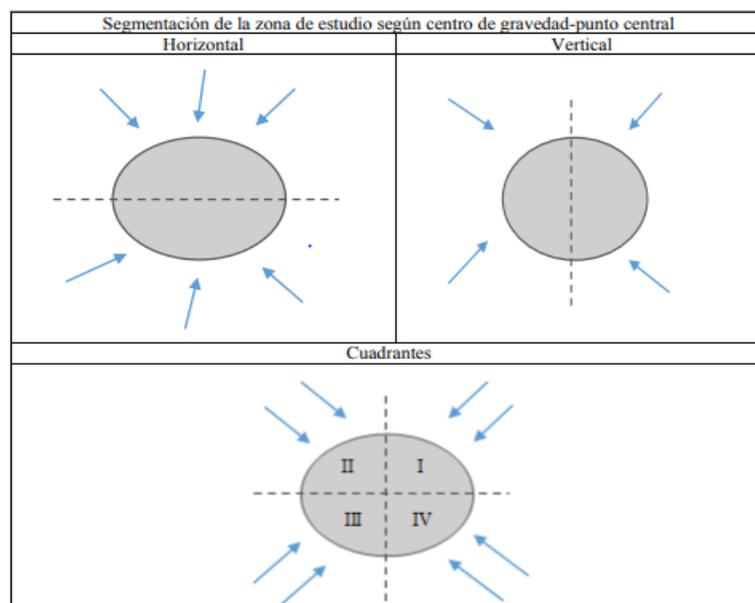


Figura 23. Escenarios de segmentación zona de estudio según punto central

Fuente: Carvajal & Pinzón, 2017.

4.3.1.1 Escenario horizontal. En el presente escenario se segmenta la zona de estudio a partir de la coordenada principal calculada por medio de centro de gravedad. Para esta sección se tuvieron en cuenta los puntos de flujo ubicados al norte y al sur de la zona foco, determinando por cada una de ellas las comunas origen que pueden ingresar al centro. En este método se halló una coordenada por segmento, es decir la localización de nuevos puntos de gravedad, como se muestra en la tabla 25 y 65. Adicionalmente se hace uso de la herramienta Google Maps para situar la ubicación de puntos (ver anexos 7. Centro de gravedad horizontal).

Tabla 26. Centro de gravedad-horizontal inferior

Ubicación	Volumen (vi)	Coordenadas		Carga distancia		Comunas	Volumen (Vi)
		Longitud (x)	Latitud(y)	dix*vi	diy*vi		
Parque Santander	197	-72,50465	7,88609	-14283,41605	1553,55973	Comuna 1	109
Parque Nacional	197	-72,50246	7,88842	-14282,98462	1554,01874	Comuna 3	25
Parque Lineal	197	-72,50539	7,89092	-14283,56183	1554,51124	Comuna 4	23
Parque Mercedes	197	-72,50759	7,88806	-14283,99523	1553,94782	Comuna 9	25
Alejandro Av 6	197	-72,50544	7,88824	-14283,57168	1553,98328	Comuna 10	15
Colegio Sagrado	197	-72,50712	7,88076	-14283,90264	1552,50972	Total	197
Ips progresando en Salud	197	-72,49840	7,88264	-14282,1848	1552,88008		
Plaza de Banderas	197	-72,50151	7,89328	-14282,79747	1554,97616		
Plásticos Galaxia CII 5	197	-72,50391	7,89241	-14283,27027	1554,80477		
El Castillo de las tortas/ H. Av5	197	-72,50443	7,88906	-14283,37271	1554,14482		
Parque Colon	197	-72,50084	7,88485	-14282,66548	1553,31545		
Hotel Casa Blanca	197	-72,50404	7,88245	-14283,29588	1552,84265		
Éxito Av 5	197	-72,50374	7,88512	-14283,23678	1553,36864		
U.F.P.S	197	-72,48853	7,89878	-14280,24041	1556,05966		
Clínica San José	197	-72,49708	7,88689	-14281,92476	1553,71733		
Clínica Norte	197	-72,49821	7,87873	-14282,14737	1552,10981		
Cruz Roja	197	-72,50025	7,87886	-14282,54925	1552,13542		
Clínica leones	197	-72,50097	7,87958	-14282,69109	1552,27726		
Clínica Santa Ana	197	-72,48904	7,89275	-14280,34088	1554,87175		
Clínica Duarte	197	-72,48495	7,89948	-14279,53515	1556,19756		
Oftalmológica Peñaranda	197	-72,49728	7,88205	-14281,96416	1552,76385		
Clínica los Andes	197	-72,49832	7,88073	-14282,16904	1552,50381		
Parque Simón Bolívar	197	-72,49001	7,89426	-14280,53197	1555,16922		
Parque Sayago	197	-72,49278	7,89115	-14281,07766	1554,55655		
La Canasta	197	-72,49709	7,89536	-14281,92673	1555,38592		
Estadio General	197	-72,50202	7,89490	-14282,89794	1555,2953		
Instituto Salesiano	197	-72,49505	7,89323	-14281,52485	1554,96631		
Parroquia Santo Domingo	197	-72,49724	7,90290	-14281,95628	1556,8713		
Parque los Pinos	197	-72,49464	7,90193	-14281,44408	1556,68021		
Parroquia Espíritu Santo	197	-72,49311	7,90050	-14281,14267	1556,3985		
Deportivo Quinta Oriental	197	-72,49297	7,89882	-14281,11509	1556,06754		
Parque Barrio Popular	197	-72,49528	7,89374	-14281,57016	1555,06678		
Hospital Universitario H.M	197	-72,49108	7,90407	-14280,74276	1557,10179		
Santo Ángel	197	-72,51133	7,88044	-14284,73201	1552,44668		
C. Pablo correa león	197	-72,47598	7,89045	-14277,76806	1554,41865		
Éxito San Mateo	197	-72,48864	7,88469	-14280,26208	1553,28393		
Centro comercial Bolívar	197	-72,48610	7,88451	-14279,7617	1553,24847		
Makro	197	-72,48664	7,88380	-14279,86808	1553,1086		
Homecenter	197	-72,49378	7,88618	-14281,27466	1553,57746		
Ventura	197	-72,49679	7,88997	-14281,86763	1554,32409		
Parque San Luis	197	-72,48371	7,89267	-14279,29087	1554,85599		
I.P.S Brr Bocono	197	-72,46198	7,89451	-14275,01006	1555,21847		
Cancha Barrio Alto Boconó	197	-72,46543	7,89398	-14275,68971	1555,11406		
Cancha de futbol San	197	-72,47002	7,90338	-14276,59394	1556,96586		

Ubicación	Volumen (vi)	Coordenadas		Carga distancia		Comunas	Volumen (Vi)
		Longitud (x)	Latitud(y)	dix*vi	diy*vi		
Martin 2							
Cancha de Torcoroma	197	-72,47435	7,89619	-14277,44695	1555,54943		
Parque Torcoroma	197	-72,47505	7,89667	-14277,58485	1555,64399		
Iglesia Torcoroma	197	-72,47554	7,89324	-14277,68138	1554,96828		
Parque Aniversario I	197	-72,47548	7,89204	-14277,66956	1554,73188		
Cancha Arcoiris	197	-72,47713	7,89099	-14277,99461	1554,52503		
Cancha league	197	-72,47589	7,88157	-14277,75033	1552,66929		
Parque del Bosque	197	-72,49820	7,90170	-14282,1454	1556,6349		
Parque San Eduardo	197	-72,48699	7,90453	-14279,93703	1557,19241		
Cancha Sevilla	197	-72,50729	7,89969	-14283,93613	1556,23893		
Club de Centrales	197	-72,50502	7,90446	-14283,48894	1557,17862		
Cancha de los Almendros	197	-72,51990	7,90255	-14286,4203	1556,80235		
Almendros							
Parque Kioso Ceci	197	-72,52885	7,89776	-14288,18345	1555,85872		
Urbanización los estoraques	197	-72,54066	7,90165	-14290,51002	1556,62505		
estoraques							
Parque doña nidia	197	-72,52901	7,89096	-14288,21497	1554,51912		
Colegio Cooperativo	197	-72,52377	7,90476	-14287,18269	1557,23772		
Parque Belén Umbría	197	-72,53536	7,87928	-14289,46592	1552,21816		
Parque del barrio belén	197	-72,52716	7,87588	-14287,85052	1551,54836		
Hospital Rudecindo soto	197	-72,51814	7,87534	-14286,07358	1551,44198		
Cancha 28 de febrero	197	-72,51982	7,89041	-14286,40454	1554,41077		
Pinar del río	197	-72,49775	7,86705	-14282,05675	1549,80885		
Total	12608	-	505,01231	-914051,8645	99487,4250		
		4.639,857			7		
		18					
Coordenada Zona De Estudio				-72,49776844	7,89081734		



Figura 24. Coordenada del centro de gravedad-horizontal inferior

Fuente: Google Maps, 2021.

La figura 24 muestra el punto o coordenada delimitada en la tabla 26, haciendo uso de la herramienta Google Maps.

Tabla 27. Centro de gravedad-Horizontal superior

Ubicación	Volumen (vi)	Horizontal superior				Comunas	Volumen (vi)
		Coordenadas		Carga distancia			
		Longitud (x)	Latitud(y)	dix*vi	diy*vi		
Olímpica Guaimaral	187	-72,49239	7,90652	-13556,07693	1478,51924	Comuna 2	76
Mercedes Abrego (casd)	187	-72,48651	7,90878	-13554,97737	1478,94186	Comuna 5	28
Unicentro	187	-72,49248	7,91952	-13556,09376	1480,95024	Comuna 6	28
Jardín Plaza	187	-72,47999	7,92014	-13553,75813	1481,06618	Comuna 7	32
Parque la Quinta escobal	187	-72,46656	7,91524	-13551,24672	1480,14988	Comuna 8	23
Iglesia Nuestra Señora Milagros	187	-72,46718	7,91693	-13551,36266	1480,46591	Total	187
Olímpica Prados este	187	-72,47298	7,91016	-13552,44726	1479,19992		
Betel prados este	187	-72,47616	7,91231	-13553,04192	1479,60197		
Estación del este	187	-72,47346	7,91331	-13552,53702	1479,78897		
Parque Prados Este (parabólicas)	187	-72,47436	7,90898	-13552,70532	1478,97926		
Cancha de futbol San Martin	187	-72,46829	7,90631	-13551,57023	1478,47997		
Universidad de Santander	187	-72,49946	7,91153	-13557,39902	1479,45611		
Iglesia Prados Norte	187	-72,49803	7,91656	-13557,13161	1480,39672		
Coliseo	187	-72,50137	7,91356	-13557,75619	1479,83572		
Parque Prados Norte	187	-72,49692	7,91844	-13556,92404	1480,74828		
Parque de Niza	187	-72,48646	7,91793	-13554,96802	1480,65291		
Parque de Ciudad Jardín	187	-72,48921	7,91130	-13555,48227	1479,4131		
Parque Ceiba II	187	-72,49735	7,90782	-13557,00445	1478,76234		
Parque de Zulima	187	-72,49124	7,91533	-13555,86188	1480,16671		
Cenabastos	187	-72,49275	7,92535	-13556,14425	1482,04045		
Apartamentos	187	-72,49141	7,93177	-13555,89367	1483,24099		
Iglesia de Virgilio Barco	187	-72,50223	7,94227	-13557,91701	1485,20449		
Colegio Espiguitas	187	-72,49215	7,92077	-13556,03205	1481,18399		
Justo y bueno trival	187	-72,50382	7,94529	-13558,21434	1485,76923		
Iglesia del Trival	187	-72,50648	7,94742	-13558,71176	1486,16754		
Cancha de futbol trival	187	-72,50712	7,94857	-13558,83144	1486,38259		
El Kiosko	187	-72,50158	7,94736	-13557,79546	1486,15632		
La Concordia	187	-72,50145	7,94620	-13557,77115	1485,9394		
Aeropuerto	187	-72,50832	7,92768	-13559,05584	1482,47616		
Parque del Aeropuerto	187	-72,50564	7,93452	-13558,55468	1483,75524		
Parque infantil	187	-72,50415	7,93356	-13558,27605	1483,57572		
Hotel La Ínsula	187	-72,50060	7,92974	-13557,6122	1482,86138		
Hotel la Antioqueña	187	-72,50097	7,92462	-13557,68139	1481,90394		
TCC Principal Cúcuta	187	-72,50490	7,92366	-13558,4163	1481,72442		
Cárcel Modelo	187	-72,48984	7,94070	-13555,60008	1484,9109		
Comisaria de Familia	187	-72,50223	7,93022	-13557,91701	1482,95114		
Arrocera Sevilla	187	-72,50361	7,90623	-13558,17507	1478,46501		
Cenadero la Pesa	187	-72,50500	7,90837	-13558,435	1478,86519		
Sevilla	187	-72,50231	7,92035	-13557,93197	1481,10545		

Ubicación	Volumen (vi)	Horizontal superior				Comunas	Volumen (vi)
		Coordenadas		Carga distancia			
		Longitud (x)	Latitud(y)	dix*vi	diy*vi		
Colegio Camilo Daza	187	-72,52191	7,93962	-13561,59717	1484,70894		
Salón comunal -camilo daza	187	-72,52624	7,94190	-13562,40688	1485,1353		
Justo y bueno las américas	187	-72,50924	7,91935	-13559,22788	1480,91845		
Las Américas - curva del pescado	187	-72,51546	7,91566	-13560,39102	1480,22842		
Parroquia La laguna	187	-72,51676	7,91718	-13560,63412	1480,51266		
Cancha sintética	187	-72,51633	7,91197	-13560,55371	1479,53839		
Cancha la laguna	187	-72,51717	7,91945	-13560,71079	1480,93715		
Palustre	187	-72,51661	7,90835	-13560,60607	1478,86145		
Parque de la H	187	-72,52179	7,90773	-13561,57473	1478,74551		
Parque de la Virgen	187	-72,51943	7,90881	-13561,13341	1478,94747		
Cancha Sintética el apóstol	187	-72,52865	7,91740	-13562,85755	1480,5538		
Parque de la 25	187	-72,51912	7,92902	-13561,07544	1482,72674		
Colegio mariano Ospina	187	-72,52451	7,92108	-13562,08337	1481,24196		
Parque de la Ermita	187	-72,52348	7,93292	-13561,89076	1483,45604		
Colegio Juan Pablo	187	-72,51973	7,91926	-13561,18951	1480,90162		
Mercado Claret	187	-72,52640	7,91275	-13562,4368	1479,68425		
Centro cristiano tucunaré	187	-72,52959	7,91520	-13563,03333	1480,1424		
Capilla la primavera	187	-72,53657	7,91953	-13564,33859	1480,95211		
Torres de Claret	187	-72,52985	7,91178	-13563,08195	1479,50286		
Parque de palmeras	187	-72,53058	7,90690	-13563,21846	1478,5903		
Iglesia san marcos	187	-72,53311	7,90726	-13563,69157	1478,65762		
Policlínico Juan Atalaya	187	-72,52810	7,90901	-13562,7547	1478,98487		
Estación de Bomberos	187	-72,52510	7,90924	-13562,1937	1479,02788		
Cancha la Bombonera	187	-72,52472	7,90839	-13562,12264	1478,86893		
Iglesia la Divin pastora	187	-72,53451	7,91635	-13563,95337	1480,35745		
Cristo Rey	187	-72,52064	7,90898	-13561,35968	1478,97926		
Total	12155	-	514,8204	-881303,4287	96271,4166		
		4.712,85256	1		7		
Coordenada Zona de Estudio				-72,505424	7,920314		



Figura 25. Coordenada del centro de gravedad - horizontal superior

Fuente: Google Maps, 2021.

La figura 25 muestra el punto o coordenada delimitada en la tabla 27 haciendo uso de la herramienta Google Maps.

En el escenario horizontal se localizaron dos nuevos puntos de gravedad, puntos que se tienen en cuenta al momento de evaluar la ubicación del ciclo estaciones.

4.3.1.2 Escenario vertical. Partiendo de la coordenada central calculada inicialmente se segmenta la zona de estudio de forma vertical para analizar los puntos para los paraderos de taxi. De esta forma, se hace uso del método centro de gravedad para obtener dos pares de coordenadas para el lado izquierdo (occidente) y derecho (oriente) de la zona de estudio (ver anexo 8. Centro de gravedad vertical). Las tablas 27 y 28 muestran los cálculos realizados para la identificación de las coordenadas de cada segmento.

Tabla 28. Centro de gravedad, segmentación vertical izquierda

Ubicación	Volumen (vi)	Vertical izquierda				Comunas	Volumen (vi)
		Coordenadas		Carga distancia			
		Longitud (x)	Latitud(y)	dix*vi	diy*vi		
Parque Santander	204	-72,50465	7,88609	-14790,9486	1608,76236	Comuna 1	109
Parque Nacional	204	-72,50246	7,88842	-14790,50184	1609,23768	Comuna 7	32
Parque Lineal	204	-72,50539	7,89092	-14791,09956	1609,74768	Comuna 8	23
Parque Mercedes	204	-72,50759	7,88806	-14791,54836	1609,16424	Comuna 9	25
Alejandro Av 6	204	-72,50544	7,88824	-14791,10976	1609,20096	Comuna 10	15
Colegio Sagrado	204	-72,50712	7,88076	-14791,45248	1607,67504	Total	204
Plaza de Banderas	204	-72,50151	7,89328	-14790,30804	1610,22912		
Plásticos Galaxia Cll 5	204	-72,50391	7,89241	-14790,79764	1610,05164		
El Castillo de las tortas/ H. Av5	204	-72,50443	7,88906	-14790,90372	1609,36824		
Hotel Casa Blanca	204	-72,50404	7,88245	-14790,82416	1608,0198		
Éxito Av 5	204	-72,50374	7,88512	-14790,76296	1608,56448		
Estadio General	204	-72,50202	7,89490	-14790,41208	1610,5596		
Santo Ángel	204	-72,51133	7,88044	-14792,31132	1607,60976		
Coliseo	204	-72,50137	7,91356	-14790,27948	1614,36624		
Iglesia de Virgilio Barco	204	-72,50223	7,94227	-14790,45492	1620,22308		
Justo y bueno trigal	204	-72,50382	7,94529	-14790,77928	1620,83916		
Iglesia del Trigal	204	-72,50648	7,94742	-14791,32192	1621,27368		
Cancha de futbol trigal	204	-72,50712	7,94857	-14791,45248	1621,50828		
El Kiosko	204	-72,50158	7,94736	-14790,32232	1621,26144		
La Concordia	204	-72,50145	7,94620	-14790,2958	1621,0248		
Aeropuerto	204	-72,50832	7,92768	-14791,69728	1617,24672		
Parque del Aeropuerto	204	-72,50564	7,93452	-14791,15056	1618,64208		
Parque infantil	204	-72,50415	7,93356	-14790,8466	1618,44624		
TCC Principal Cúcuta	204	-72,50490	7,92366	-14790,9996	1616,42664		
Comisaria de Familia	204	-72,50223	7,93022	-14790,45492	1617,76488		
Cancha Sevilla	204	-72,50729	7,89969	-14791,48716	1611,53676		
Club de Centrales	204	-72,50502	7,90446	-14791,02408	1612,50984		
Arrocera Sevilla	204	-72,50361	7,90623	-14790,73644	1612,87092		
Cenadero la Pesa	204	-72,50500	7,90837	-14791,02	1613,30748		
Sevilla	204	-72,50231	7,92035	-14790,47124	1615,7514		
Colegio Camilo Daza	204	-72,52191	7,93962	-14794,46964	1619,68248		
Salón comunal -camilo daza	204	-72,52624	7,94190	-14795,35296	1620,1476		
Justo y bueno las américas	204	-72,50924	7,91935	-14791,88496	1615,5474		
Las Américas - curva del pescado	204	-72,51546	7,91566	-14793,15384	1614,79464		
Parroquia La laguna	204	-72,51676	7,91718	-14793,41904	1615,10472		
Cancha sintética	204	-72,51633	7,91197	-14793,33132	1614,04188		
Cancha la laguna	204	-72,51717	7,91945	-14793,50268	1615,5678		
Palustre	204	-72,51661	7,90835	-14793,38844	1613,3034		
Parque de la H	204	-72,52179	7,90773	-14794,44516	1613,17692		
Parque de la Virgen	204	-72,51943	7,90881	-14793,96372	1613,39724		
Cancha de los Almendros	204	-72,51990	7,90255	-14794,0596	1612,1202		
Parque Kioso Ceci	204	-72,52885	7,89776	-14795,8854	1611,14304		
Cancha Sintética el apóstol	204	-72,52865	7,91740	-14795,8446	1615,1496		
Parque de la 25	204	-72,51912	7,92902	-14793,90048	1617,52008		
Colegio mariano Ospina	204	-72,52451	7,92108	-14795,00004	1615,90032		
Parque de la Ermita	204	-72,52348	7,93292	-14794,78992	1618,31568		
Colegio Juan Pablo	204	-72,51973	7,91926	-14794,02492	1615,52904		
Mercado Claret	204	-72,52640	7,91275	-14795,3856	1614,201		
Centro cristiano tucunaré	204	-72,52959	7,91520	-14796,03636	1614,7008		
Capilla la primavera	204	-72,53657	7,91953	-14797,46028	1615,58412		

Ubicación	Volumen (vi)	Vertical izquierda				Comunas	Volumen (vi)
		Coordenadas		Carga distancia			
		Longitud (x)	Latitud(y)	dix*vi	diy*vi		
Torres de Claret	204	-72,52985	7,91178	-14796,0894	1614,00312		
Urbanización los estoraques	204	-72,54066	7,90165	-14798,29464	1611,9366		
Parque de palmeras	204	-72,53058	7,90690	-14796,23832	1613,0076		
Iglesia san marcos	204	-72,53311	7,90726	-14796,75444	1613,08104		
Parque doña nidia	204	-72,52901	7,89096	-14795,91804	1609,75584		
Colegio Cooperativo	204	-72,52377	7,90476	-14794,84908	1612,57104		
Policlínico Juan Atalaya	204	-72,52810	7,90901	-14795,7324	1613,43804		
Estación de Bomberos	204	-72,52510	7,90924	-14795,1204	1613,48496		
Cancha la Bombonera	204	-72,52472	7,90839	-14795,04288	1613,31156		
Iglesia la Divin pastora	204	-72,53451	7,91635	-14797,04004	1614,9354		
Parque Belén Umbría	204	-72,53536	7,87928	-14797,21344	1607,37312		
Parque del barrio belén	204	-72,52716	7,87588	-14795,54064	1606,67952		
Hospital Rudesindo soto	204	-72,51814	7,87534	-14793,70056	1606,56936		
Cancha 28 de febrero	204	-72,51982	7,89041	-14794,04328	1609,64364		
Cristo Rey	204	-72,52064	7,90898	-14794,21056	1613,43192		
Total	13260	-	514,1732	-961552,8617	104891,341		
		4.713,4944	4				
		2					
Coordenada Zona de Estudio				-72,51529877	7,91035753		
					8		



Figura 26. Coordenada del centro de gravedad - vertical izquierda

Fuente: Google Maps, 2021.

La figura 26 muestra el punto o coordenada delimitada en la tabla 29 haciendo uso de la herramienta Google Maps.

Tabla 29. Centro de gravedad, segmentación vertical derecha

Ubicación	Volumen (vi)	Vertical Derecha		Carga distancia		Comunas	Volumen (vi)
		Coordenadas Longitud (x)	Latitud(y)	dix*vi	diy*vi		
Ips progresando en Salud	180	-72,49840	7,88264	-13049,712	1418,8752	Comuna 2	76
Parque Colon	180	-72,50084	7,88485	-13050,1512	1419,273	Comuna 3	25
U.F.P.S	180	-72,48853	7,89878	-13047,9354	1421,7804	Comuna 4	23
Clínica San José	180	-72,49708	7,88689	-13049,4744	1419,6402	Comuna 5	28
Clínica Norte	180	-72,49821	7,87873	-13049,6778	1418,1714	Comuna 6	28
Cruz Roja	180	-72,50025	7,87886	-13050,045	1418,1948	Total	180
Clínica leones	180	-72,50097	7,87958	-13050,1746	1418,3244		
Clínica Santa Ana	180	-72,48904	7,89275	-13048,0272	1420,695		
Clínica Duarte	180	-72,48495	7,89948	-13047,291	1421,9064		
Oftalmológica Peñaranda	180	-72,49728	7,88205	-13049,5104	1418,769		
Clínica los Andes	180	-72,49832	7,88073	-13049,6976	1418,5314		
Parque Simón Bolívar	180	-72,49001	7,89426	-13048,2018	1420,9668		
Parque Sayago	180	-72,49278	7,89115	-13048,7004	1420,407		
La Canasta	180	-72,49709	7,89536	-13049,4762	1421,1648		
Instituto Salesiano	180	-72,49505	7,89323	-13049,109	1420,7814		
Parroquia Santo Domingo	180	-72,49724	7,90290	-13049,5032	1422,522		
Parque los Pinos	180	-72,49464	7,90193	-13049,0352	1422,3474		
Parroquia Espíritu Santo	180	-72,49311	7,90050	-13048,7598	1422,09		
Deportivo Quinta Oriental	180	-72,49297	7,89882	-13048,7346	1421,7876		
Parque Barrio Popular	180	-72,49528	7,89374	-13049,1504	1420,8732		
Hospital Universitario H.M	180	-72,49108	7,90407	-13048,3944	1422,7326		
Olimpica Guaimaral	180	-72,49239	7,90652	-13048,6302	1423,1736		
Bienestar	180	-72,48851	7,90376	-13047,9318	1422,6768		
Mercedes Abrego (casd)	180	-72,48651	7,90878	-13047,5718	1423,5804		
Iglesia la libertad	180	-72,47939	7,88645	-13046,2902	1419,561		
C. Pablo correa león	180	-72,47598	7,89045	-13045,6764	1420,281		
Éxito San Mateo	180	-72,48864	7,88469	-13047,9552	1419,2442		
Centro comercial Bolívar	180	-72,48610	7,88451	-13047,498	1419,2118		
Makro	180	-72,48664	7,88380	-13047,5952	1419,084		
Homecenter	180	-72,49378	7,88618	-13048,8804	1419,5124		
Ventura	180	-72,49679	7,88997	-13049,4222	1420,1946		
Unicentro	180	-72,49248	7,91952	-13048,6464	1425,5136		
Jardín Plaza	180	-72,47999	7,92014	-13046,3982	1425,6252		
Parque San Luis	180	-72,48371	7,89267	-13047,0678	1420,6806		
I.P.S Brr Bocono	180	-72,46198	7,89451	-13043,1564	1421,0118		
Cancha Barrio Alto Boconó	180	-72,46543	7,89398	-13043,7774	1420,9164		
Parque la Quinta escobal	180	-72,46656	7,91524	-13043,9808	1424,7432		
Iglesia Nuestra Señora Milagros	180	-72,46718	7,91693	-13044,0924	1425,0474		

Ubicación	Volumen (vi)	Vertical Derecha		Carga distancia		Comunas	Volumen (vi)
		Coordenadas		dix*vi	diy*vi		
		Longitud (x)	Latitud(y)				
Olímpica Prados este	180	-72,47298	7,91016	-13045,1364	1423,8288		
Betel prados este	180	-72,47616	7,91231	-13045,7088	1424,2158		
Estación del este	180	-72,47346	7,91331	-13045,2228	1424,3958		
Parque Prados Este (parabólicas)	180	-72,47436	7,90898	-13045,3848	1423,6164		
Cancha de futbol San Martin	180	-72,46829	7,90631	-13044,2922	1423,1358		
Cancha de futbol San Martin 2	180	-72,47002	7,90338	-13044,6036	1422,6084		
Cancha de Torcoroma	180	-72,47435	7,89619	-13045,383	1421,3142		
Parque Torcoroma	180	-72,47505	7,89667	-13045,509	1421,4006		
Iglesia Torcoroma	180	-72,47554	7,89324	-13045,5972	1420,7832		
Parque Aniversario I	180	-72,47548	7,89204	-13045,5864	1420,5672		
Cancha Arcoiris	180	-72,47713	7,89099	-13045,8834	1420,3782		
Cancha league	180	-72,47589	7,88157	-13045,6602	1418,6826		
Universidad de Santander	180	-72,49946	7,91153	-13049,9028	1424,0754		
Iglesia Prados Norte	180	-72,49803	7,91656	-13049,6454	1424,9808		
Parque Prados Norte	180	-72,49692	7,91844	-13049,4456	1425,3192		
Parque de Niza	180	-72,48646	7,91793	-13047,5628	1425,2274		
Parque de Ciudad Jardín	180	-72,48921	7,91130	-13048,0578	1424,034		
Parque Ceiba II	180	-72,49735	7,90782	-13049,523	1423,4076		
Parque de Zulima	180	-72,49124	7,91533	-13048,4232	1424,7594		
Cenabastos	180	-72,49275	7,92535	-13048,695	1426,563		
Apartamentos	180	-72,49141	7,93177	-13048,4538	1427,7186		
Colegio Espiguitas	180	-72,49215	7,92077	-13048,587	1425,7386		
Hotel La Ínsula	180	-72,50060	7,92974	-13050,108	1427,3532		
Hotel la Antioqueña	180	-72,50097	7,92462	-13050,1746	1426,4316		
Cárcel Modelo	180	-72,48984	7,94070	-13048,1712	1429,326		
Pinar del río	180	-72,49775	7,86705	-13049,595	1416,069		
TOTAL	11520	-4.639,19803	505,64346	-835055,6454	91015,8228		
Coordenada Zona de Estudio				-72,48746922	7,90067906		



Figura 27. Coordenada del centro de gravedad - vertical derecha

Fuente: Google Maps, 2021.

La figura 27 muestra el punto o coordenada delimitada en la tabla 29 haciendo uso de la herramienta Google Maps.

4.3.1.3 Escenarios cuadrantes. Luego de evaluar dos escenarios se prosigue a segmentar la zona de estudio a partir de cuatro coordenadas (ver anexo 9. Centro de gravedad cuadrantes), con el fin de identificar el flujo de la población entrantes a partir de puntos cardinales. Las tablas 30, 31, 32 y 33 muestran el cálculo del método centro de gravedad para las zonas I, II, III, IV.

Tabla 30. Centro de gravedad cuadrante I

Ubicación	Volumen (vi)	Zona I		Carga distancia		Comunas	Volumen (Vi)
		Coordenadas Longitud (x)	Latitud(y)	dix*vi	diy*vi		
Coliseo	55	-72,50137	7,91356	-3987,57535	435,2458	Comuna 8	23
Iglesia de Virgilio Barco	55	-72,50223	7,94227	-3987,62265	436,82485	Comuna 7	32
Justo y bueno trigal	55	-72,50382	7,94529	-3987,7101	436,99095	Total	55
Iglesia del Trigal	55	-72,50648	7,94742	-3987,8564	437,1081		
Cancha de futbol trigal	55	-72,50712	7,94857	-3987,8916	437,17135		
El Kiosko	55	-72,50158	7,94736	-3987,5869	437,1048		
La Concordia	55	-72,50145	7,94620	-3987,57975	437,041		
Aeropuerto	55	-72,50832	7,92768	-3987,9576	436,0224		
Parque del Aeropuerto	55	-72,50564	7,93452	-3987,8102	436,3986		
Parque infantil	55	-72,50415	7,93356	-3987,72825	436,3458		
TCC Principal Cúcuta	55	-72,50490	7,92366	-3987,7695	435,8013		
Comisaria de Familia	55	-72,50223	7,93022	-3987,62265	436,1621		
Arrocera Sevilla	55	-72,50361	7,90623	-3987,69855	434,84265		
Cenadero la Pesa	55	-72,50500	7,90837	-3987,775	434,96035		
Sevilla	55	-72,50231	7,92035	-3987,62705	435,61925		
Colegio Camilo Daza	55	-72,52191	7,93962	-3988,70505	436,6791		
Salón comunal - camilo daza	55	-72,52624	7,94190	-3988,9432	436,8045		
Justo y bueno las américas	55	-72,50924	7,91935	-3988,0082	435,56425		
Las Américas - curva del pescado	55	-72,51546	7,91566	-3988,3503	435,3613		
Parroquia La laguna	55	-72,51676	7,91718	-3988,4218	435,4449		
Cancha sintética	55	-72,51633	7,91197	-3988,39815	435,15835		
Cancha la laguna	55	-72,51717	7,91945	-3988,44435	435,56975		
Palustre	55	-72,51661	7,90835	-3988,41355	434,95925		
Parque de la H	55	-72,52179	7,90773	-3988,69845	434,92515		
Parque de la Virgen	55	-72,51943	7,90881	-3988,56865	434,98455		
Cancha Sintética el apóstol	55	-72,52865	7,91740	-3989,07575	435,457		
Parque de la 25	55	-72,51912	7,92902	-3988,5516	436,0961		
Colegio mariano Ospina	55	-72,52451	7,92108	-3988,84805	435,6594		
Parque de la Ermita	55	-72,52348	7,93292	-3988,7914	436,3106		
Colegio Juan Pablo	55	-72,51973	7,91926	-3988,58515	435,5593		
Mercado Claret	55	-72,52640	7,91275	-3988,952	435,20125		
Centro cristiano tucunaré	55	-72,52959	7,91520	-3989,12745	435,336		
Capilla la primavera	55	-72,53657	7,91953	-3989,51135	435,57415		
Torres de Claret	55	-72,52985	7,91178	-3989,14175	435,1479		
Parque de palmeras	55	-72,53058	7,90690	-3989,1819	434,8795		
Iglesia san marcos	55	-72,53311	7,90726	-3989,32105	434,8993		
Policlínico Juan Atalaya	55	-72,52810	7,90901	-3989,0455	434,99555		
Estación de Bomberos	55	-72,52510	7,90924	-3988,8805	435,0082		
Cancha la Bombonera	55	-72,52472	7,90839	-3988,8596	434,96145		
Iglesia la Divin pastora	55	-72,53451	7,91635	-3989,39805	435,39925		
Cristo Rey	55	-72,52064	7,90898	-3988,6352	434,9939		
TOTAL	2255	-2973,17581	324,81035	-163524,6696	17864,56925		
Coordenada Zona de Estudio				-72,51648317	7,922203659		

Tabla 31. Centro de gravedad cuadrante II

Zona II						Comunas	Volumen (vi)
Ubicación	Volumen (vi)	Coordenadas		Carga distancia			
		Longitud (x)	Latitud(y)	dix*vi	diy*vi		
Olímpica Guaimaral	56	-72,49239	7,90652	-4059,57384	442,76512	Comuna 5	28
Mercedes Abrego (casd)	56	-72,48651	7,90878	-4059,24456	442,89168	Comuna 6	28
Unicentro	56	-72,49248	7,91952	-4059,57888	443,49312	Total	56
Jardín Plaza	56	-72,47999	7,92014	-4058,87944	443,52784		
Parque la Quinta escobal	56	-72,46656	7,91524	-4058,12736	443,25344		
Iglesia Nuestra Señora Milagros	56	-72,46718	7,91693	-4058,16208	443,34808		
Olímpica Prados este	56	-72,47298	7,91016	-4058,48688	442,96896		
Betel prados este	56	-72,47616	7,91231	-4058,66496	443,08936		
Estación del este	56	-72,47346	7,91331	-4058,51376	443,14536		
Parque Prados Este (parabólicas)	56	-72,47436	7,90898	-4058,56416	442,90288		
Cancha de futbol San Martin	56	-72,46829	7,90631	-4058,22424	442,75336		
Universidad de Santander	56	-72,49946	7,91153	-4059,96976	443,04568		
Iglesia Prados Norte	56	-72,49803	7,91656	-4059,88968	443,32736		
Parque Prados Norte	56	-72,49692	7,91844	-4059,82752	443,43264		
Parque de Niza	56	-72,48646	7,91793	-4059,24176	443,40408		
Parque de Ciudad Jardín	56	-72,48921	7,91130	-4059,39576	443,0328		
Parque Ceiba II	56	-72,49735	7,90782	-4059,8516	442,83792		
Parque de Zulima	56	-72,49124	7,91533	-4059,50944	443,25848		
Cenabastos	56	-72,49275	7,92535	-4059,594	443,8196		
Apartamentos	56	-72,49141	7,93177	-4059,51896	444,17912		
Colegio Espiguitas	56	-72,49215	7,92077	-4059,5604	443,56312		
Hotel La Ínsula	56	-72,50060	7,92974	-4060,0336	444,06544		
Hotel la Antioqueña	56	-72,50097	7,92462	-4060,05432	443,77872		
Cárcel Modelo	56	-72,48984	7,94070	-4059,43104	444,6792		
Total	1344	-	190,0100	-97421,898	10640,563		
		1.739,676	6		36		
		75					
Coordenada Zona de Estudio				-	7,9170858		
				72,4865312	33		
				5			



Figura 28. Coordenada centro de gravedad- cuadrante I y II

Fuente: Google Maps, 2021.

Tabla 32. Centro de gravedad cuadrante III

Zona De Estudio							
Ubicación	Volumen (vi)	Coordenadas		Carga distancia		Comunas	Volumen (Vi)
		Longitud (x)	Latitud(y)	dix*vi	diy*vi	Comuna 1	109
Parque Santander	384	-72,50465	7,88609	-27841,7856	3028,25856	Comuna 9	25
Parque Nacional	384	-72,50246	7,88842	-27840,94464	3029,15328	Comuna 10	15
Parque Lineal	384	-72,50539	7,89092	-27842,06976	3030,11328	Total	149
Parque Mercedes	384	-72,50759	7,88806	-27842,91456	3029,01504		
Alejandria Av 6	384	-72,50544	7,88824	-27842,08896	3029,08416		
Colegio Sagrado	384	-72,50712	7,88076	-27842,73408	3026,21184		
Plaza de Banderas	384	-72,50151	7,89328	-27840,57984	3031,01952		
Plasticos Galaxia CII5	384	-72,50391	7,89241	-27841,50144	3030,68544		
El Castillo de las tortas/ H. Av5	384	-72,50443	7,88906	-27841,70112	3029,39904		
Hotel Casa Blanca	384	-72,50404	7,88245	-27841,55136	3026,8608		
Éxito Av 5	384	-72,50374	7,88512	-27841,43616	3027,88608		
Estadio General	384	-72,50202	7,89490	-27840,77568	3031,6416		
Santo Angel	384	-72,51133	7,88044	-27844,35072	3026,08896		
Cancha Sevilla	384	-72,50729	7,89969	-27842,79936	3033,48096		
Club de Centrales	384	-72,50502	7,90446	-27841,92768	3035,31264		

Zona De Estudio							
Ubicación	Volumen (vi)	Coordenadas		Carga distancia		Comunas Comuna 1	Volumen (Vi) 109
		Longitud (x)	Latitud(y)	dix*vi	diy*vi		
Cancha de los Almendros	384	-72,51990	7,90255	-27847,6416	3034,5792		
Parque Kioso Ceci	384	-72,52885	7,89776	-27851,0784	3032,73984		
Urbanizacion los estoraques	384	-72,54066	7,90165	-27855,61344	3034,2336		
Parque doña nidia	384	-72,52901	7,89096	-27851,13984	3030,12864		
Colegio Cooperativo	384	-72,52377	7,90476	-27849,12768	3035,42784		
Parque Belen Umbria	384	-72,53536	7,87928	-27853,57824	3025,64352		
Parque barrio belen	384	-72,52716	7,87588	-27850,42944	3024,33792		
Hospital Rudesindo soto	384	-72,51814	7,87534	-27846,96576	3024,13056		
Cancha 28 de febrero	384	-72,51982	7,89041	-27847,61088	3029,91744		
TOTAL	9216	-1.740,31861	189,36289	-668282,3462	72715,34976		
Coordenada Zona De Estudio				-72,51327542	7,890120417		

Tabla 33. Centro de gravedad cuadrante IV

Zona de estudio							
Ubicación	Volumen (vi)	Coordenadas		Carga distancia		Comunas Comuna 2 Comuna 3 Comuna 4 Total	Volumen (vi) 76
		Longitud (x)	Latitud(y)	dix*vi	diy*vi		
Ips progresando en Salud	124	-72,49840	7,88264	-8989,8016	977,44736		25
Parque Colon	124	-72,50084	7,88485	-8990,10416	977,7214		23
U.F.P.S	124	-72,48853	7,89878	-8988,57772	979,44872		124
Clinica San Jose	124	-72,49708	7,88689	-8989,63792	977,97436		
Clinica Norte	124	-72,49821	7,87873	-8989,77804	976,96252		
Cruz Roja	124	-72,50025	7,87886	-8990,031	976,97864		
Clinica leones	124	-72,50097	7,87958	-8990,12028	977,06792		
Clinica Santa Ana	124	-72,48904	7,89275	-8988,64096	978,701		
Clinica Duarte	124	-72,48495	7,89948	-8988,1338	979,53552		
Oftamologica Peñaranda	124	-72,49728	7,88205	-8989,66272	977,3742		
Clinica los Andes	124	-72,49832	7,88073	-8989,79168	977,21052		
Parque Simon Bolivar	124	-72,49001	7,89426	-8988,76124	978,88824		
Parque Sayago	124	-72,49278	7,89115	-8989,10472	978,5026		

Zona de estudio							
Ubicación	Volumen (vi)	Coordenadas		Carga distancia		Comunas	Volumen (vi)
		Longitud (x)	Latitud(y)	dix*vi	diy*vi	Comuna 2	76
La Canasta	124	-72,49709	7,89536	-8989,63916	979,02464		
Instituto Salesiano	124	-72,49505	7,89323	-8989,3862	978,76052		
Parroquia Santo Domingo	124	-72,49724	7,90290	-8989,65776	979,9596		
Parque los Pinos	124	-72,49464	7,90193	-8989,33536	979,83932		
Parroquia Espiritu Santo	124	-72,49311	7,90050	-8989,14564	979,662		
Deportivo Quinta Oriental	124	-72,49297	7,89882	-8989,12828	979,45368		
Parque Barrio Popular	124	-72,49528	7,89374	-8989,41472	978,82376		
Hospital Universitario H.M	124	-72,49108	7,90407	-8988,89392	980,10468		
Bienestar	124	-72,48851	7,90376	-8988,57524	980,06624		
Iglesia la libertad	124	-72,47939	7,88645	-8987,44436	977,9198		
C. Pablo correa leon	124	-72,47598	7,89045	-8987,02152	978,4158		
Éxito San Mateo	124	-72,48864	7,88469	-8988,59136	977,70156		
Centro comercial Bolivar	124	-72,48610	7,88451	-8988,2764	977,67924		
Makro	124	-72,48664	7,88380	-8988,34336	977,5912		
Homecenter	124	-72,49378	7,88618	-8989,22872	977,88632		
Ventura	124	-72,49679	7,88997	-8989,60196	978,35628		
Parque San Luis	124	-72,48371	7,89267	-8987,98004	978,69108		
I.P.S Brr Bocono	124	-72,46198	7,89451	-8985,28552	978,91924		
Cancha Barrio Alto Bocono	124	-72,46543	7,89398	-8985,71332	978,85352		
Cancha de futbol San Martin 2	124	-72,47002	7,90338	-8986,28248	980,01912		
Cancha de Torcoroma	124	-72,47435	7,89619	-8986,8194	979,12756		
Parque Torcoroma	124	-72,47505	7,89667	-8986,9062	979,18708		
Iglesia Torcoroma	124	-72,47554	7,89324	-8986,96696	978,76176		
Parque Aniversario I	124	-72,47548	7,89204	-8986,95952	978,61296		
Cancha Arcoiris	124	-72,47713	7,89099	-8987,16412	978,48276		
Cancha league	124	-72,47589	7,88157	-8987,01036	977,31468		
Parque del Bosque	124	-72,49820	7,90170	-8989,7768	979,8108		
Parque San Eduardo	124	-72,48699	7,90453	-8988,38676	980,16172		
Pinar del rio	124	-72,49775	7,86705	-8989,721	975,5142		
TOTAL	5208	-3.044,50647	331,43963	-377518,8023	41098,51412		
Coordenada Zona de Estudio				-72,48824929	7,891419762		



Figura 29. Coordenada centro de gravedad - cuadrante III y IV

Fuente: Google Maps, 2021.

4.3.2 Carga distancia. Para el desarrollo del presente modelo, se toma como referencia la segmentación por cuadrante, realizada en el modelo anterior, se halla nuevamente el centro de gravedad de cada cuadrante y se segmenta vertical y horizontalmente, obteniendo dieciséis zonas en la zona de estudio. Siguiendo la metodología descrita para este modelo y partiendo de los puntos de centro de gravedad hallados para cada una de las dieciséis zonas, (Ver anexo 10), se determinan las distancias a partir de los puntos de flujo hasta el centro de gravedad de la zona correspondiente, estas distancias se determinan mediante el método rectilíneo, ya que por el método euclidiano no es conveniente, los taxis no se pueden movilizar por la existencia de edificios, casas, parques, etc., Cada punto de flujo es multiplicado por una carga teórica determinada según el flujo de la zona. En el anexo 11 y 12, se muestran los resultados obtenidos de la carga del sistema con respecto a la distancia.

Con el fin de minimizar la distancia entre puntos, se identifican las cargas de menor a mayor, y de esta manera se identifican los paraderos candidatos, seleccionando los puntos de flujo que

convergen con los centros de gravedad hallados para cada zona. Así mismo haciendo uso de la herramienta Google Maps, se ubican geográficamente las coordenadas de los puntos de flujo establecidos (ver anexo 13).

Se establece la política del servicio teniendo en cuenta la normatividad vigente (ver anexo 14).

5. Conclusiones

En el diagnóstico al aplicar la propuesta para los taxis en la Ciudad de San José de Cúcuta, fue una ventaja para disminuir los problemas de movilidad que brindó una nueva alternativa de paraderos para el servicio de transporte para los usuarios; partiendo de una encuesta aplicada por las autoras se pudo determinar el comportamiento de estos en cuanto al desplazamiento en las comunas a la zona de estudio, es decir sus preferencias, impacto y modalidades de viajes.

Con respecto a los resultados de las encuestas realizadas en el diagnóstico y los resultados obtenidos, se concluye que la mayor parte de los usuarios respondieron con un 56% que, si usaran más el servicio de taxi, con la propuesta realizada en el presente proyecto. Teniendo en cuenta los datos y análisis obtenidos por las encuestas, se filtran los resultados por comunas, con el fin de lograr la identificación de cuál es la comuna con mayor flujo de movilidad, teniendo en cuenta el origen y destino de los usuarios y la preferencia de zonas de trabajo de los conductores, siendo la comuna 1 donde se encuentra el mayor flujo de movilidad, seguida de la comuna 2, 6 y 7, donde se observa el mismo comportamiento.

En la propuesta de los modelos matemáticos, con la recopilación de los documentos investigados y resultados tomados en el diagnóstico y caracterización, permitieron determinar los modelos matemáticos que ayudaron en la propuesta del presente proyecto como base para validarlo por modelos matemáticos como: Centro de gravedad, segmentación de zonas y carga-distancia, obteniendo un punto central para dividir la zona de estudio en un total de 16 subzonas para medir la distancia de los puntos dados por los resultados de los modelos matemáticos.

Los puntos de flujo mostrados al inicio del modelo, se dieron teniendo en cuenta el mayor flujo de movilidad según el origen y destino de los usuarios, la preferencia de zonas de trabajo de

los conductores y los puntos estratégicos de localización propuestos por los representantes de las empresas de taxis en la ciudad, con un total de 131 paraderos en diferentes zonas de la ciudad con una capacidad de máximo tres (3) taxis por paradero teniendo en cuenta la normatividad vigente.

La coordenada central fue dada por la longitud: -72,50135603 y latitud: 7,90551855.

Teniendo en cuenta el punto se central, se pudieron determinar los escenarios horizontales tomando los puntos de flujo de norte y sur, en los verticales se tuvieron en cuenta los puntos de flujos de oriente y occidente, y por último en sus cuadrantes para tener puntos céntricos en estas partes de la zona de estudio.

Con el fin de minimizar la distancia entre puntos, se identificaron las cargas de menor a mayor, y de esta manera se logró identificar los paraderos estratégicos con los puntos de flujo que convergieron con los centros de gravedad hallados, el cual se validó mediante modelos matemáticos como: Centro de gravedad, segmentación de zonas y carga-distancia, del cual se obtuvieron veinticinco (25) puntos de gravedad y un total de dieciséis (16) subzonas y de esta manera obtener el resultado de estudio final.

6. Recomendaciones

Es necesaria la influencia de actores gubernamentales, sociales y privados para la implementación del presente proyecto, para buscar establecer un equilibrio entre las normativas necesarias para la implementación de la presente propuesta.

Con el fin de mejorar la propuesta se anexaron políticas de servicio, que se deben tener en cuenta a la hora de la implementación de la propuesta en el presente proyecto.

Es fundamental optar por conocer los costos de la implementación del presente proyecto, este tipo de información es fundamental para la toma de decisiones, siendo una herramienta de gestión con visión a largo plazo y alineada con los objetivos del proyecto.

Referencias Bibliográficas

- Albira, F. (2011). *La encuesta: una perspectiva general metodológica*. Madrid: Centro de investigaciones Sociológicas.
- Alcaldía de San José de Cúcuta. (2017). *Proceso de revisión ordinaria del plan de Ordenamiento territorial - POT*. Recuperado de:
[de:https://cucutanortedesantander.micolombiadigital.gov.co/sites/cucutanortedesantander/content/files/000_076/3778_producto-23_sintesis-de-diagnostico.pdf](https://cucutanortedesantander.micolombiadigital.gov.co/sites/cucutanortedesantander/content/files/000_076/3778_producto-23_sintesis-de-diagnostico.pdf)
- Asoempresas. (2020). Asociación de empresas de taxi de Cúcuta. Cúcuta: Asoempresas
- Atehortúa, C. (2014). *Servicio Público*. Recuperado de:
https://elmundo.com/portal/columnista/el_concepto_servicio_publico.php
- Barbosa, L. & Gómez, M. (2017). *Localización de la plataforma logística de abastecimiento de alimentos frutihortícolas en la zona occidente de Bogotá*. Trabajo de grado. Universidad de la Salle. Bogota, Colombia.
- Brito, M., alemán, I., Fraga, E., Para, F. & Arias, L. (2011). Papel de la modelación matemática en la formación de los ingenieros. *Revista de Ingeniería*, 5(2), 1-3.
- Caro, B., Edith, L. & Olarte, J. (2016). *Programa de localización de centros de distribución CENDIS en el sistema logístico de hoteles estelar s.a. en Colombia*. Tesis de grado. Universidad Libre. Bogota, Colombia.
- Carrillo, Y. (2015). *Cartesia*. Recuperado de:
<http://www.cartesia.org/foro/viewtopic.php?p=2821>

- Carvajal, V., Capador, P. & Lorena, Í. (2018). *Diseño de un modelo de macro-localización de plataformas para bicicletas de servicio público en la ciudad de Bogotá*. Tesis de grado. Universidad de La Salle. Bogotá, Colombia.
- Corrillo, F. & Gutiérrez, M. (2016). Estudio de Localización de un Proyecto. *Ventana científica*, 5(2), 29-33.
- Chávez, N. (2007). *Introducción a la Investigación Educativa*. Maracaibo: La Columna.
- Daza, V. (2019). *Análisis de la problemática actual del transporte público en la ciudad de San José de Cúcuta*. Recuperado de: <https://repository.usc.edu.co/handle/20.500.12421/265>
- Definición MX. (2014). *Definición de Localización*. Recuperado de: <https://definicion.mx/localizacion/>
- Definición. De. (2008). *Definición de logística*. Recuperado de: <https://definicion.de/logistica/>
- Departamento de Transporte-FI-UBA. (2019). *Caracterización del sistema de transporte de la república de Argentina*. Recuperado de: <https://www.vocesenelfenix.com/content/problem%C3%A1tica-general-del-sector-transporte-en-la-argentina#:~:text=El%20sistema%20de%20transporte%20argentino&text=En%20la%20actualidad%2C%20el%20sistema,el%2065%25%20del%20tr%C3%A1nsito%20total>.
- Euro Platforms, A. E. (2018). *Stock Logistic*. Recuperado de: <https://www.stocklogistic.com/que-son-las-plataformas-logisticas/>

- Gómez, Y., & Semeshenko, V. (2018). *Transporte y calidad de vida urbana. Estudio de caso sobre el Metroplús de Medellín, Colombia*. Recuperado de:
<http://www.scielo.org.co/pdf/le/n89/0120-2596-le-89-00103.pdf>
- Gonzales, M. (2017). *Listas 16 plataformas para el servicio público de transporte*. Recuperado de: <https://www.portafolio.co/economia/las-plataformas-para-el-servicio-publico-de-transporte-en-colombia-512843>
- Herrera, M. (2011). *Fórmula para cálculo de la muestra en poblaciones finitas*. Recuperado de: <https://investigacionpediahr.files.wordpress.com/2011/01/formula-para-calculo-de-la-muestra-poblaciones-finitas-var-categorica.pdf>
- Hoyos, F., Liceth, C. & Gómez, A. (2015). Análisis de la elección modal de transporte público y privado en la ciudad de Popayán. *Revista Territorios*, 33(3), 157-190.
- Jans, B. (2009). Movilidad urbana: en camino a sistemas de transporte colectivo integrados. *Revista AUS*, 4(1), 6-11.
- Levin, R. & Rubin, D. (1996). *Población y Muestra*. Recuperado de:
<http://aprendometodologia.blogspot.com/2015/04/tema-9-poblacion-y-muestra-muestreo.html>.
- Lupano, J. (2008). *Políticas de movilidad Urbana e infraestructura Urbana de transporte*. Chile: Naciones Unidas.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (1997). *Ley 388. Por la cual se establece las pautas para orientar equitativa y racionalmente el desarrollo territorial, en el cual esta norma lo denomina Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y en él se planificará el futuro a*

corto, mediano y largo plazo del desarrollo de los entes territoriales. Bogotá: El Ministerio.

Ministerio de Transporte. (1993). *Ley 105 Artículo 23. El Servicio Público de Transporte Terrestre Automotor Individual de Pasajeros en Vehículos Taxi se presta de manera regular dentro de la jurisdicción de un distrito o municipio y en las áreas metropolitanas de conformidad con las normas que la regula.* Bogotá: El Ministerio.

Ministerio de Transporte. (1993). *Ley 105 Artículo 3. El transporte público es una industria encaminada a garantizar la movilización de personas o cosas, por medio de vehículos apropiados, en condiciones de libertad de acceso, calidad y seguridad de los usuarios y sujeto a una contraprestación económica.* Bogotá: El Ministerio.

Ministerio de Transporte. (2001). *Decreto 172 2001. Por la cual se reglamenta el Servicio Público de Transporte terrestre Automotor Individual de pasajeros en Vehículos Taxis.* Bogotá: El Ministerio.

Ministerio de Transporte. (2015). *Decreto 348. Por la cual se da seguimiento Satelital, comunicación bidireccional y video en línea.* Bogotá: El Ministerio.

Orjuela, A., Castro, Ó. & Bulla, E. (2005). Operadores y plataformas logísticas. *Revista Tecnura*, 4(2), 115-127.

Páginas Amarillas. (2020). *Taxis en Cúcuta.* Recuperado de:
<https://www.paginasamarillas.com.co/cucuta/servicios/taxis?page=2>

Pérez, F. & Rodríguez, M. (2011). *Propuesta del sistema logístico de distribución para las regionales Centro, Santander y Eje cafetero de una empresa de consumo masivo.* Tesis de grado. Universidad ICESI. Cali, Colombia.

Policía Nacional de Colombia. (2014). *Resolución 2086 2014. Por la cual se fijan las condiciones técnicas del equipo, instalación, identificación, funcionamiento y monitoreo del sistema de posicionamiento global (GPS) u otro dispositivo de seguridad y monitoreo electrónico y el mecanismo de control para el cambio del dispositivo, así como los parámetros para la autorización de proveedores de servicios y el registro respectivo*. Bogotá. Policía Nacional.

RAE. (2014). *Técnicas de recolección de datos*. Recuperado de:

<https://prezi.com/cjwf6kctc6jmh/tecnicas-de-recoleccion-de-datos-cualitativos/>

Ricaurte, A. (2013). *Logística Urbana*. Recuperado de:

<https://es.slideshare.net/AnnieRicaurte/logstica-urbana-28469482>

Rodríguez, Á. & Acevedo, J. (2012). *¡Taxi! El modo olvidado de la movilidad en Bogotá*. Bogotá: Universidad de los Andes.

Santos, S. (2013). *Análisis y dimensiones del servicio de taxi en una ciudad*. Tesis de grado. Universidad Politécnica de Catalunya. Catalunya, España.

Schroeder, J. (1983). A model of taxi service under fare structure and fleet size regulation. *The Bell Journal of Economics*, 4(2), 81-96.

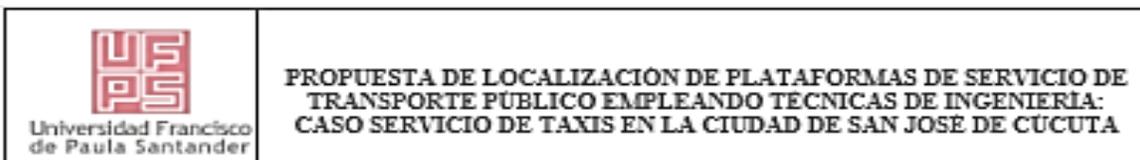
Sodi, I. (2014). *Prezi*. Recuperado de: <https://prezi.com/htzmegeplqqw/metrica-de-manhattan/>

Subdirección de Transporte del área Metropolitana de Cúcuta. (2018). *Flujo de tráfico*. Recuperado de: <https://amc.gov.co/amc/index.php/subdireccion-transporte-y-valorizacion/>

- Tamayo, M. (2001). *El proceso de la Investigación Científica*. Aguascalientes. México: Universidad CLEA.
- Taniguchi, E. & Heijden, R. (2010). An evaluation methodology for city logistics. *Transportation Reviews*, 4(1), 65-90.
- Universitat Politècnica de València. (2012). *Movilidad y transporte. Cátedra Municipios Sostenibles*. València: Universitat Politècnica de València.
- Vasconcellos, E. (2010). *Análisis de la movilidad urbana espacio, medio ambiente y equidad*. Bogotá: CAF.
- Veloso, M., Phithakkitnukoon, S. & Bento, C. (2011). Sensing Urban Mobility with Taxi Flow. *International Workshop on Location-Based Social Networks*, 2(1), 11-44
- You, D., & Song, H. Y. (2017). Urban mobility model generation with public taxi transportation data. *International Conference on Advances in Mobile Computing & Multimedia*, 22(12), 13-21.

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta a conductores



**FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE PROCESOS INDUSTRIALES
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

El objetivo de la encuesta es identificar la mejor ubicación de localización de taxis que mejore las condiciones del servicio para los conductores de la ciudad.

1. ¿Cuál es la modalidad más usada de contacto preferido para ofrecer el servicio de taxi? Seleccione 2 respuestas

a. Aplicación	d. Paradero
b. Call Center	e. Plataforma (Radio)
c. Calle	f. WhatsApp

2. ¿Cuál es su jornada de trabajo más usual?

a. Diurna	c. Completa
b. Nocturna	

3. ¿Usted utiliza los paraderos de taxi actuales para esperar un servicio?

a. Sí	b. No
-------	-------

4. ¿Cuánto se demora en promedio esperando un servicio?

a. 1 – 15 min
b. 16 – 30 min
c. 31 - 45 min
d. 46 – 60 min
e. Más de 60 min

5. ¿Cuál es el tiempo promedio de un servicio?

a. 1 – 15 min
b. 16 – 30 min
c. 31 - 45 min
d. 46 – 60 min
e. Más de 60 min

6. ¿Cuáles son las comunas que usted prefiere trabajar? Seleccione 5 respuestas.

a. 1	f. 6
b. 2	g. 7
c. 3	h. 8
d. 4	i. 9
e. 5	j. 10

7. Si se ubicaran paraderos de taxi ¿Cuál cree usted que sería el mayor impacto para la ciudad de San José de Cúcuta?

a. Económico	d. Movilidad
b. Ambiental	e. Social
c. Seguridad	



Universidad Francisco
de Paula Santander

PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN DE PLATAFORMAS DE SERVICIO DE
TRANSPORTE PÚBLICO EMPLEANDO TÉCNICAS DE INGENIERÍA:
CASO SERVICIO DE TAXIS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA

8. Si se ubicaran paraderos de taxi en la ciudad para localizar estratégicamente los vehículos de taxi, usted los utilizaría si se dieran incentivos sobre:
 - a. Tarifa
 - b. Impuestos
 - c. Pico y Placa

9. Si se ubicaran paraderos de taxi en la ciudad geográficamente cerca a los centros comerciales, deportivos, cebsa bestos, universidades, aeropuertos, terminal o centros de producción, ¿usted evitaría movilizarse en la ciudad para ofrecer su servicio?
 - a. Sí
 - b. No

Anexo 2. Encuesta de usuarios

 <p>Universidad Francisco de Paula Santander</p>	<p>PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN DE PLATAFORMAS DE SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO EMPLEANDO TÉCNICAS DE INGENIERÍA: CASO SERVICIO DE TAXIS EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA</p>
---	--

**FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE PROCESOS INDUSTRIALES
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

El objetivo de la encuesta es identificar la mejor ubicación de localización de taxis que mejore las condiciones del servicio para los usuarios de la ciudad.

- ¿Utiliza usted el servicio de transporte público de taxi?
 - Si
 - No
- Regularmente cuando toma un taxi en que comuna de la ciudad se localiza (Origen):

a. 1:	f. 6
b. 2	g. 7:
c. 3	h. 8:
d. 4	i. 9
e. 5	j. 10
- ¿Cuándo usted toma taxi para que la comuna de la ciudad usted se desplaza? (Destino)

a. 1: Centro	f. 6
b. 2	g. 7:
c. 3	h. 8:
d. 4	i. 9
e. 5	j. 10
- ¿Cómo usted solicita el servicio de Taxis? Seleccione 2 respuestas

a. Aplicación	d. Paradero
b. Call Center	e. Plataforma (Radio)
c. Calle	f. WhatsApp
- ¿Ha utilizado alguna vez el servicio de taxis en paradero?
 - Si
 - No
- ¿Si se ubicaran paraderos de taxi en la ciudad, cuál cree usted que sería el mayor impacto para la ciudad de San José de Cúcuta?

a. Económico	d. Movilidad
b. Ambiental	e. Social
c. Seguridad	
- Si se ubicaran paraderos de taxi en la ciudad para localizar estratégicamente los vehículos, usted los utilizaría por un beneficio en:

a. Tarifa	c. Accesibilidad
b. Seguridad	d. Comodidad
- ¿Cuál es su medio cotidiano de transporte?

a. Bus	d. Motocicleta
b. Bicicleta	e. Taxi
c. Vehículo propio	
- ¿Estaría usted dispuesto a cambiar su medio de transporte si la ubicación del servicio mejora?
 - Si
 - No

Anexo 3. Zona de estudio

		<p>Descripción</p> <p>Zona de estudio </p>
 <p>Universidad Francisco de Paula Santander</p>	<p>Propuesta de Localización de Plataformas de Servicio de Transporte Público Empleando Técnicas de Ingeniería: Caso Servicio de Taxis en la Ciudad de San José de Cúcuta.</p>	<p>Autoras del proyecto</p>
<p>Fuente: Google My Maps (2021)</p>	<p>Plano 1: Zona de estudio</p>	

Anexo 4. Centro de gravedad – punto central

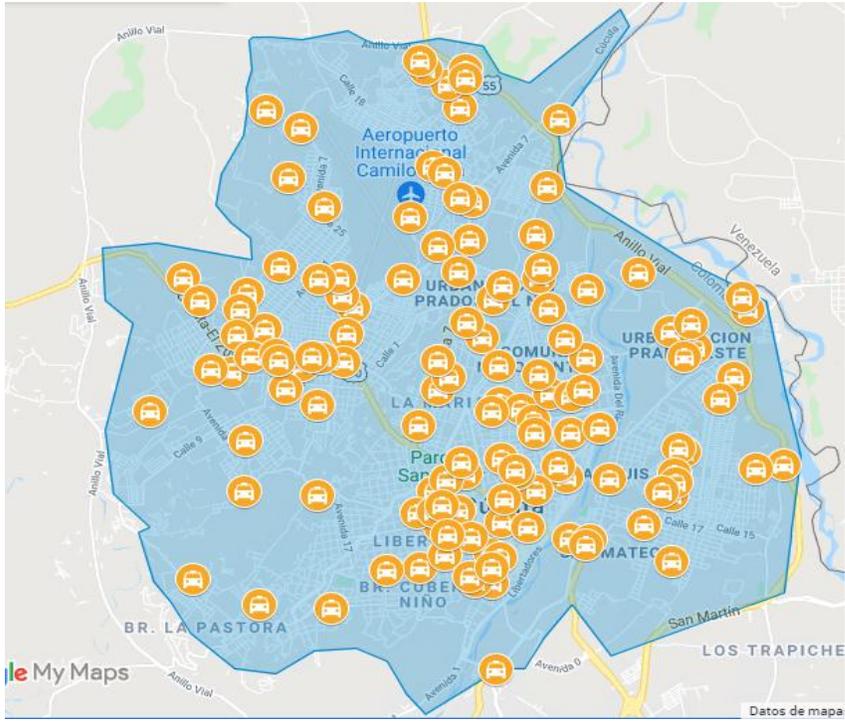
Zona de estudio					
Ubicación	Volumen (vi)	Coordenadas		Carga distancia	
		Longitud (x)	Latitud(y)	dix*vi	diy*vi
Parque Santander	384	-72,50465	7,88609	-27841,7856	3028,25856
Parque Nacional	384	-72,50246	7,88842	-27840,94464	3029,15328
Parque Lineal	384	-72,50539	7,89092	-27842,06976	3030,11328
Parque Mercedes	384	-72,50759	7,88806	-27842,91456	3029,01504
Alejandro Av 6	384	-72,50544	7,88824	-27842,08896	3029,08416
Colegio Sagrado	384	-72,50712	7,88076	-27842,73408	3026,21184
Ips progresando en Salud	384	-72,49840	7,88264	-27839,3856	3026,93376
Plaza de Banderas	384	-72,50151	7,89328	-27840,57984	3031,01952
Plásticos Galaxia CII 5	384	-72,50391	7,89241	-27841,50144	3030,68544
El Castillo de las tortas/ H. Av5	384	-72,50443	7,88906	-27841,70112	3029,39904
Parque Colon	384	-72,50084	7,88485	-27840,32256	3027,7824
Hotel Casa Blanca	384	-72,50404	7,88245	-27841,55136	3026,8608
Éxito Av 5	384	-72,50374	7,88512	-27841,43616	3027,88608
U.F.P.S	384	-72,48853	7,89878	-27835,59552	3033,13152
Clínica San José	384	-72,49708	7,88689	-27838,87872	3028,56576
Clínica Norte	384	-72,49821	7,87873	-27839,31264	3025,43232
Cruz Roja	384	-72,50025	7,87886	-27840,096	3025,48224
Clínica leones	384	-72,50097	7,87958	-27840,37248	3025,75872
Clínica Santa Ana	384	-72,48904	7,89275	-27835,79136	3030,816
Clínica Duarte	384	-72,48495	7,89948	-27834,2208	3033,40032
Oftalmológica Peñaranda	384	-72,49728	7,88205	-27838,95552	3026,7072
Clínica los Andes	384	-72,49832	7,88073	-27839,35488	3026,20032
Parque Simón Bolívar	384	-72,49001	7,89426	-27836,16384	3031,39584
Parque Sayago	384	-72,49278	7,89115	-27837,22752	3030,2016
La Canasta	384	-72,49709	7,89536	-27838,88256	3031,81824
Estadio General	384	-72,50202	7,89490	-27840,77568	3031,6416
Instituto Salesiano	384	-72,49505	7,89323	-27838,0992	3031,00032
Parroquia Santo Domingo	384	-72,49724	7,90290	-27838,94016	3034,7136
Parque los Pinos	384	-72,49464	7,90193	-27837,94176	3034,34112
Parroquia Espíritu Santo	384	-72,49311	7,90050	-27837,35424	3033,792
Deportivo Quinta Oriental	384	-72,49297	7,89882	-27837,30048	3033,14688
Parque Barrio Popular	384	-72,49528	7,89374	-27838,18752	3031,19616
Hospital Universitario H.M	384	-72,49108	7,90407	-27836,57472	3035,16288

Zona de estudio					
Ubicación	Volumen (vi)	Coordenadas		Carga distancia	
		Longitud (x)	Latitud(y)	dix*vi	diy*vi
Olímpica Guaimaral	384	-72,49239	7,90652	-27837,07776	3036,10368
Bienestar	384	-72,48851	7,90376	-27835,58784	3035,04384
Mercedes Abrego (casd)	384	-72,48651	7,90878	-27834,81984	3036,97152
Santo Ángel	384	-72,51133	7,88044	-27844,35072	3026,08896
Iglesia la libertad	384	-72,47939	7,88645	-27832,08576	3028,3968
C. Pablo correa león	384	-72,47598	7,89045	-27830,77632	3029,9328
Éxito San Mateo	384	-72,48864	7,88469	-27835,63776	3027,72096
Centro comercial Bolívar	384	-72,48610	7,88451	-27834,6624	3027,65184
Makro	384	-72,48664	7,88380	-27834,86976	3027,3792
Homecenter	384	-72,49378	7,88618	-27837,61152	3028,29312
Ventura	384	-72,49679	7,88997	-27838,76736	3029,74848
Unicentro	384	-72,49248	7,91952	-27837,11232	3041,09568
Jardín Plaza	384	-72,47999	7,92014	-27832,31616	3041,33376
Parque San Luis	384	-72,48371	7,89267	-27833,74464	3030,78528
I.P.S Brr Bocono	384	-72,46198	7,89451	-27825,40032	3031,49184
Cancha Barrio Alto Boconó	384	-72,46543	7,89398	-27826,72512	3031,28832
Parque la Quinta escobal	384	-72,46656	7,91524	-27827,15904	3039,45216
Iglesia Nuestra Señora Milagros	384	-72,46718	7,91693	-27827,39712	3040,10112
Olímpica Prados este	384	-72,47298	7,91016	-27829,62432	3037,50144
Betel prados este	384	-72,47616	7,91231	-27830,84544	3038,32704
Estación del este	384	-72,47346	7,91331	-27829,80864	3038,71104
Parque Prados Este (parabólicas)	384	-72,47436	7,90898	-27830,15424	3037,04832
Cancha de futbol San Martin	384	-72,46829	7,90631	-27827,82336	3036,02304
Cancha de futbol San Martin 2	384	-72,47002	7,90338	-27828,48768	3034,89792
Cancha de Torcoroma	384	-72,47435	7,89619	-27830,1504	3032,13696
Parque Torcoroma	384	-72,47505	7,89667	-27830,4192	3032,32128
Iglesia Torcoroma	384	-72,47554	7,89324	-27830,60736	3031,00416
Parque Aniversario I	384	-72,47548	7,89204	-27830,58432	3030,54336
Cancha Arcoiris	384	-72,47713	7,89099	-27831,21792	3030,14016
Cancha league	384	-72,47589	7,88157	-27830,74176	3026,52288
Universidad de Santander	384	-72,49946	7,91153	-27839,79264	3038,02752
Iglesia Prados Norte	384	-72,49803	7,91656	-27839,24352	3039,95904
Coliseo	384	-72,50137	7,91356	-27840,52608	3038,80704

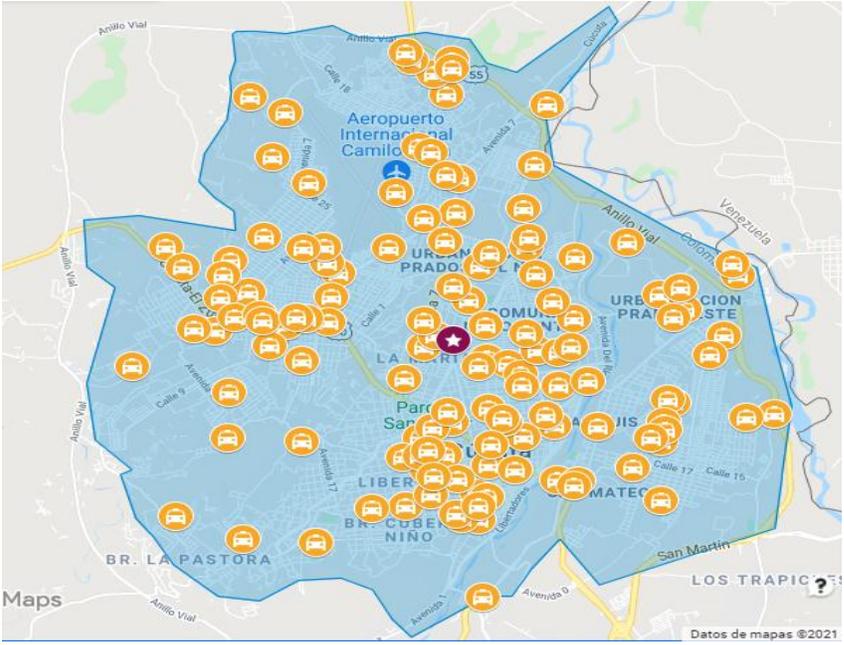
Zona de estudio					
Ubicación	Volumen (vi)	Coordenadas		Carga distancia	
		Longitud (x)	Latitud(y)	dix*vi	diy*vi
Parque Prados Norte	384	-72,49692	7,91844	-27838,81728	3040,68096
Parque del Bosque	384	-72,49820	7,90170	-27839,3088	3034,2528
Parque de Niza	384	-72,48646	7,91793	-27834,80064	3040,48512
Parque de Ciudad Jardín	384	-72,48921	7,91130	-27835,85664	3037,9392
Parque San Eduardo	384	-72,48699	7,90453	-27835,00416	3035,33952
Parque Ceiba II	384	-72,49735	7,90782	-27838,9824	3036,60288
Parque de Zulima	384	-72,49124	7,91533	-27836,63616	3039,48672
Cenabastos	384	-72,49275	7,92535	-27837,216	3043,3344
Apartamentos	384	-72,49141	7,93177	-27836,70144	3045,79968
Iglesia de Virgilio Barco	384	-72,50223	7,94227	-27840,85632	3049,83168
Colegio Espiguitas	384	-72,49215	7,92077	-27836,9856	3041,57568
Justo y bueno trigal	384	-72,50382	7,94529	-27841,46688	3050,99136
Iglesia del Trigal	384	-72,50648	7,94742	-27842,48832	3051,80928
Cancha de futbol trigal	384	-72,50712	7,94857	-27842,73408	3052,25088
El Kiosko	384	-72,50158	7,94736	-27840,60672	3051,78624
La Concordia	384	-72,50145	7,94620	-27840,5568	3051,3408
Aeropuerto	384	-72,50832	7,92768	-27843,19488	3044,22912
Parque del Aeropuerto	384	-72,50564	7,93452	-27842,16576	3046,85568
Parque infantil	384	-72,50415	7,93356	-27841,5936	3046,48704
Hotel La Ínsula	384	-72,50060	7,92974	-27840,2304	3045,02016
Hotel la Antioqueñita	384	-72,50097	7,92462	-27840,37248	3043,05408
TCC Principal Cúcuta	384	-72,50490	7,92366	-27841,8816	3042,68544
Cárcel Modelo	384	-72,48984	7,94070	-27836,09856	3049,2288
Comisaria de Familia	384	-72,50223	7,93022	-27840,85632	3045,20448
Cancha Sevilla	384	-72,50729	7,89969	-27842,79936	3033,48096
Club de Centrales	384	-72,50502	7,90446	-27841,92768	3035,31264
Arrocera Sevilla	384	-72,50361	7,90623	-27841,38624	3035,99232
Cenadero la Pesa	384	-72,50500	7,90837	-27841,92	3036,81408
Sevilla	384	-72,50231	7,92035	-27840,88704	3041,4144
Colegio Camilo Daza	384	-72,52191	7,93962	-27848,41344	3048,81408
Salón comunal -camilo daza	384	-72,52624	7,94190	-27850,07616	3049,6896
Justo y bueno las américas	384	-72,50924	7,91935	-27843,54816	3041,0304
Las Américas - curva del pescado	384	-72,51546	7,91566	-27845,93664	3039,61344
Parroquia La laguna	384	-72,51676	7,91718	-27846,43584	3040,19712
Cancha sintética	384	-72,51633	7,91197	-27846,27072	3038,19648

Zona de estudio					
Ubicación	Volumen (vi)	Coordenadas		Carga distancia	
		Longitud (x)	Latitud(y)	dix*vi	diy*vi
Cancha la laguna	384	-72,51717	7,91945	-27846,59328	3041,0688
Palustre	384	-72,51661	7,90835	-27846,37824	3036,8064
Parque de la H	384	-72,52179	7,90773	-27848,36736	3036,56832
Parque de la Virgen	384	-72,51943	7,90881	-27847,46112	3036,98304
Cancha de los Almendros	384	-72,51990	7,90255	-27847,6416	3034,5792
Parque Kioso Ceci	384	-72,52885	7,89776	-27851,0784	3032,73984
Cancha Sintética el apóstol	384	-72,52865	7,91740	-27851,0016	3040,2816
Parque de la 25	384	-72,51912	7,92902	-27847,34208	3044,74368
Colegio mariano Ospina	384	-72,52451	7,92108	-27849,41184	3041,69472
Parque de la Ermita	384	-72,52348	7,93292	-27849,01632	3046,24128
Colegio Juan Pablo	384	-72,51973	7,91926	-27847,57632	3040,99584
Mercado Claret	384	-72,52640	7,91275	-27850,1376	3038,496
Centro cristiano tucunaré	384	-72,52959	7,91520	-27851,36256	3039,4368
Capilla la primavera	384	-72,53657	7,91953	-27854,04288	3041,09952
Torres de Claret	384	-72,52985	7,91178	-27851,4624	3038,12352
Urbanización los estoraques	384	-72,54066	7,90165	-27855,61344	3034,2336
Parque de palmeras	384	-72,53058	7,90690	-27851,74272	3036,2496
Iglesia san marcos	384	-72,53311	7,90726	-27852,71424	3036,38784
Parque doña nidia	384	-72,52901	7,89096	-27851,13984	3030,12864
Colegio Cooperativo	384	-72,52377	7,90476	-27849,12768	3035,42784
Policlínico Juan Atalaya	384	-72,52810	7,90901	-27850,7904	3037,05984
Estación de Bomberos	384	-72,52510	7,90924	-27849,6384	3037,14816
Cancha la Bombonera	384	-72,52472	7,90839	-27849,49248	3036,82176
Iglesia la Divin pastora	384	-72,53451	7,91635	-27853,25184	3039,8784
Parque Belén Umbría	384	-72,53536	7,87928	-27853,57824	3025,64352
Parque del barrio belén	384	-72,52716	7,87588	-27850,42944	3024,33792
Hospital Rudesindo soto	384	-72,51814	7,87534	-27846,96576	3024,13056
Cancha 28 de febrero	384	-72,51982	7,89041	-27847,61088	3029,91744
Cristo Rey	384	-72,52064	7,90898	-27847,92576	3037,04832
Pinar del río	384	-72,49775	7,86705	-27839,136	3020,9472
Total	50304	-9.497,67764	1.035,62293	-3647108,214	397679,2051
Coordenada Zona de Estudio				-72,50135603	7,90551855

Anexo 5. Puntos de flujo

		<p>Descripción</p> <p>Zona de estudio </p> <p>Puntos de flujo </p>
 <p>Universidad Francisco de Paula Santander</p>	<p>Propuesta de Localización de Plataformas de Servicio de Transporte Público Empleando Técnicas de Ingeniería: Caso Servicio de Taxis en la Ciudad de San José de Cúcuta.</p>	<p>Autoras del proyecto</p>
<p>Fuente: Google My Maps (2021)</p>	<p>Plano 2: Puntos de flujo</p>	

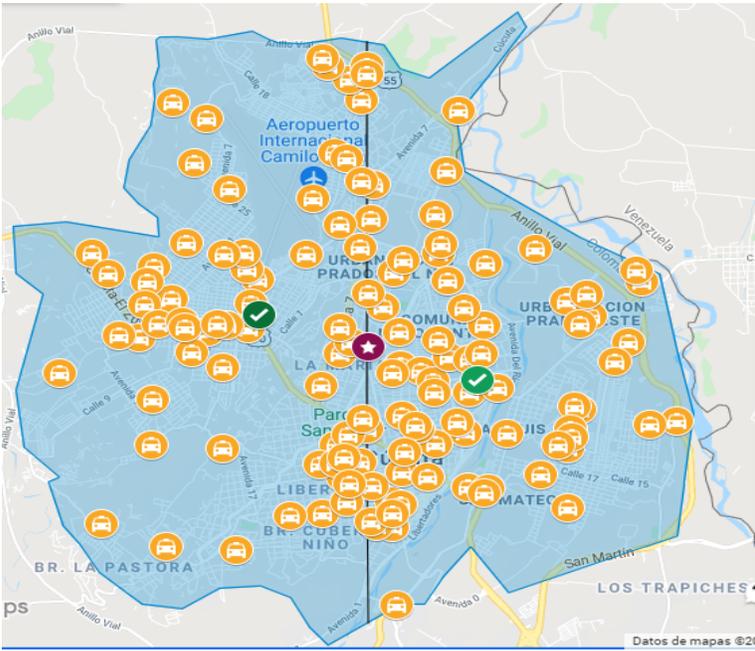
Anexo 6. Centro de gravedad

		<p>Descripción</p> <p>Zona de estudio </p> <p>Puntos de flujo </p> <p>Centro de gravedad </p>
 <p>Universidad Francisco de Paula Santander</p>	<p>Propuesta de Localización de Plataformas de Servicio de Transporte Público Empleando Técnicas de Ingeniería: Caso Servicio de Taxis en la Ciudad de San José de Cúcuta.</p>	<p>Autoras del proyecto</p>
<p>Fuente: Google My Maps (2021)</p>	<p>Plano 3: Centro de gravedad</p>	

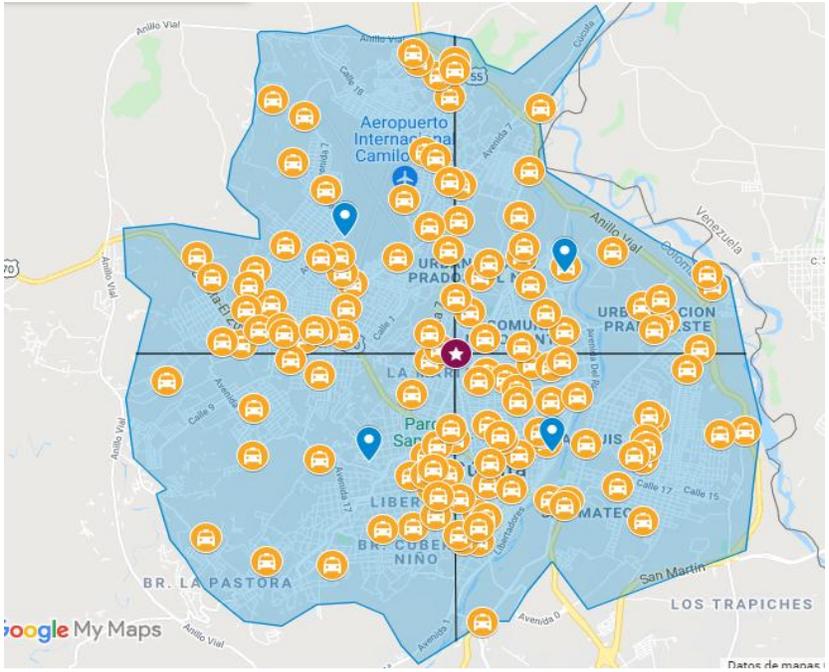
Anexo 7. Centro de gravedad horizontal

		<p>Descripción</p> <p>Zona de estudio </p> <p>Puntos de flujo </p> <p>Centro de gravedad </p> <p>Línea de división </p> <p>Centros de gravedad </p>
<p>Universidad Francisco de Paula Santander</p>	<p>Propuesta de Localización de Plataformas de Servicio de Transporte Público Empleando Técnicas de Ingeniería: Caso Servicio de Taxis en la Ciudad de San José de Cúcuta.</p>	<p>Autoras del proyecto</p>
<p>Fuente: Google My Maps (2021)</p>	<p>Plano 4: Centro de gravedad horizontal</p>	

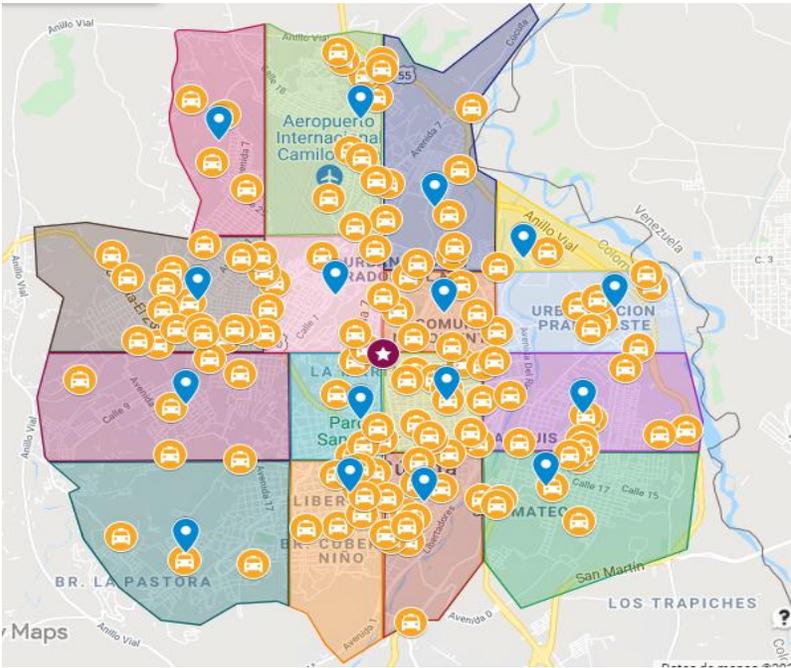
Anexo 8. Centro de gravedad vertical

		<p style="text-align: center;">Descripción</p> <p>Zona de estudio </p> <p>Puntos de flujo </p> <p>Centro de gravedad </p> <p>Línea de división </p> <p>Centros de gravedad  </p>
 <p>Universidad Francisco de Paula Santander</p>	<p>Propuesta de Localización de Plataformas de Servicio de Transporte Público Empleando Técnicas de Ingeniería: Caso Servicio de Taxis en la Ciudad de San José de Cúcuta.</p>	<p style="text-align: center;">Autoras del proyecto</p>
<p>Fuente: Google My Maps (2021)</p>	<p>Plano 5: Centro de gravedad vertical</p>	

Anexo 9. Centro de gravedad cuadrantes

		<p style="text-align: center;">Descripción</p> <p>Zona de estudio </p> <p>Puntos de flujo </p> <p>Centro de gravedad </p> <p>Línea de división </p> <p>Centros de gravedad </p>
 <p>Universidad Francisco de Paula Santander</p>	<p>Propuesta de Localización de Plataformas de Servicio de Transporte Público Empleando Técnicas de Ingeniería: Caso Servicio de Taxis en la Ciudad de San José de Cúcuta.</p>	<p style="text-align: center;">Autoras del proyecto</p>
<p>Fuente: Google My Maps (2021)</p>	<p>Plano 6: Centro de gravedad Cuadrantes</p>	

Anexo 10. Zonificación carga distancia

		<p>Descripción</p> <p>Puntos de flujo </p> <p>Centro de gravedad </p> <p>Línea de división </p> <p>Centros de gravedad </p> <ul style="list-style-type: none">  Zona A  Zona B  Zona C  Zona D  Zona E  Zona I  Zona M  Zona N  Zona Ñ  Zona O  Zona L  Zona H  Zona J  Zona G  Zona K  Zona F
 <p>Universidad Francisco de Paula Santander</p>	<p>Propuesta de Localización de Plataformas de Servicio de Transporte Público Empleando Técnicas de Ingeniería: Caso Servicio de Taxis en la Ciudad de San José de Cúcuta.</p>	<p>Autoras del proyecto</p>
<p>Fuente: Google My Maps (2021)</p>	<p>Plano 7: Zonificación carga distancia</p>	

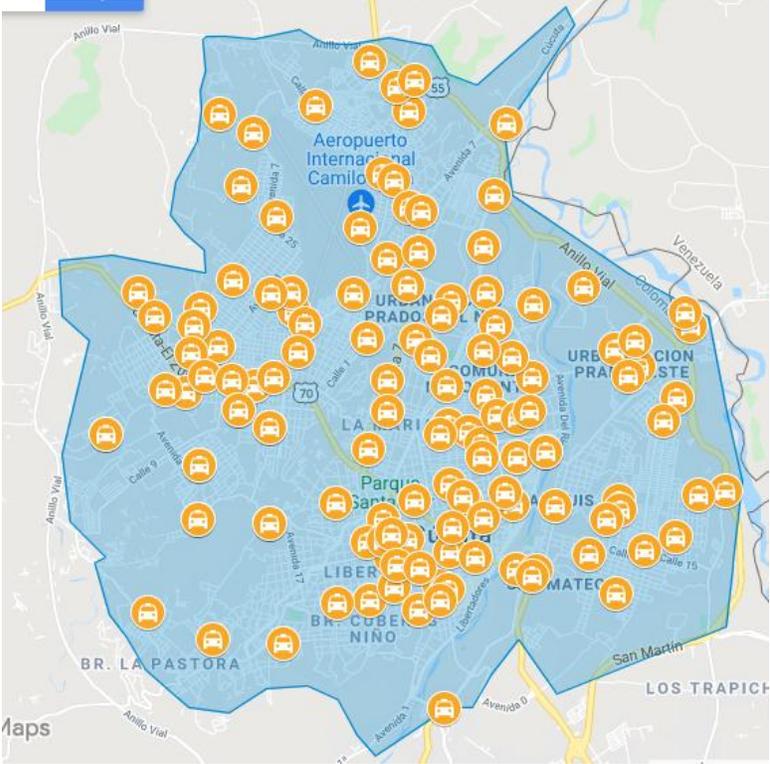
Anexo 11. Carga del sistema con respecto a la distancia, cuadrante I y II

Cuadrante I				Cuadrante II			
Punto de flujo	Carga distancia	Punto de flujo	Carga distancia	Punto de flujo	Carga distancia	Punto de flujo	Carga distancia
Colegio Camilo Daza	327200	Parroquia La laguna	1995000	Unicentro	864000	Jardín Plaza	2610
Salón comunal - camilo daza	596000	Cancha la laguna	2546000	Parque Prados Norte	1256000	Parque de Niza	572
Parque de la 25	480000	Palustre	2907000	Cenabastos	277600	Cancha de futbol San Martin	1043000
Parque de la Ermita	306000	Parque de la H	2014000	Apartamentos	676800		
Iglesia de Virgilio Barco	470800	Parque de la Virgen	2185000	Colegio Espiguitas	763200		
Justo y bueno trigal	761200	Cancha Sintética el apóstol	1235000	Hotel La Ínsula	668800		
Iglesia del Trigal	1133000	Colegio mariano Ospina	2166000	Hotel la Antioqueña	936000		
Cancha de futbol trigal	1375000	Colegio Juan Pablo	1700500	Cárcel Modelo	1776000		
El Kiosko	1386000	Mercado Claret	1505200	Olímpica Guaimaral	329000		
La Concordia	1254000	Centro cristiano tucunare	1035500	Mercedes Abrego (casd)	689500		
Aeropuerto	2508000	Capilla la primavera	3458000	Universidad de Santander	6370000		
Parque del Aeropuerto	611600	Torres de Claret	1540900	Iglesia Prados Norte	770000		
Parque infantil	778800	Parque de palmeras	2071000	Parque de Ciudad Jardín	304500		
TCC Principal Cúcuta	2288000	Iglesia san marcos	2641000	Parque Ceiba II	495600		
Comisaria de Familia	1441000	Policlínico Juan Atalaya	1229300	Parque de Zulima	421400		
Coliseo	689500	Estación de Bomberos	1048800	Parque la Quinta escobal	665700		
Arrocera Sevilla	1274000	Cancha la Bombonera	841700	Iglesia Nuestra Señora Milagros	847000		
Cenadero la Pesa	987000	Iglesia la Divin pastora	2622000	Olímpica Prados este	221900		
Sevilla	966000	Cristo Rey	1995000	Betel prados este	479500		
Justo y bueno las Américas	534800	Cancha sintética	875000	Estación del este	282800		
Las Américas - curva del pescado	785000			Parque Prados Este (parabólicas)	355600		

Anexo 12. Carga del sistema con respecto a la distancia, cuadrante III y IV

Cuadrante IV				Cuadrante III			
Punto de flujo	Carga distancia	Punto de flujo	Carga distancia	Punto de flujo	Carga distancia	Punto de flujo	Carga distancia
U.F.P.S	669500	Ips progresando en Salud	534300	Cancha de los Almendros	574800	Parque Santander	81900
Clínica Santa Ana	1296100	Parque Colon	724100	Parque Kioso Ceci	112800	Parque Nacional	535500
Parque Simón Bolívar	998400	Clínica San José	384800	Urbanización los estoraques	1374000	Parque Mercedes	344700
La Canasta	1072500	Cruz Roja	1378000	Parque doña nidia	612000	Alejandro Av 6	327600
Instituto Salesiano	1025700	Clínica leones	1313000	Colegio Cooperativo	5484000	Colegio Sagrado	589500
Parroquia Santo Domingo	1192100	Clínica Norte	1110200	Cancha 28 de febrero	708000	El Castillo de las tortas/ H. Av5	465300
Parque los Pinos	767000	Oftalmológica Peñaranda	531700	Parque Lineal	361200	Hotel Casa Blanca	383400
Parroquia Espíritu Santo	260000	Clínica los Andes	804700	Plaza de Banderas	324600	Éxito Av 5	269100
Deportivo Quinta Oriental	27300	Parque Sayago	1300000	Plásticos Galaxia CII5	294600	Santo Ángel	963000
Parque Barrio Popular	1019200	Éxito San Mateo	1114100	Estadio General	172800	Parque Belén Umbría	345000
Hospital Universitario H.M	972400	Homecenter	507000	Cancha Sevilla	397200	Parque del barrio belén	62100
Bienestar	1099800	Ventura	1210300	Club de Centrales	696000	Hospital Rudesindo soto	175800
Parque del Bosque	1201200	Pinar del rio	2951000				
Clínica Duarte	1110000	Iglesia la libertad	18000				
Parque San Luis	1250000	C. Pablo correa león	495000				
I.P.S Brr Bocono	1700000	Centro comercial Bolívar	460200				
Cancha Barrio Alto Bocono	1200000	Makro	624000				
Cancha de futbol San Martin 2	1160000	Cancha Arcoiris	468000				
Cancha de Torcoroma	104000	Cancha league	536400				
Parque Torcoroma	15000	Parque Aniversario I	800000				
Iglesia Torcoroma	528000	Parque San Eduardo	1680000				

Anexo 13. Localización de paraderos

	<p style="text-align: center;">Descripción</p> <p>Zona de estudio </p> <p>Puntos de flujo </p>	
 <p>Universidad Francisco de Paula Santander</p>	<p>Propuesta de Localización de Plataformas de Servicio de Transporte Público Empleando Técnicas de Ingeniería: Caso Servicio de Taxis en la Ciudad de San José de Cúcuta.</p>	<p style="text-align: center;">Autoras del proyecto</p>
<p>Fuente: Google My Maps (2021)</p>	<p style="text-align: center;">Plano 8: Centro de gravedad Cuadrantes</p>	

Anexo 14. Política del servicio

 <p>Universidad Francisco de Paula Santander Vigilada Mineducación</p>	Política del servicio	Fecha: 01/04/2021
		Versión: 1
<p>Los paraderos de taxi deben recibir atención especial al diseñar un paradero, esto se debe a que la manera en que una parada interactúa con su entorno determina si es o no un punto de acceso adecuado al sistema de tránsito. Los paraderos sobre los carriles exclusivos (bahías) con zona demarcada amarilla exclusiva de taxis permiten reducir los retrasos para el otro tráfico, concentrando las paradas a un solo carril. Esto también ofrece la oportunidad de crear un espacio más seguro donde los pasajeros pueden abordar los autobuses con más calma. También contribuyen a la condensación de la actividad a un solo punto en la acera sin afectar el flujo de peatones.</p> <p>Según el artículo de la Ley 769 de 2002, quedará así. De los paraderos. Todo conductor de vehículo de servicio público de transporte terrestre automotor debe recoger o dejar pasajeros exclusivamente en los sitios permitidos por las autoridades competentes y conforme con las rutas y horarios, según sea el caso.</p> <p>Según el artículo 92. Del comportamiento de los pasajeros. Cuando algún usuario del transporte público profiera expresiones injuriosas o groseras, promueva riñas o cause cualquier molestia a los demás pasajeros, el conductor detendrá la marcha y avisará a la autoridad policiva más cercana para que obligue al perturbador a abandonar el vehículo, sin perjuicio de las sanciones a que haya lugar.</p> <p>Los paraderos deben tener elementos para hacer más agradable la espera de los pasajeros, tales como árboles, asientos y un refugio para protegerlos de la lluvia, es posible influir positivamente en la percepción del transporte público para los peatones y conductores en los alrededores.</p> <p>Proporcionar los recursos apropiados y el personal capacitado para llevar a cabo sus funciones basado en la calidad y la mejora continua de los procesos para garantizar mantener una relación mutuamente beneficiosa con los usuarios.</p> <p>La secretaria de tránsito permite máximo 3 vehículos de servicio público (taxi) por paradero. Los taxis deben realizar relevos cada de uno salga con pasajero, para que todos tengan la oportunidad y siempre estén taxis disponibles para los usuarios.</p> <p>Entre los principales requerimientos de los usuarios se encuentra la disponibilidad de transporte ya que el usuario requiere contar con paradas razonablemente cercanas y un servicio regular y que lo pueda utilizar a cualquier hora del día.</p> <p>En las paradas debe existir una información mínima acerca de la red de buses que circulan por la zona, los recorridos y las tarifas actuales. Asimismo, se plantea que en estos letreros se incluya información acerca del turismo presente en la ciudad.</p> <p>Tener techo de capa vegetal lo cual por medio de esta tecnología se busca disminuir las emisiones de CO2 causadas por el parque automotor de la ciudad y aportar a la mejora del oxígeno y medio ambiente.</p> <p>Utilizar lámparas led ayuda a la iluminación lo cual es fundamental en los mobiliarios en horas de la noche, por ende, se proponen luces economizadoras y con un potencial de iluminación alto.</p> <p>Deben instalarse sillas dentro de las zonas de parada de tránsito y su amplitud depende de la cantidad de gente que transita por esas paradas.</p> <p>En el paradero deben existir papeleras de basura, contar con este elemento, pues participa en la conservación del paradero, evitando que los usuarios que transitan por este mobiliario depositen la basura en este lugar y no en el piso.</p>		