

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias Naturales y Matemáticas

“Análisis del diseño de las rutas alimentadoras de buses de Durán Sur
del sistema de transporte Aerovía”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero en Logística y Transporte

Presentado por:

José Mateo Gaibor Yáñez

Andy Javier Ramírez Andrade

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, los diferentes logros conseguidos se los debo a ustedes. A mis amigos los cuales me compartieron sus conocimientos sin esperar nada a cambio y a todas las personas que durante todo este tiempo de preparación académica estuvieron apoyándome y lograron que este sueño se cumpla. Este logro va para ustedes.

José Gaibor Yánez

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa. A mis padres Hugo Gaibor, Elbia Yáñez, quienes no dudaron en ningún momento en mí, motivándome y enseñándome a valorar todo lo que tengo. A mis hermanos por siempre estar presente con sus consejos y ánimos para poder seguir adelante. A mis amigos Hilbert Burgos, Eduardo Rodríguez, Diego Ayala, que me apoyaron al inicio de este proyecto y hacer que la estancia en la universidad sea más agradable y llena de recuerdos.

A nuestra tutora Alisson García, MsC, por su maravillosa guía durante el desarrollo de nuestro proyecto, al profesor Carlos Ronquillo, Mgtr, por estar pendiente y ayudándonos a mejorar en el transcurso de nuestra carrera.

José Gaibor Yáñez

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mis queridos padres, Wilfrido y María y a mi hermano Jhon, quienes han sido mi soporte y motivación durante estos años de preparación académica. No olvidaré los esfuerzos y sacrificios que hicieron para mi educación, fueron mi fuente de inspiración. Este logro va para ustedes.

Andy Ramírez Andrade

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a esta noble institución, la Escuela Superior Politécnica del Litoral y su equipo de educadores, por su formación tanto en conocimiento como en ética y valores. A la tutora M. Sc. Alisson García Herrera por su orientación y consejos para llevar a cabo este trabajo. Por supuesto, a mi compañero de tesis, por la entrega y compromiso mostrados para realizar este trabajo de titulación.

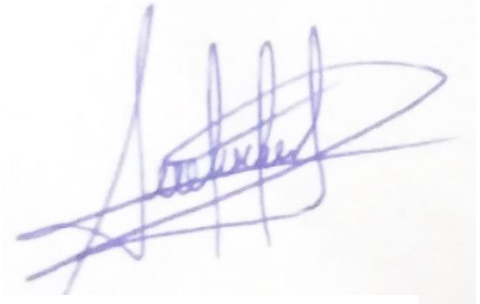
Andy Ramírez Andrade

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *José Mateo Gaibor Yánez* y *Andy Javier Ramírez Andrade* damos nuestro consentimiento para que la ESPOl realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



José Mateo Gaibor
Yánez



Andy Javier Ramírez
Andrade

EVALUADORES

.....
Mgr. Carlos Ronquillo Franco

PROFESOR DE LA MATERIA

.....
MsC. Alisson García Herrera

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El sistema de transporte aerosuspendido Aerovía se mantiene operando desde diciembre de 2020. El sistema disminuye el tiempo de viaje en vehículo en 17 minutos para las personas que se movilizan entre las ciudades de Durán y Guayaquil diariamente, atenuando el tráfico vehicular y se integran al sistema líneas alimentadoras Elsa 1A y Oramas 1B, que cubren el sector sur de Durán por un costo de \$0,70. A pesar de los beneficios, el servicio presenta bajo nivel de demanda. Este trabajo analiza las variables operativas de las líneas alimentadoras a través de la recolección de datos mediante fichas de observación y simulación en el software PTV Visum para identificar las variables que tienen peso en la decisión del usuario a la hora de utilizar este modo de transporte.

Para alcanzar los objetivos, se aplicaron las fichas de observación para la obtención de indicadores de nivel de servicio. La asignación de viajes se realizó por medio del modelo Logit Multinomial y calibración de la matriz de origen-destino para usuarios del sistema con el método Furness. Además, se simuló el escenario actual con el propuesto para su comparación.

Esta comparación reveló que la alternativa propuesta impacta positivamente en los tiempos de viaje de las rutas alimentadoras de Durán sur. Se redujo principalmente los tiempos totales de ciclo en 31 minutos entre las dos rutas y demás indicadores de servicio operacional. Además, se minimizó en 3,16% y 2% los costos variables asociados a la operación de las rutas Elsa y Oramas respectivamente.

Palabras clave: Aerovía, simulación, PTV Visum, método Furness

ABSTRACT

The Aerovía aerosuspended transport system has been operating since December 2020. The system reduces the travel time by vehicle by 17 minutes for people who move between the cities of Durán and Guayaquil daily, attenuating vehicular traffic and Elsa 1A and Oramas 1B feeder lines are integrated into the system, which cover the southern sector of Durán for a cost of \$ 0.70. Despite the benefits, the service presents a low level of demand. This work analyzes the operational variables of the feeder lines through the collection of data through observation and simulation sheets in the PTV Visum software to identify the variables that have weight in the user's decision when using this mode of transport.

To achieve the objectives, they applied the observation sheets to obtain service level indicators. The allocation of trips was made by means of the Multinomial Logit model and calibration of the origin-destination matrix for users of the system with the Furness method. In addition, the current scenario was simulated with the one proposed for comparison.

This comparison revealed that the proposed alternative positively impacts the travel times of the feeder routes of Durán sur. Total cycle times were mainly reduced by 31 minutes between the two routes and other operational service indicators. In addition, the variable costs associated with the operation of the Elsa and Oramas routes, respectively, were minimized by 3.16% and 2%.

Keywords: Airway, simulation, PTV Visum, Furness method.

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES	7
RESUMEN	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE ECUACIONES	XI
CAPÍTULO 1	12
Introducción	12
1.1. Descripción del problema	13
1.2. Justificación del problema.....	14
1.3. Objetivos.....	15
1.3.1. Objetivo General	15
1.3.2. Objetivos Específicos	15
1.4. Marco teórico	16
1.5. Estado del arte.....	20
CAPÍTULO 2.....	24
2. METODOLOGÍA	24
2.1. técnicas de Investigación	25
2.1.1. Levantamiento de información	25
2.2. Análisis de la información levantada: Situación actual	29
2.3. Resultados obtenidos de la ficha de observación.....	31

2.3.1.	Rutas establecidas	31
2.3.2.	Frecuencias del servicio	33
2.3.3.	Tiempo de Ascenso y descenso.....	34
2.3.4.	Tiempo empleado en las rutas establecidas por día desde su salida hasta su retorno.....	35
2.3.5.	Número de unidades disponibles	36
2.3.6.	Capacidad de las unidades	36
2.3.7.	Número de choferes disponibles	37
2.3.8.	Calles con mayor cantidad de pasajero de acuerdo con cada ruta	38
2.4.	Recopilación de los datos	40
2.4.1.	Población y muestra	40
2.4.2.	Métodos de recolección de datos.....	40
2.5.	Descripción de los modelos	41
2.5.1.	Aplicación del modelo de 4 etapas al caso de estudio	41
2.5.1.1.	Generación de viajes.....	41
2.5.1.2.	Distribución de viajes	42
2.5.1.3.	Partición modal.....	42
2.5.1.4.	Asignación de viajes.....	44
2.6.	Uso de software	45
2.7.	Consideraciones Legales y Éticas	46
2.8.	Fases del proyecto	46
2.9.	Cronograma de trabajo	48
CAPÍTULO 3.....		49
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	49
3.1.	Datos resultantes de aplicar el método Furness	49
3.2.	Evaluación de la situación actual.....	50

3.2.1.	Análisis de tramos de rutas	52
3.2.2.	Análisis de tiempo de viaje	54
3.2.3.	Análisis de ascenso y descenso de pasajeros	56
3.2.4.	Análisis del mapa de isócronas	58
3.3.	Evaluación del escenario propuesto: Establecer paradas	61
3.3.1.	Análisis de rutas de líneas para escenario propuesto	62
3.3.2.	Análisis de tiempo de viaje para escenario propuesto	64
3.3.3.	Análisis ascenso y descenso de pasajeros para escenario propuesto...	67
3.4.	Análisis comparativo	73
3.5.	Análisis de costos	81
3.6.	Entregables.....	82
CAPÍTULO 4.....		83
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		83
Bibliografía.....		85
ANEXOS.....		88

ABREVIATURAS

EMOT	Empresa de Movilidad y Tránsito de Durán
GYE	Guayaquil
MNL	Model Logit Multinomial
IID	Idéntica e independientemente distribuido
PuT	Transporte público
O-D	Origen-destino
Av.	Avenida

SIMBOLOGÍA

h	Horas
min	Minutos
s	Segundos
km	Kilómetros

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Desarrollo de la metodología</i>	25
Figura 2 <i>Demanda por un día laboral en una semana típica en base a los datos de diciembre 2020 hasta junio del 2022.</i>	28
Figura 3 <i>Información de la base de datos del recorrido por periodos de 4 horas en alimentadores realizados entre diciembre 2020 hasta junio 2022.</i>	29
Figura 4 <i>Situación actual de la cantidad de personas que utilizan el alimentador</i>	30
Figura 5 <i>Ruta Elsa-1A Salida desde estación</i>	31
Figura 6 <i>Ruta Elsa-1A Retorno a estación</i>	32
Figura 7 <i>Ruta Oramas-1B Salida desde estación</i>	32
Figura 8 <i>Ruta Oramas-1B Retorno a estación</i>	33
Figura 9 <i>Tiempo de Ascenso y descenso</i>	34
Figura 10 <i>Tiempo empleado en las rutas Salida y Retorno</i>	35
Figura 11 <i>Calles con mayor cantidad de pasajeros ruta Oramas 1B</i>	38
Figura 12 <i>Calles con mayor cantidad de pasajeros ruta Elsa 1A</i>	39
Figura 13 <i>Modelo 4 etapas</i>	41
Figura 14 <i>Selección modo de transporte público</i>	43
Figura 15 <i>Creación de línea Elsa 1A</i>	43
Figura 16 <i>Creación de línea Oramas 1B</i>	44
Figura 17 <i>Asignación de demanda de transporte público por el método basado en horarios</i>	44
Figura 18 <i>Matriz de viajes en software PTV Visum</i>	50
Figura 19 <i>Creación de la red y zonas de estudio</i>	50
Figura 20 <i>Representación del Time Table de la ruta Elsa-1A</i>	51
Figura 21 <i>Representación del Time Table de la ruta Oramas-1B</i>	51
Figura 22 <i>Información de ruta de línea alimentadora Elsa 1A</i>	52
Figura 23 <i>Información de ruta de línea alimentadora Elsa 1A Retorno</i>	52
Figura 24 <i>Información de ruta de línea alimentadora Oramas 1B</i>	53
Figura 25 <i>Información de ruta de línea alimentadora Oramas 1B Retorno</i>	53
Figura 26 <i>Evaluación de tiempos de viaje en la situación actual</i>	56
Figura 27 <i>Ascenso y descenso de pasajeros línea Elsa 1A</i>	57

Figura 28 Ascenso y descenso de pasajeros línea Elsa 1A retorno	57
Figura 29 Ascenso y descenso de pasajeros línea Oramas 1B.....	57
Figura 30 Ascenso y descenso de pasajeros línea Oramas 1B retorno	58
Figura 31 Mapa de isócronas para la red de líneas alimentadoras de Durán Sur	59
Figura 32 Mapa de Isócronas de accesibilidad a las paradas	59
Figura 33 Puntos de parada propuestos para las rutas Elsa 1A y Oramas 1B.....	61
Figura 34 Información de ruta de línea alimentadora Elsa 1A	62
Figura 35 Información de ruta de línea alimentadora Elsa 1A Retorno.....	63
Figura 36 Información de ruta de línea alimentadora Oramas 1B.....	63
Figura 37 Información de ruta de línea alimentadora Oramas 1B Retorno.....	64
Figura 38 Red reestructurada para escenario propuesto.....	65
Figura 39 Evaluación de tiempos de viaje en el escenario propuesto	67
Figura 40 Ascenso y descenso de pasajeros línea Elsa 1A	67
Figura 41 Ascenso y descenso de pasajeros línea Elsa 1A retorno	68
Figura 42 Paraderos de la ruta Elsa con incremento en el número de ascensos y descensos.....	70
Figura 43 Ascenso y descenso de pasajeros línea Oramas 1B.....	70
Figura 44 Ascenso y descenso de pasajeros línea Oramas 1B retorno	71
Figura 45 Paraderos de la ruta Oramas con incremento en el número de ascensos y descensos.....	73
Figura 46 Tiempo de viaje escenario actual vs escenario propuesto.....	74
Figura 47 Tiempo promedio de caminata hacia las paradas de ruta Elsa 1A ida	75
Figura 48 Tiempo promedio de caminata hacia las paradas de ruta Elsa 1A retorno	77
Figura 49 Tiempo promedio de caminata hacia las paradas de ruta Oramas 1B ida.	78
Figura 50 Tiempo promedio de caminata hacia las paradas de ruta Oramas 1B retorno	79
Figura 51 Comparación de indicadores de nivel de servicio obtenidos en PTV Visum	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Información de la base de datos de los viajes en alimentadores realizado entre diciembre 2020 - junio del 2022</i>	27
Tabla 2 <i>Frecuencias del servicio por día</i>	33
Tabla 3 <i>Número de unidades disponibles por día</i>	36
Tabla 4 <i>Capacidad de las unidades de transporte</i>	36
Tabla 5 <i>Número de choferes por día</i>	37
Tabla 6 <i>Cronograma de actividades</i>	48
Tabla 7 <i>Tiempo de viaje por calle ruta Elsa 1A</i>	54
Tabla 8 <i>Tiempo de viaje por calle ruta Oramas 1B</i>	55
Tabla 9 <i>Resultado del mapa de isócronas</i>	60
Tabla 10 <i>Nuevos tiempos de viaje para la ruta Elsa 1A</i>	65
Tabla 11 <i>Nuevos tiempos de viaje para la ruta Oramas 1B</i>	66
Tabla 12 <i>Impacto de la propuesta en el nivel de demanda de la ruta Elsa 1A ida</i>	68
Tabla 13 <i>Impacto de la propuesta en el nivel de demanda de la ruta Elsa 1A retorno</i>	69
Tabla 14 <i>Impacto de la propuesta en el nivel de demanda de la ruta Oramas 1B ida</i>	71
Tabla 15 <i>Impacto de la propuesta en el nivel de demanda de la ruta Oramas 1B retorno</i>	72
Tabla 16 <i>Tiempos de viaje hacia estación de Aerovía</i>	74
Tabla 17 <i>Impacto del tiempo promedio de caminata hacia paraderos ruta Elsa 1A ida</i>	76
Tabla 18 <i>Impacto del tiempo promedio de caminata hacia paraderos ruta Elsa 1A retorno</i>	77
Tabla 19 <i>Impacto del tiempo promedio de caminata hacia paraderos ruta Oramas 1B ida</i>	79
Tabla 20 <i>Impacto del tiempo promedio de caminata hacia paraderos ruta Oramas 1B retorno</i>	80
Tabla 21 <i>Comparación de costos variables ruta Elsa 1A</i>	81
Tabla 22 <i>Comparación de costos variables ruta Oramas 1B</i>	81

ÍNDICE DE ECUACIONES

(1.1)	20
(1.2)	20

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Durán es una de las ciudades que tiene conexión directa con la ciudad de Guayaquil, aunque estén separadas por el río Guayas, por lo que se crearon medios de transporte que ayuden al traslado de una ciudad a otra, comenzando desde la época del presidente Eloy Alfaro con la creación del ferrocarril. Desde ese entonces se busca mejorar el transporte urbano, ampliando sistemas de transporte públicos que implementen tecnología para un mejor mecanismo, ahorrando tiempo de viaje y aliviando la congestión del tráfico vehicular.

Después de la exitosa creación del puente de la unidad nacional, el cual fue uno de los grandes avances en transporte y movilización, aumentando en gran medida el progreso y el desarrollo del presente cantón, convirtiéndola en una zona medianamente industrial y desarrollada con industrias: tabacaleras, plástico, alcohol, algodón, textil, empacadoras de camarón entre otras, contando actualmente con una población aproximada de 300.000 habitantes (INEC, 2020). Buscando así proyectos que incorporen una mejor red de transporte público, para solucionar los problemas relacionados con la deficiente movilidad y congestión vehicular.

En el 2015 la alcaldía de Guayaquil propone la creación de un sistema de transporte tipo teleférico, el cual está conectado de manera directa con los alimentadores en la ciudad de Durán, se conforma por cinco estaciones a lo largo de 4 km y 154 cabinas con capacidad para transportar diez pasajeros, implementando un sistema de transporte masivo que favorece a la integración urbana entre Guayaquil - Durán y viceversa (El Universo, 2020).

Actualmente, este sistema presenta un flujo de usuario inferior a lo pronosticado, por lo tanto, el objetivo de este trabajo es analizar el diseño de rutas y variables a nivel operativo de buses alimentadores de Durán sur, mediante una observación, para la recolección de datos y análisis de la situación actual.

Además, de identificar los principales indicadores de servicio operacional, para conocer por qué la población del cantón Durán no usa las rutas de buses alimentadores y así

proponer las mejoras a través de un diseño de rutas actual, mediante la simulación de escenarios en el software PTV Visum, para su comparación con la situación actual y elección del mejor escenario.

Para comprender de manera más clara la investigación, esta se divide en diversos capítulos: en el primer capítulo se visualiza la descripción del problema, justificación, objetivos y su marco teórico. Para el segundo capítulo, se establece la metodología en el cual se describe la población, el instrumento a utilizar, etc. En el tercer capítulo se muestran los resultados y propuesta. Por último, se detallan las conclusiones y recomendaciones, de esta manera se alcanza a obtener los resultados de forma ordenada y entendible para todo el público.

1.1. Descripción del problema

Actualmente se encuentra funcionando el sistema Aerovía que conecta las ciudades de Guayaquil y Duran. Manejado por consorcio Aero-suspendido de Guayaquil Poma S.A.S, el sistema funciona mediante la suspensión área que se complementa con buses alimentadores de la ciudad de Durán como una alternativa de transporte público. Al finalizar el recorrido en Aerovía, pueden trasladarse en cualquier línea de estos buses hacia los principales puntos de la ciudad de Durán. El servicio tiene un costo de \$0,70 centavos con tarjetas de recargo, cubriendo la totalidad del recorrido de Aerovía y alimentador (Autoridad de Tránsito Municipal de Guayaquil – ATM, 2015).

A pesar de estos beneficios, el sistema Aero suspendido no tiene la demanda esperada, aunque esta puede alcanzar una capacidad de 2.600 personas por hora, pero durante el día, logra alcanzar una demanda de 10.000 usuarios. Esta cifra no cumple las expectativas de capacidad de pasajeros que pueden movilizarse en la jornada de ocho horas diarias (Castellanos, 2021).

Esta situación se puede producir por los siguientes factores: no establecer de manera clara las rutas, paradas y la poca información que entregan al

usuario sobre alguna duda, además se encuentra la competencia informal como taxi rutas y los buses interprovinciales.

Por ello, es importante conocer el esquema de operación de los buses alimentadores como: tiempo de viaje, tiempo de ascenso y descenso de pasajeros, frecuencia, ya que estos son componentes importantes para un adecuado sistema de transporte. Esto brindará un panorama más amplio que permita un análisis de la situación actual con el que se podrá plantear una solución viable que ayude a mejorar el servicio y por ende la experiencia de los usuarios.

1.2. Justificación del problema

El presente trabajo es importante desde una perspectiva social, ya que actualmente el crecimiento urbano en Durán es de 300.000 habitantes (INEC, 2020). Al tener una gran población, conlleva a la mejora del transporte público como es el uso de buses alimentadores que trabajan en conjunto con la Aerovía con un costo de \$0,70 centavos en su totalidad.

Este servicio de transporte público es conveniente para el usuario por su bajo costo y amplio recorrido. Por lo que analizar la situación actual de este servicio va a permitir conocer por qué la población del cantón Durán no usa con mayor frecuencia las rutas de buses alimentadores de la Aerovía, al ser un medio de bajo costo.

A partir de los resultados obtenidos mediante una ficha de observación, es posible proponer e implementar recomendaciones y propuestas sobre la problemática mediante una simulación de escenarios en el software PTV Visum. De esta manera se mejora la demanda y, por ende, el número de pasajeros.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Analizar el diseño de rutas y variables a nivel operativo de buses alimentadores de Durán sur, mediante fichas de observación a las líneas de transporte, para incrementar la demanda del sistema de transporte Aerovía y mejorar el nivel de servicio.

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Analizar la demanda de usuarios que utilizan las rutas de buses alimentadores de Durán Sur desde diciembre 2020 hasta junio 2022, mediante el uso de información proporcionados por los representantes de la entidad de transporte, para obtener informes visuales con datos descriptivos sobre la situación en ese periodo de tiempo.
2. Aplicar la ficha de observación durante el recorrido de los buses alimentadores, para la recolección de datos con su análisis respectivo.
3. Identificar los principales indicadores de servicio operacional, para conocer por que la población del cantón Durán no usa las rutas de buses alimentadores.
4. Evaluar los resultados de la ficha de observación, para la asignación de la demanda que utiliza el software PTV Visum.
5. Proponer mejoras al diseño de rutas actuales, mediante la simulación de una alternativa propuesta en el software PTV Visum, para su comparación con la situación actual.

1.4. Marco teórico

- **Transporte multimodal**

El transporte multimodal tiene diferentes modalidades, ya sea por vía terrestre, marítima, aérea, fluvial mediante la combinación de los diferentes tipos de transporte (Ibercondor, 2020).

- **Transporte sostenible**

Es un tipo de transporte que permite el traslado de personas y mercancías a unos costes sociales, económicos y ambientales menores a los actuales. Reduciendo el uso del vehículo privado como medio de transporte y del petróleo como fuente de energía. Es decir, se opta por medios de transporte que consuman energías limpias y renovables, pero que a su vez optimicen los traslados (Antoja, 2020).

- **Transporte público**

Sistema de transporte aplicado al transporte colectivo de pasajeros, este tiene horarios y rutas establecidas para que los usuarios puedan acceder al servicio. Usualmente este medio de transporte es compartido y esta disponible para cualquier usuario. Puede ser proporcionado por empresas privadas o consorcios. El sistema de cobro es directo, es decir, mediante cobro a los pasajeros.

- **Buses alimentadores**

Los buses alimentadores recogen y transportan pasajeros desde diferentes zonas de la ciudad hacia algún punto en específico. Este medio de transporte tiene paradas establecidas. La capacidad de estos buses es mediana.

- **Simulación**

La simulación por ordenador es una herramienta empleada para la evaluación y análisis de sistemas reales e hipotéticos de tal manera que se pueda estudiar el funcionamiento de estos sistemas, analizar los cambios en escenarios hipotéticos y compararlos para elegir la alternativa que ofrezca mayor eficiencia y menores costos (Instituto Tecnológico de Aragón, 2022).

- **Sistema de transporte masivo**

El sistema de transporte es la combinación de infraestructura y equipo, en una modalidad que cubre una gran cantidad de personas en respuesta a la necesidad de movilización. Es uno de los puntos de partida para un mejor desarrollo sostenible con ello las ciudades avanzan y ofrecen un mejor servicio a los usuarios. (Antoja, 2020).

- **Accesibilidad al transporte**

Un sistema de transporte es accesible cuando los diferentes usuarios satisfacen sus necesidades de movilidad de forma autónoma. Las estaciones o paradas deben tener características que permitan el desplazamiento de usuarios con movilidad reducida. De esta manera se obtiene un transporte accesible que beneficie a toda la población.

- **Infraestructura del transporte**

Se puede componer de distintos elementos de acuerdo con el vehículo que se esté utilizando. Se espera que toda información del transporte sea facilitada al usuario, por ejemplo: la entrega del boleto, el lugar de espera, el embarque y el descenso del usuario, tipos de vehículo, calles. Se debe investigar estrategias para menorar costos y mejorar la accesibilidad, con esto se puede mejorar la calidad de vida y la productividad de la población. (Arteaga , 2019).

- **Servicio de transporte accesible**

Es el servicio que permite mediante su infraestructura, en secuencia con el diseño permitir un acceso al vehículo para que diferentes personas puedan utilizarlo en todos sus aspectos. (Arteaga , 2019)

- **Sistema de transporte**

Este sistema hace referencia a todas las instalaciones fijas que recorre el medio de transporte como es: terminal, estaciones o paradas, teniendo un sistema de control que permite la movilización de las personas y su bien, lo cual permite satisfacer las necesidades de movilidad humana (Roldán, 2019).

- **Modelo de 4 etapas**

Este modelo intenta explicar el fenómeno de transporte se lo visualiza como flujos de unidades en arcos de vía. Está compuesto por las siguientes etapas: modelo de generación/atracción de viaje, modelo de distribución de viajes, modelo de participación modal y modelo de asignación de viajes.

- **Modelo de Generación/atracción de viajes**

Es la primera etapa de la planificación del transporte. El objetivo de esta etapa es modelar la decisión de los usuarios de realizar o no realizar un determinado viaje. En este sentido, se necesitan vectores de viajes generados y viajes atraídos relacionados con zonas de origen y destino respectivamente. Entre los métodos utilizados para modelar esta decisión se pueden mencionar factor de expansión, índices de viaje y métodos de regresión lineal múltiple. La elección del método depende del tipo de generación o una combinación de ellos (Valdés Serrano, 2008).

- **Modelo de distribución de viajes**

En consecuencia, a los resultados obtenidos en la etapa anterior, en esta etapa se unen cada uno de los viajes generados en las diferentes zonas con algunos lugares de atracción de viajes en las distintas zonas o en la misma zona. Con lo que se obtiene una matriz de origen – destino en distintos periodos del día.

- **Modelo de partición modal**

En esta tercera etapa, se modeliza la manera en que están repartidos los viajes entre las diferentes zonas que comprenden el sitio de estudio de acuerdo con la distribución obtenida en la etapa anterior entre los distintos modos de transporte. Entre los modos de transporte con enfoque público que se pueden presentar en un sistema de transporte se pueden mencionar: metro, autobús, alimentador, taxi. Para esta etapa, la matriz de origen – destino se divide por cada modo de transporte (Arteaga , 2019).

- **Modelo de asignación de viajes**

En esta etapa final, ya se cuenta con la matriz de viajes origen – destino por cada modo de transporte. Por lo tanto, se procede a asignar a cada uno de los elementos de la matriz un viaje que puede desarrollarse siguiendo distintos trayectos basándose en la frecuencia y programación de viajes para el transporte público. Para el transporte privado, la asignación es diferente ya que en este modo de transporte no se consideran restricciones de programación de viajes, sino más bien por un procedimiento de equilibrio con iteraciones de incremento de demanda conocido como equilibrio de Wardrop (Ruíz, 2017). En general se cuenta con una amplia gama de algoritmos de asignación tales como Todo o nada, método de equilibrio de Wardrop previamente mencionado, método Furness y métodos estocásticos como por ejemplo el método de Monte-Carlo.

- **Modelo Logit Multinomial (MNL)**

El MNL es un modelo de elección discreta en el que se asume que los valores ε_{jq} son desconocidos y se reparten idéntica e independientemente (IID) con una función Gumbel con valores de media y varianza de 0 y σ^2 respectivamente, de forma que la probabilidad que el individuo q elija la i -ésima alternativa formulada en la ecuación 1.1:

$$P_{iq} = \frac{\exp(\beta V_{iq})}{\sum_{A_j \in A(q)} \exp(\beta V_{iq})} \quad (1.1)$$

Donde:

V_{iq} es normalmente una función lineal en sus parámetros (θ) y

β es inestimable por separado.

Por ende, debe ser normalizado y además está ligado a la desviación estándar común de la variable Gumbel mediante la siguiente relación:

$$\beta = \frac{\pi^2}{6\sigma^2} \quad (1.2)$$

1.5. Estado del arte

La literatura dirigida a sistemas de transporte multimodal que involucran la modalidad de transporte aéreo suspendido no es muy común, dado que son muy pocas las ciudades en el mundo que cuentan con esta alternativa de transporte. Sin embargo, se ha podido recolectar información importante relacionada a la optimización de diseño de redes de transporte urbano. Esta información, se considera servirá de guía para analizar el diseño de rutas de las líneas alimentadoras de Durán Sur y cumplir con los objetivos establecidos.

Es importante identificar y tener claramente diferenciados los principales elementos que intervienen en un sistema de transporte público tales como unidades de transporte ya sean buses o líneas alimentadoras, carreteras o calles, conductores de las unidades de transporte, y por supuesto los usuarios o pasajeros que se benefician del sistema. Para (Song et al., 2022) el objetivo de un sistema de transporte, específicamente de un diseño de rutas es brindar un viaje seguro, eficiente, cómodo, mitigando la exclusión social en áreas urbanas de bajos ingresos y que atraiga a nuevos usuarios.

Dicho esto, para conseguir esta eficiencia hay que considerar y analizar los indicadores o criterios de mayor impacto según el caso de estudio.

Henao y Calderón (2010) en su estudio de demanda de transporte público en la zona rural de Guarne en Colombia plantea una metodología de estudio que comprende en analizar ciertas características involucradas en la actividad de transporte, así como características socioeconómicas que permitan brindar un diagnóstico adecuado del sistema de transporte mencionado. Los autores (Henao y Calderón, 2010) proponen incorporar al análisis características tales como frecuencias de recorrido, tiempos de recorrido, velocidad media, capacidad de los vehículos, horarios de funcionamiento y condiciones de las vías. Además, propone investigar el nivel de demanda del transporte público por medio de método de ascenso y descenso de pasajeros en periodos de alta y baja demanda. Con esta información recolectada, los autores analizan la misma con ayuda de polígonos de carga, que ilustra el número de pasajeros por tramo que continúan en la unidad de transporte y curvas de permanencia, una representación gráfica que ilustra el ascenso y descenso de pasajeros por tramos acumulados. Claramente este tipo de análisis es aplicable al presente proyecto ya que ayudaría a interpretar la situación del diseño de rutas actual y recomendar posibles soluciones.

De acuerdo con (Istianto y Djajasinga, 2021), en su estudio del desempeño del transporte público bajo la perspectiva del tráfico de la ciudad de Bandung en Indonesia. La ciudad presentaba un problema de congestión y contaba con un total de 38 rutas de transporte público. Para (Istianto y Djajasinga, 2021), la medición del desempeño del transporte público se basa en perspectivas similares y otras un poco diferentes, por ejemplo, la percepción de los pasajeros, relacionadas con los aspectos de satisfacción del servicio, tarifas, frecuencias, comodidad, limpieza, velocidad, percepción del público en general. Con respecto a factores sociales tales como la medida en que el transporte público satisface las necesidades de los adultos mayores y las personas con discapacidad o problemas ambientales derivados de las operaciones de tráfico, hablamos de congestión y contaminación. La efectividad del desempeño operativo del transporte público también se puede medir usando parámetros de costos operativos tales como frecuencia, tiempo de espera, cálculo de los costos operativos del vehículo, ingresos que genera el sistema de transporte. Para llevar a cabo la recolección de esta información, los autores aplicaron como estrategia el uso de encuestas y entrevistas tanto a usuarios del sistema, representantes de entidades involucradas en la administración de este y a la comunidad en general. Con base al estudio de campo, los autores (Istianto y Djajasinga, 2021), utilizan métodos cualitativos con análisis descriptivo para el estudio del desempeño del transporte público. (Istianto y Djajasinga, 2021), encuentran que los tiempos de espera entre vehículos son prolongados y concluyen que el desempeño del transporte público de Bandung no es eficiente para cumplir con la demanda.

Por su parte, los autores (Song et al., 2022), realizaron un análisis al sistema de transporte público urbano del distrito de Qingdao, en el este de China, basado en lo que se denomina redes complejas. Dichas redes complejas están basadas en la teoría de grafos, donde, los nodos son los paraderos establecidos y los arcos las calles que conectan dichos puntos

de parada. Con el creciente desarrollo del transporte público que experimenta este país, las rutas y los horarios de los autobuses no pueden satisfacer la dinámica demanda de viajes que exige la ciudadanía de Qingdao. Para mejorar el nivel de servicio del transporte público, las rutas y los horarios del servicio deben optimizarse con el cambio de la demanda de viajes que se vive. En primer lugar, la topología de la red de transporte público se modela y analiza. De acuerdo con los indicadores de evaluación de redes complejas de transporte público, los nodos clave en la red de transporte público se determinan a través de un coeficiente de variación. En función de los datos reales, la eficiencia de la red, la conectividad y el tamaño relativo del subgrafo conectado más grande se seleccionan para analizar la solidez de la red de autobuses del Distrito Nuevo de la Costa Oeste de Qingdao. Con base en la investigación anterior, se seleccionan las rutas típicas, es decir, las rutas de mayor demanda, y se vuelve a planificar el plan de despacho de rutas restantes.

Se ha notado que el presente problema está relacionado con los estudios anteriormente mencionados. Se considera que las metodologías aplicadas están acordes con la naturaleza del análisis de rutas de líneas alimentadoras que cubren el sector sur de Durán. Principalmente la metodología de los autores (Henaó y Calderón, 2010), y la manera en que abordan el estudio de la demanda del transporte. El método de recolección de datos de ascenso y descenso de pasajeros nos permitirá conocer el número de usuarios que suben y bajan de un vehículo de transporte público, en nuestro caso, por cada calle de una línea, para un período determinado. En general, una amplia gama de información adaptable a nuestra realidad que nos asegura un correcto análisis, resultados acertados y alternativas de mejoras apropiadas. Con ellos, se facilita la obtención de indicadores o métricas que permitan medir el nivel de servicio y el funcionamiento del diseño de rutas actualmente establecidos.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

En el presente capítulo se visualiza los pasos a seguir para lograr alcanzar los objetivos establecidos en la investigación. En primer lugar, se recolectó la información a través de las entidades de transporte, Transdurban y Urbaduran, mediante reuniones con los representantes de las organizaciones involucradas, con la finalidad de solicitar información acerca de la operación del sistema.

La información proporcionada contempla lo siguiente: nivel de demanda, horarios del servicio, frecuencias del servicio, tiempo empleado en las rutas, número de unidades disponibles, capacidad de las unidades, número de asientos, número de choferes disponibles.

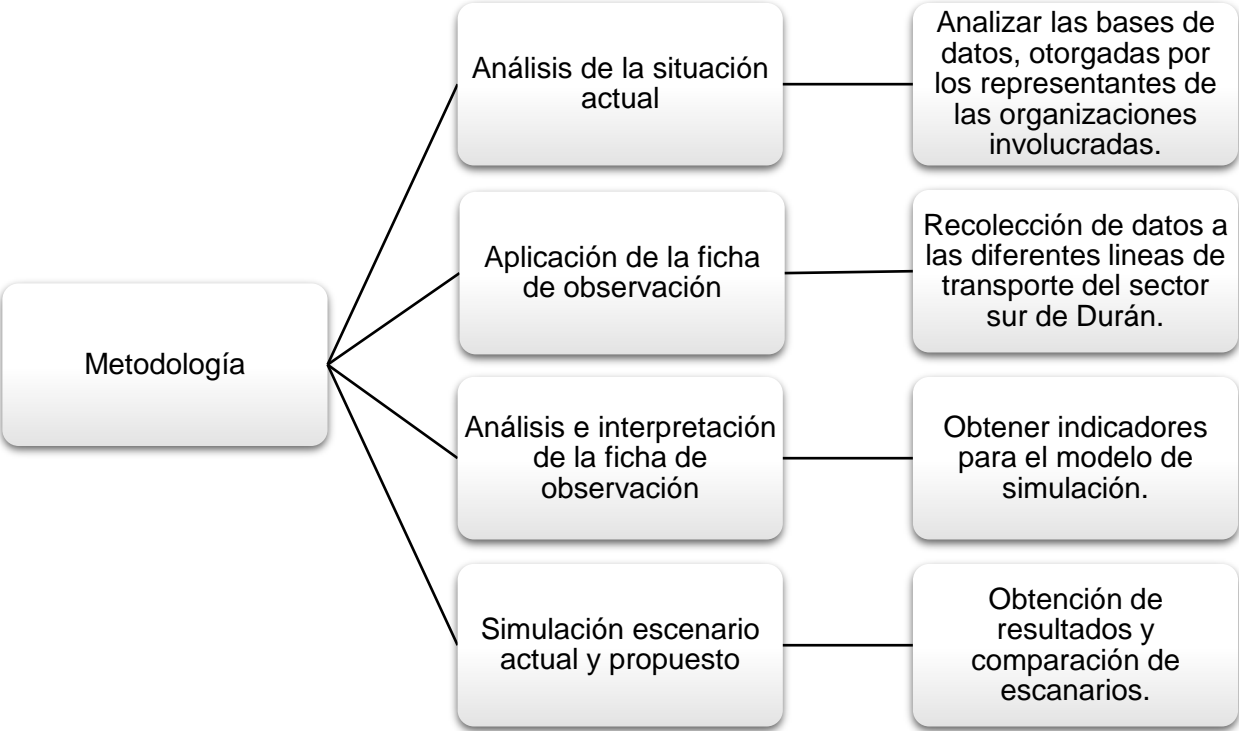
Posterior se creó una ficha de observación sobre las variables antes mencionadas, la cual se encuentra al final de este documento en anexo A, con la finalidad de conocer el diseño de rutas y variables a nivel operativo de buses alimentadores de Durán sur, haciendo uso de observación, anotación y fuentes de información primarias. Además, se realizó una prueba piloto como experimento en el rol de usuarios en el transcurso del martes 28 de junio de 2022 para realizar la validación a las rutas y al formato de observación que sirve de instrumento para la recolección de datos. De esta manera se puede corregir errores en el formato o bien, agregar variables o datos que se pasaron por alto inicialmente y capturar evidencia de calidad. Para esto, se solicitó autorización a los representantes de las cooperativas de transporte urbano Transdurban y Urbaduran para llevar a cabo este proceso.

Luego del análisis de la información levantada en campo, se procedió a la obtención de la matriz origen-destino específicamente de usuarios de las líneas de transporte público por medio del método Furness. La matriz resultante se importó al software PTV Visum para la respectiva asignación junto con los demás parámetros como: capacidad de pasajeros y frecuencia, necesarios para el correcto funcionamiento del software.

Se ejecutó el análisis de la demanda de los buses alimentadores de Durán Sur desde diciembre 2020 hasta junio 2022, mediante la información obtenida de las entidades de transporte. Así mismo, se realizó el análisis de las variables de estudio con el diseño del modelo de las 4 etapas, con este proceso se obtuvo los datos de la demanda de transporte y tiempos de operación durante el recorrido para las rutas Elsa 1A y Orama 1B.

En la Figura 1, se explica de manera gráfica el esquema que se desarrolló durante la metodología:

Figura 1 Desarrollo de la metodología



Fuente: Elaboración propia

2.1. TECNICAS DE INVESTIGACIÓN

2.1.1. Levantamiento de información

En esta parte se presenta la información relevante obtenida de las bases de datos, que fue solicitada y proporcionada por los representantes de las organizaciones. Por

consiguiente, se realizó el adecuado análisis e interpretación estadística de la demanda actual de los buses alimentadores del sector sur de la ciudad de Durán.

A pesar de los beneficios del sistema Aero suspendido no tiene la demanda esperada con los buses alimentadores en el sector sur de la ciudad de Durán al tener posibles competencias de medios de transporte como es:

- Transporte formal (buses Inter cantonales).
- Transporte informal (taxis rutas), razón principal de la baja captación de usuarios.

La poca demanda de los alimentadores fue diagnosticada con la información proporcionada por los administradores del consorcio aero suspendido Aerovía con datos desde diciembre 2020 - junio 2022 sobre la demanda de los alimentadores en el sur de Durán. Este análisis, se realizó de manera descriptiva mediante tablas e ilustraciones elaboradas con los datos obtenidos de los representantes de la Aerovía. El análisis se basa de acuerdo con la demanda mensual, por un día laboral en semana típica y por periodo del día. A continuación, se detalla las diferentes figuras y tablas que reflejan el análisis realizado de lo expresado en este párrafo.

En la tabla 1, se evidencia la Información de la base de datos de los viajes en alimentadores realizado entre diciembre 2020 - junio del 2022. Estos son datos tanto de personas que se dirigen desde Durán-Guayaquil utilizando bus alimentador para llegar a la estación Aerovía, mientras tanto, para el recorrido Guayaquil-Durán los usuarios hacen uso de los alimentadores para dirigirse a los sectores del sur de Durán.

Tabla 1 Información de la base de datos de los viajes en alimentadores realizado entre diciembre 2020 - junio del 2022

Meses	Demanda Durán-Guayaquil	Demanda Guayaquil-Durán
Diciembre 2020	9,82%	12,96%
Enero 2021	14,90%	20,95%
Febrero 2021	14,44%	3,05%
Marzo 2021	14,25%	2,16%
Abril 2021	12,00%	15,98%
Mayo 2021	3,35%	2,75%
Junio 2021	1,89%	2,99%
Julio 2021	1,82%	2,78%
Agosto 2021	2,03%	3,44%
Septiembre 2021	2,01%	2,94%
Octubre 2021	2,03%	3,20%
Noviembre 2021	2,81%	2,75%
Diciembre 2021	2,88%	2,73%
Enero 2022	2,44%	2,78%
Febrero 2022	3,57%	4,04%
Marzo 2022	4,65%	7,19%
Abril 2022	2,39%	3,60%
Mayo 2022	2,32%	2,49%
Junio 2022	3,75%	3,97%

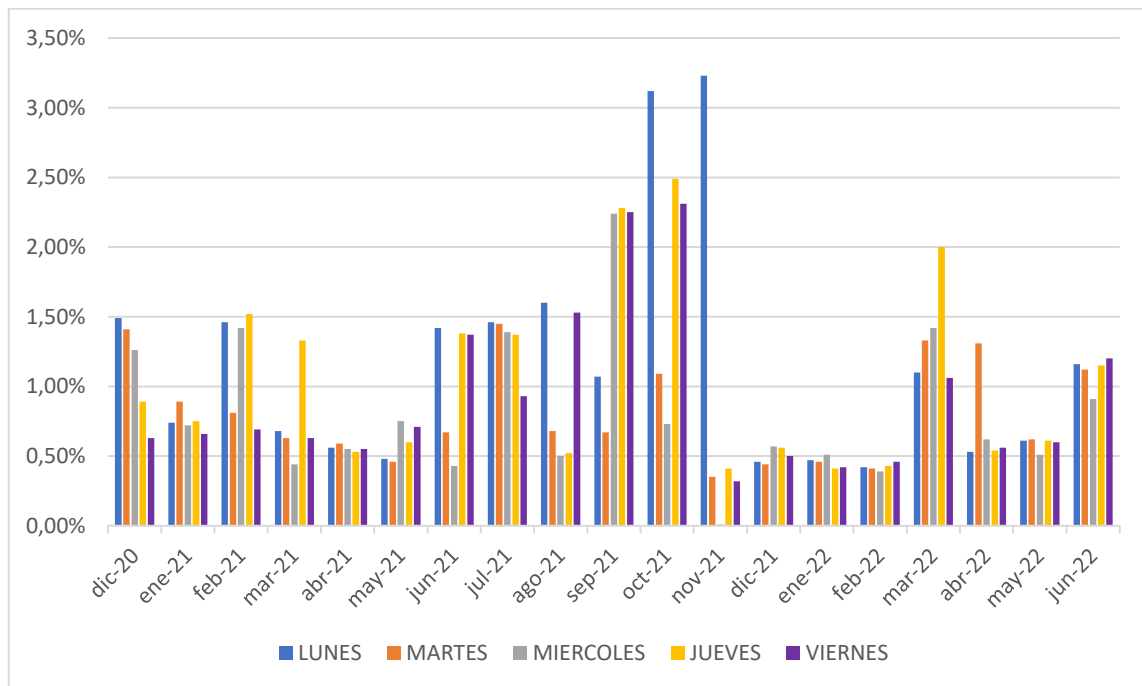
Fuente: Administradores del Consorcio Aero-Suspendido Aerovía

De acuerdo con la tabla 1, se determinó que el recorrido con más demanda es la ruta Guayaquil-Durán, mientras que, los meses con mayor demanda fueron: diciembre de 2020, enero y abril del 2021. Determinando que actualmente la demanda ha disminuido de manera prolongada, debido a que los usuarios se trasladan en otro medio de transporte.

Además, se visualizó que, en el recorrido de Durán a Guayaquil, la demanda es baja, se pudo establecer que los meses con mayor demanda en esta ruta son: enero, febrero, marzo del 2021. Esto debido a la existencia de otros medios de transporte que son más rápidos y viajan de manera directa a Guayaquil como los taxis rutas.

En la figura 2, se evidencia la demanda por un día laboral en una semana típica de Guayaquil-Durán y Durán-Guayaquil en base a los datos de diciembre 2020 hasta junio del 2022.

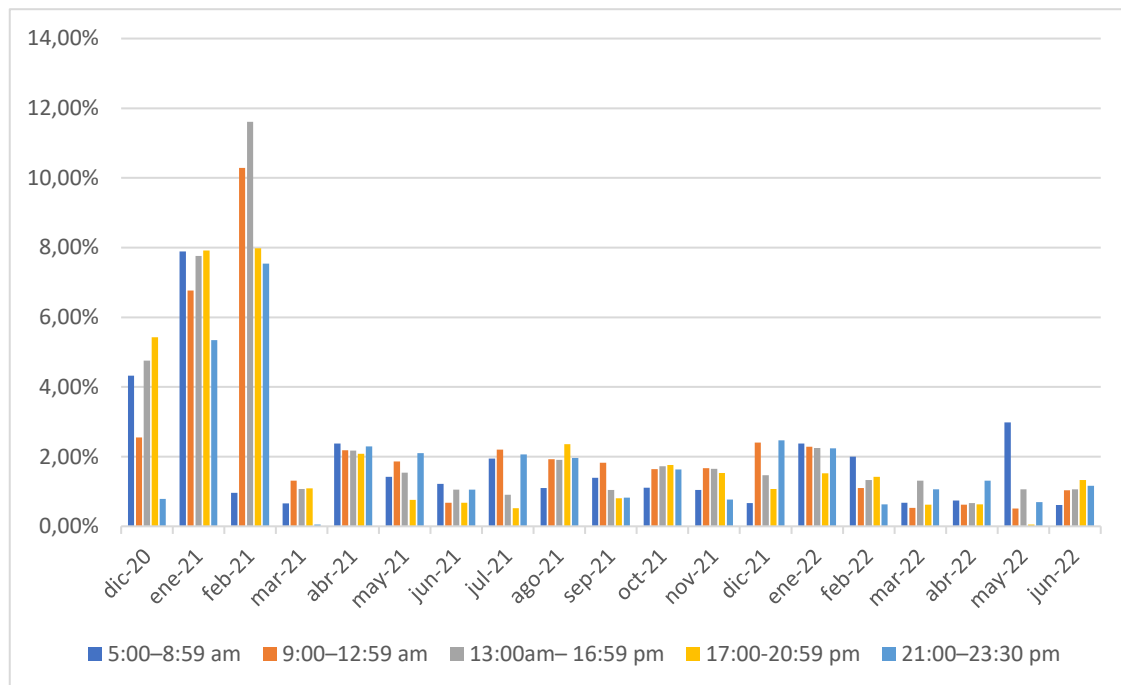
Figura 2 Demanda por un día laboral en una semana típica en base a los datos de diciembre 2020 hasta junio del 2022.



Fuente: Administradores del Consorcio Aero-Suspendido Aerovía

En la figura 2, se visualizó que, los días con mayor demanda en la semana típica de acuerdo con el análisis de diciembre 2020 hasta junio del 2022, son los lunes del mes de noviembre del 2021 con un valor de 3,23% y en promedio general un 1,2%. Esto se debe porque es un día en el cual los usuarios se reintegran a sus actividades laborales y estudiantiles, mientras que, para los jueves y viernes sus valores generales son 2,49% y 2,31% y en promedio 1,01% y 0,88% respectivamente. En contraste, los martes y miércoles son los menos utilizados con un valor general de 1,45% y 2,24% y un promedio de 0,8% y 0,77%.

Figura 3 Información de la base de datos del recorrido por periodos de 4 horas en alimentadores realizados entre diciembre 2020 hasta junio 2022.



Fuente: Administradores del Consorcio Aero-Suspendido Aerovía

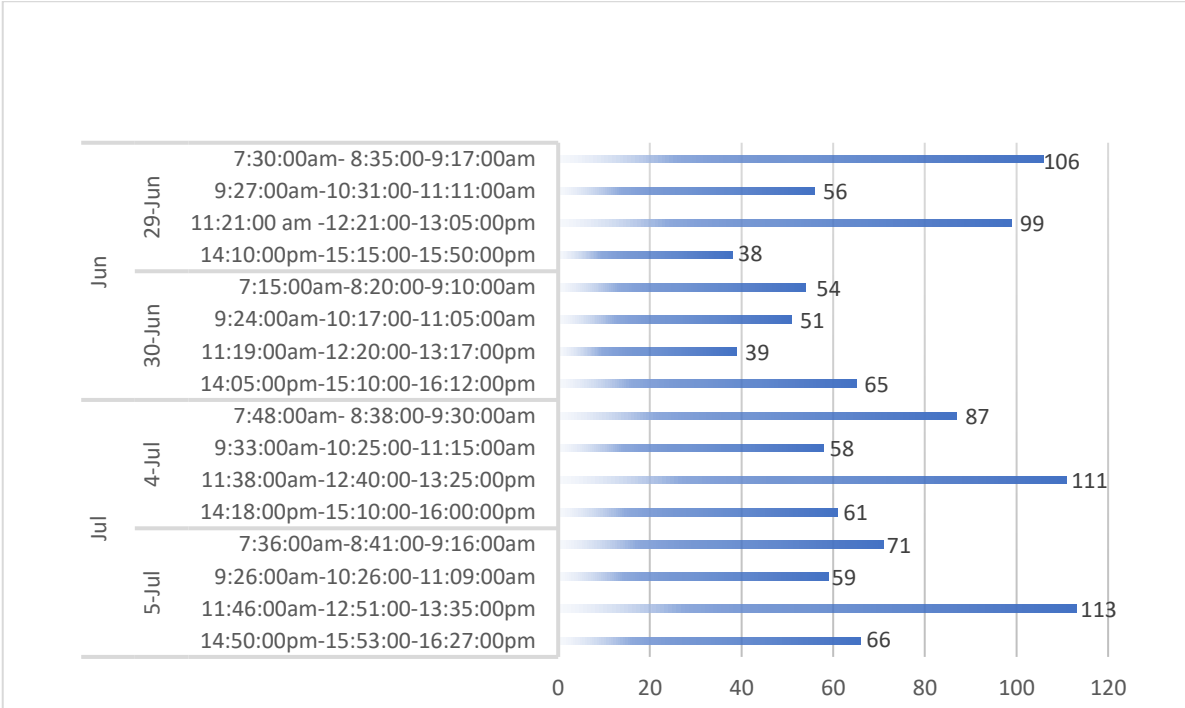
De acuerdo con la figura 3, se visualizó que el periodo con mayor demanda promedio fue en el horario de 13:00 a 16:59 pm con un 2,44% y el horario con menor demanda promedio es de 21:00 a 23:30 pm con un 1,89%, en comparación entre los meses de diciembre 2020 hasta junio de 2022. Esto se da, porque el horario de 13:00 a 16:59 es el horario de almuerzo y para algunos su hora de salida del trabajo. Además, en este horario, los estudiantes de la jornada matutina regresan a sus casas y los de la jornada vespertina ingresan a los centros educativos.

2.2. Análisis de la información levantada: Situación actual

En el análisis se realizó la elaboración de tablas sobre la demanda de del 29 y 30 de junio y del 4 al 5 de julio de 2022. Este análisis se basa de acuerdo con la cantidad de personas que utilizan el alimentador en todo el día, y de acuerdo con el periodo de tiempo.

A continuación, se presenta la figura 4 que detalla la situación actual de la cantidad de personas que utilizan el alimentador entre los días 29-30 de junio y del 4-5 de julio de 2022.

Figura 4 Situación actual de la cantidad de personas que utilizan el alimentador



Fuente: Ficha de observación elaborada por autores

En la figura 4, se evidenció que el día 5 de julio en el periodo de tiempo de 11:46 am hasta 13:35 pm entre salida y retorno a la estación, se obtuvo la mayor cantidad de pasajeros con 113 personas a diferencia de los demás periodos de tiempo y día. También se puede establecer que el mismo periodo de tiempo en los 4 días es el más demandado, esto se debe al ingreso y salida de estudiantes de sus respectivas jornadas. Así mismo, se tabuló y representó gráficamente las demás variables observadas en la ficha como son:

- Frecuencias del servicio
- Tiempo de viaje en las rutas
- Número de unidades disponibles
- Capacidad de las unidades
- Número de choferes disponibles

La ficha de observación permitió conocer el comportamiento actual de los usuarios en los recorridos, además, se la realizó en dos partes: la validación de rutas y la recolección de datos. Las fichas de observación fueron aplicadas los días: miércoles 29 de junio, jueves 30 de junio, lunes 4 de Julio, martes 5 de Julio, para lograr capturar la información antes mencionada.

2.3. Resultados obtenidos de la ficha de observación

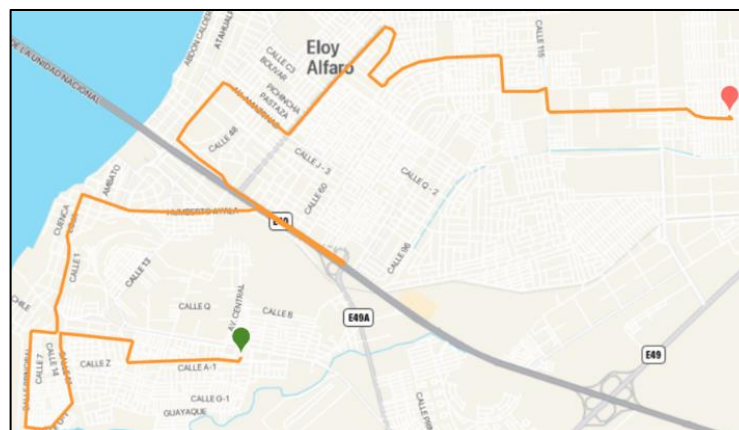
Para los resultados de la ficha de observación, se recurrió a la aplicación tecnológica Wikiloc, una aplicación móvil que permite realizar mediciones de tiempo a lo largo de un recorrido, la distancia total del recorrido y velocidad media.

2.3.1. Rutas establecidas

Se actuó en el rol del usuario del servicio de transporte en las dos rutas establecidas desde el inicio hasta el final del recorrido:

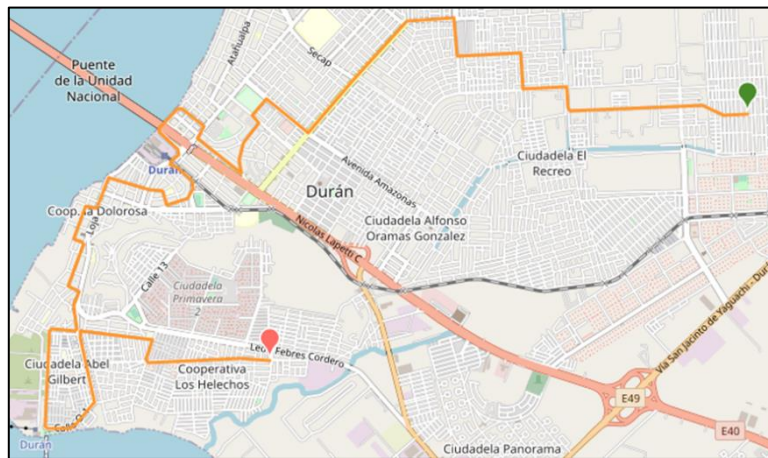
- La ruta 1A – Elsa, está conformada por: calle Z, calle 28, calle Manuel Díaz Granados, calle 17, calle O-1, Av. Principal, Av. Gonzalo Aparicio, calle Loja, calle Sibambe, Av. Humberto Ayala, Av. Nicolas Lapentti, calle Gral. Alfaro, Av. Samuel Cisneros, Av. Amazonas, Av. Jaime Nebot Velasco, calle Cordillera del Cóndor, calle Batallón Cayambe, Montecristi, Av. Juan León Mera, calle S/N, Av. Antonio Neumane, calle 115, calle W-1, como se observa en la figura 5 y su recorrido de retorno en la figura 6. El ciclo de esta ruta tiene una distancia total de 33.74 km.

Figura 5 Ruta Elsa-1A Salida desde estación



Fuente: Google Maps

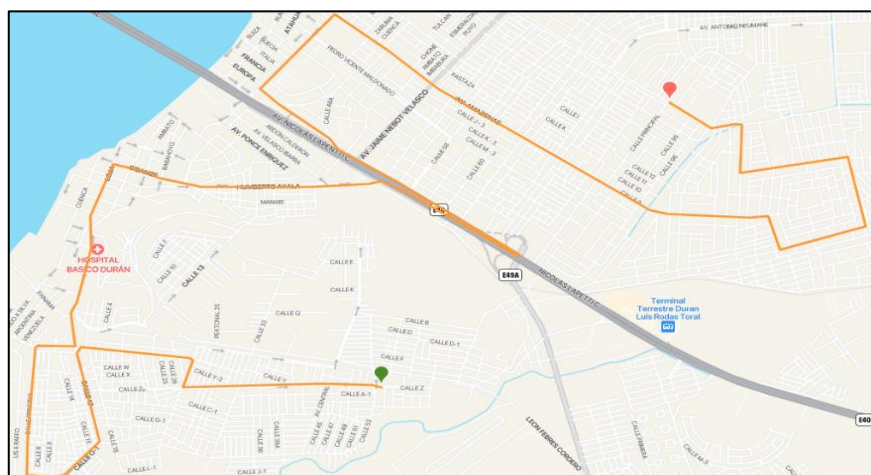
Figura 6 Ruta Elsa-1A Retorno a estación



Fuente: Google Maps

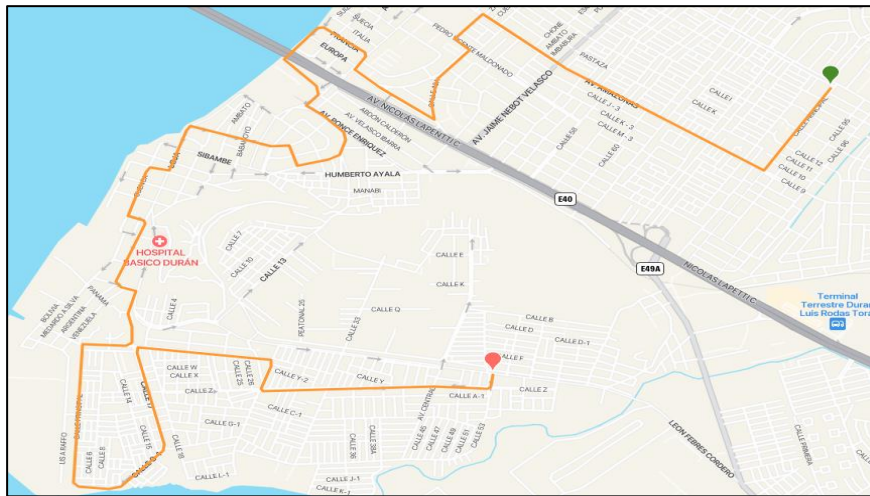
- La ruta 1B - Oramas conformada por: calle Z, calle 28, calle Manuel Díaz Granados, calle 17, calle O-1, Av. Principal, Av. Gonzalo Aparicio, calle Loja, calle Sibambe, Av. Humberto Ayala, Av. Nicolas Lapentti, calle General Alfaro, Av. Samuel Cisneros, Av. Amazonas, calle 9, calle 104, calle T-2, calle 115, calle L-2, calle 90, calle S/N, Av. Manuela Cañizares, calle Principal Oramas Gonzales, como se observa en la figura 7 y su recorrido de retorno en la figura 8. El ciclo de esta ruta tiene una distancia total de 27.38 km.

Figura 7 Ruta Oramas-1B Salida desde estación



Fuente: Google Maps

Figura 8 Ruta Oramas-1B Retorno a estación



Fuente: Google Maps

2.3.2. Frecuencias del servicio

Tabla 2 Frecuencias del servicio por día

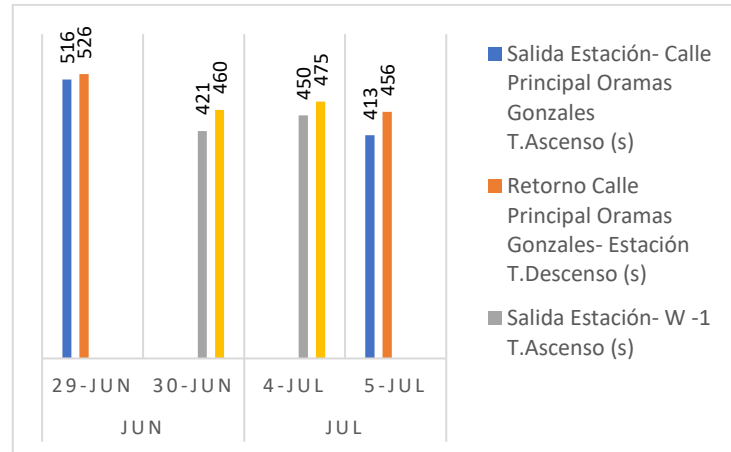
Recorridos	Frecuencia (min)	Número de buses
Estación-Calle Principal Oramas Gonzales (Ruta Oramas- 1B)		
29 de junio (Transdurban)	10	12
5 de julio (Transdurban)	12	13
Estación a W-1 (Ruta Elsa- 1A)		
30 de junio (Urbaduran)	11	11
4 de julio (Urbaduran)	10	11

Fuente: Ficha de observación elaborada por autores

Como se observa en la tabla 2, la frecuencia depende del número de buses que operen ese día. El 29 de junio se presentó la frecuencia de 10 minutos, operando 12 buses ese día. En comparación con el 30 de junio que se presentó una frecuencia de 11 minutos, con 11 unidades a disposición. La ruta Elsa 1A opera en intervalos de 10,5 minutos en promedio, es decir, su frecuencia es de 6 buses por hora aproximadamente. La ruta Oramas opera en intervalos de 11 minutos, lo que significa que su frecuencia también es de 6 buses por hora.

2.3.3. Tiempo de Ascenso y descenso

Figura 9 Tiempo de Ascenso y descenso

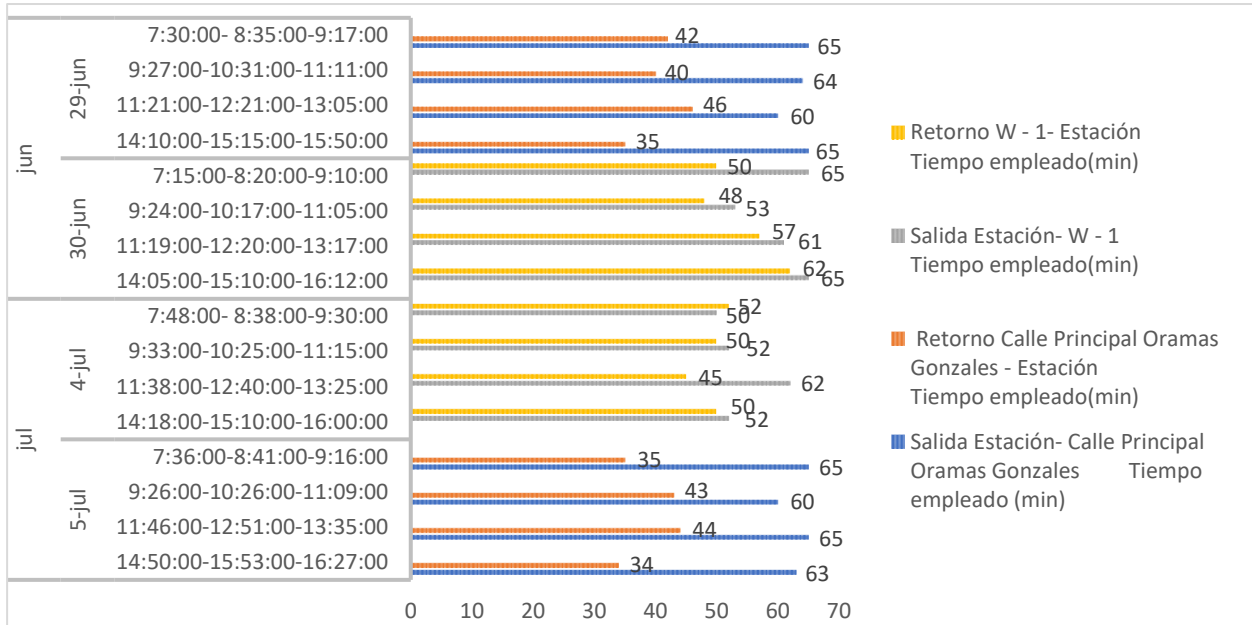


Fuente: Ficha de observación elaborada por autores

Como se observa en la figura 9, el cálculo de tiempo en ascenso y descenso se lo clasificó por los días 29-30 de junio y 4-5 de julio, por lo que, se estableció que el mayor tiempo de ascenso dado en segundos se dio el día 29 de junio desde la salida de la estación hasta la calle principal Oramas Gonzales con 516 segundos. En este mismo día se generó el mayor tiempo de descenso con 526 segundos, seguido por el 4 de julio en toda su jornada en tiempo de ascenso total de 450 segundos desde la estación hasta la calle W-1 y en su retorno con 475 segundos. La tardanza se debe al no tener paradas establecidas y a la espera de pasajeros.

2.3.4. Tiempo empleado en las rutas establecidas por día desde su salida hasta su retorno.

Figura 10 Tiempo empleado en las rutas Salida y Retorno



Fuente: Ficha de observación elaborada por autores

En la figura 10, se observa el tiempo empleado en minutos, tanto de la salida y retorno de las rutas establecidas por día. Lo cual permitió establecer que el día 5 de julio en el periodo de 7:36 am salida del alimentador de la estación hasta la calle principal Oramas Gonzales se tomó 65 min y de retorno a las 8:41 hasta 9:16 am se demoró 35 minutos, generando un gran tiempo de recorrido, esto ocurrió al ser hora pico y también por la entrada de estudiantes y trabajadores a sus actividades académicas y profesionales respectivamente. De la misma manera, en el recorrido de la ruta Elsa 1A desde la estación de buses hasta la calle W-1, el día 4 de julio en el periodo de 11:38 am se demoró 52 minutos. En el retorno a las 12:40 pm hasta la estación de buses se demoró 45 minutos, llegando a las 13:25 pm.

En promedio, el tiempo de ciclo para la ruta Elsa 1A fue de 1h 50 min y para la ruta Oramas 1B fue de 1h 45 min.

2.3.5. Número de unidades disponibles

Tabla 3 *Número de unidades disponibles por día*

Rutas	Número de buses
ORAMAS 1B	
Jueves 29 de junio	12
Martes 5 de julio	13
ELSA 1A	
Viernes 30 de junio	11
Lunes 4 de julio	11

Fuente: Ficha de observación elaborada por autores

La tabla 3, permitió establecer la cantidad de buses que se utiliza entre los días que se realizó la observación, de esto depende la frecuencia en la cual van a operar los buses alimentadores. Se observó la mayor cantidad de buses el día 5 de julio con un total de 13 unidades para cubrir las dos rutas. El menor número de unidades se presentó los días 30 de junio y 4 de julio, llegando a 11 buses operativos.

2.3.6. Capacidad de las unidades

Tabla 4 *Capacidad de las unidades de transporte*

	Capacidad sentados (promedio)	Capacidad de pie (promedio)	Capacidad total
Transdurban	44	46	90
Urbaduran	43	47	90

Fuente: Ficha de observación elaborada por autores

Cada unidad cuenta con una capacidad total de 90 personas de acuerdo con la tabla 4. Se pudo identificar que las unidades de la cooperativa Transdurban tienen en promedio 2,3% mayor capacidad para transportar usuarios sentados, otorgando un mejor nivel de servicio.

2.3.7. Número de choferes disponibles

Tabla 5 Número de choferes por día

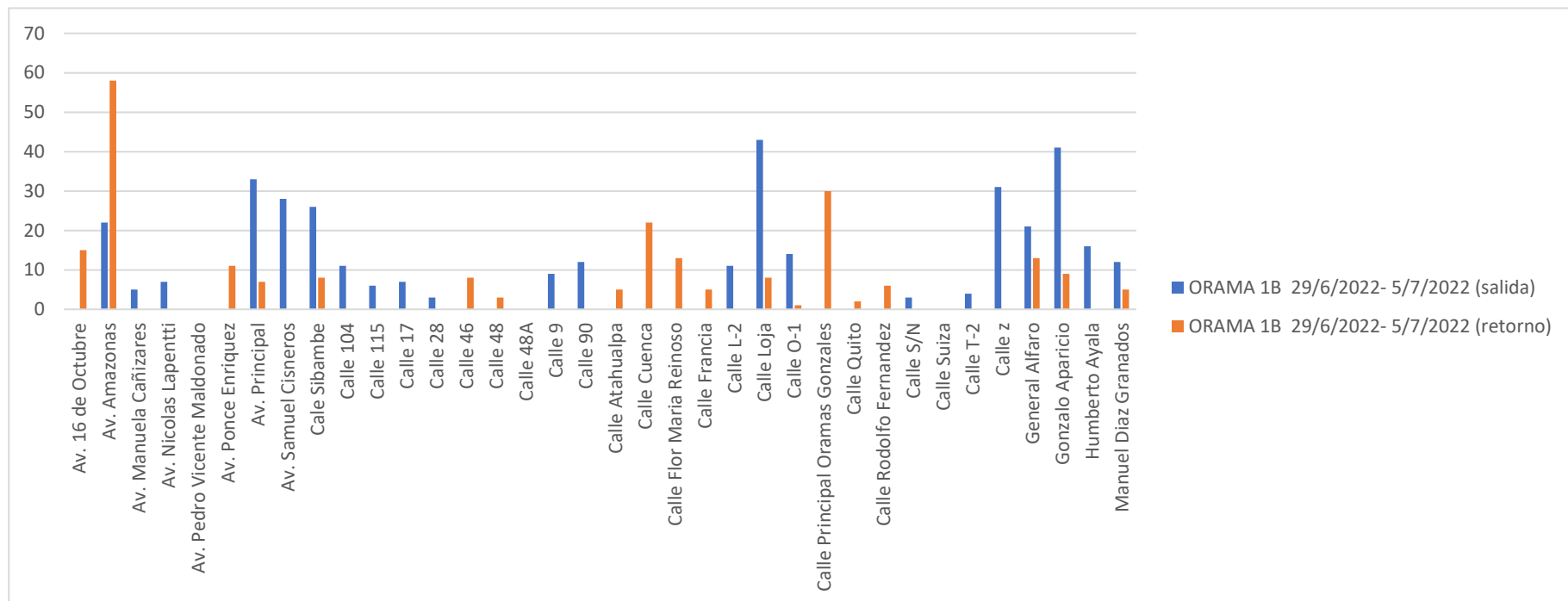
Rutas	Número de buses	Números de choferes
Estación- Calle Oramas Gonzales (salida y retorno)		
Jueves 29 de junio	12	12
Martes 5 de julio	13	13
Estación- W – 1 (salida y retorno)		
Viernes 30 de junio	11	11
Lunes 4 de julio	11	11

Fuente: Ficha de observación elaborada por autores

Como se muestra en la tabla 5, en los cuatros días que se realizó la observación, se estableció que por la cantidad de bus hay la cantidad de choferes trabajando en el día. Siendo el martes 5 de Julio el que tiene mayor número de choferes con 13.

2.3.8. Calles con mayor cantidad de pasajero de acuerdo con cada ruta

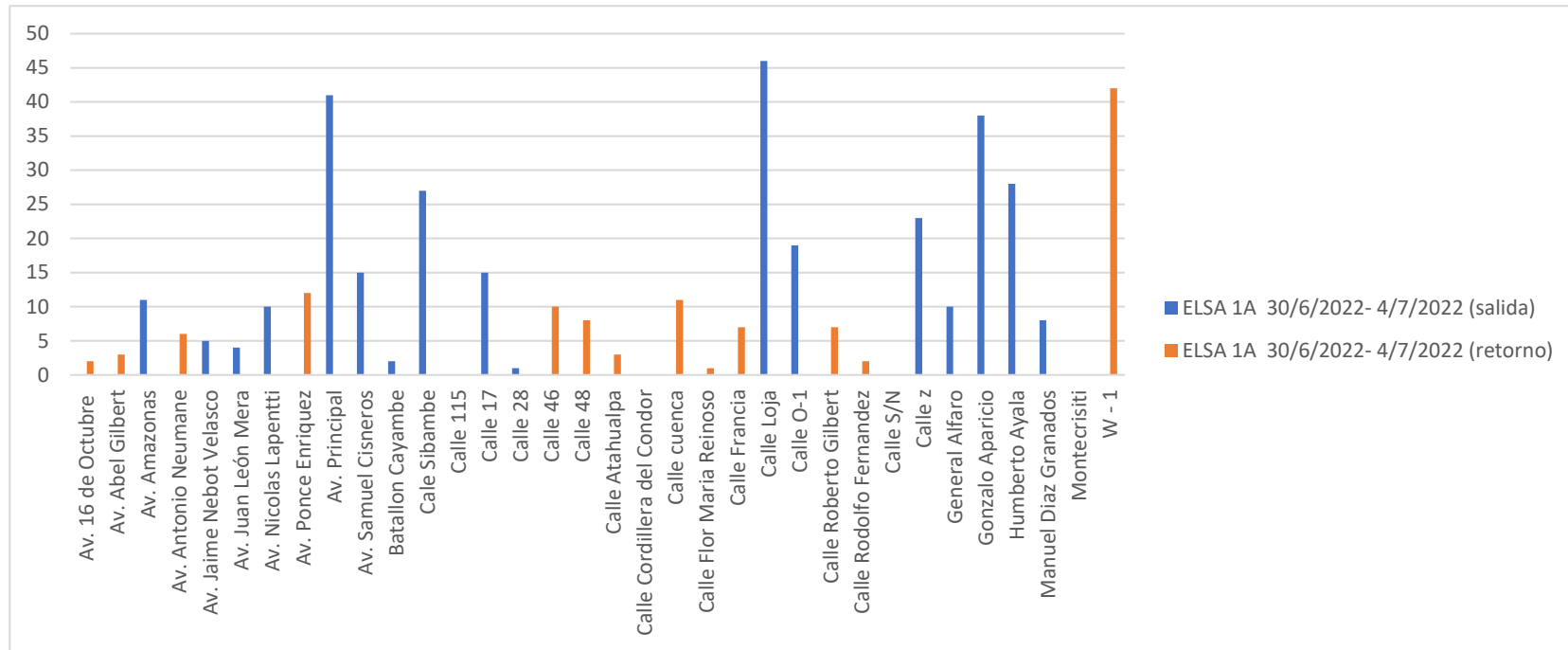
Figura 11 Calles con mayor cantidad de pasajeros ruta Oramas 1B



Fuente: Ficha de observación elaborada por autores

En la figura 11 de la ruta Oramas 1B, se determinó que calle recoge mayores pasajeros tanto de salida como de retorno, por ende, se observa que la Av. Amazonas recoge mayor cantidad de pasajeros en el retorno con 58 los dos días que se realizó la observación, mientras que, la calle Loja es la que mayor cantidad de pasajeros recoge en la salida con 43. Además, se pudo concretar que hubo calles que no se recogía ningún pasajero en el retorno estas son: Av. Pedro Vicente Maldonado y calle Suiza, esto se puede dar por la poca concentración de usuarios en estas calles no comerciales.

Figura 12 Calles con mayor cantidad de pasajeros ruta Elsa 1A



Fuente: Ficha de observación elaborada por autores

La figura 12 de la ruta Elsa 1A, se determinó que la calle que recoge más pasajeros en la salida es la calle Loja con 46 pasajeros en total, mientras que, en el retorno es la calle W1 que es punto de llegada desde la salida de la estación con 42 pasajeros, además se observa que hay calles que no recogen ningún pasajero tanto en la salida como retorno estas son: calle 115, calle S/N y Montecristi. Este caso se puede dar por la mal infraestructura de la calle.

2.4. Recopilación de los datos

En este apartado se explica cómo se determinó una muestra representativa para la toma de información mediante la ficha de observación realizada en el presente trabajo.

Según Fernandez y Rozas (2010) la ficha de observación consiste en la toma de datos por escrito con lo que suceda en el campo, describiendo de manera específica las variables que se desean establecer. En otras palabras, sirve para medir, analizar, o evaluar los objetivos que se han establecido en la tesis, por lo tanto, el desafío es Identificar los principales indicadores de servicio operacional, para conocer por que la población del cantón Durán, no utiliza de manera frecuente los buses alimentadores.

2.4.1. Población y muestra

La población objeto de estudio fue la ciudadanía de los cantones Durán y Guayaquil, específicamente los usuarios de las líneas de buses alimentadores Oramas 1B y Elsa 1A que cubren la zona sur de la ciudad.

2.4.2. Métodos de recolección de datos

Para la recolección de datos se aplicó el método indirecto con la información suministrada por las entidades de transporte, tanto Aerovía como Transdurban y Urbaduran. Así mismo, se aplicará el método directo para poder medir la percepción que los usuarios tienen del servicio, las fortalezas, debilidades y expectativas de este.

A continuación, se discute brevemente algunas características para la aplicación de la ficha de observación. Primero se realizó la observación y anotación de las fuentes de información primarias, mediante un reconocimiento del funcionamiento de las diferentes rutas, horarios del servicio, frecuencias del servicio, tiempo empleado en las rutas, número de unidades disponibles, capacidad de las unidades, número de choferes disponibles.

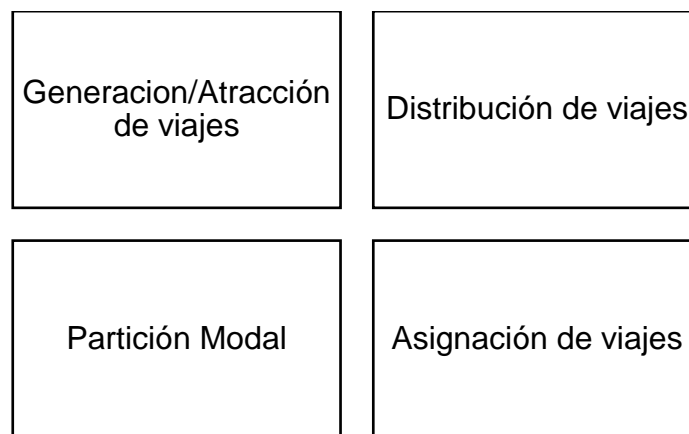
El proceso de observación se llevó a cabo los días: miércoles 29 de junio, jueves 30 de junio, lunes 4 de Julio, martes 5 de Julio. Como recurso para estas mediciones se usaron los formatos de la ficha de observación que se adjunta en la sección anexo A. Un integrante se colocó cerca de la puerta de subida de pasajeros y el segundo investigador se colocó cerca a la puerta de bajada, así se pudo contabilizar el número

de pasajeros que subían y bajaban de la unidad de transporte, además de anotar las calles en las que ocurren los ascensos y descensos de pasajeros. Esto permitió identificar las calles de mayor demanda.

2.5. Descripción de los modelos

El programa de análisis y planificación de sistemas de transporte PTV Visum, se basa en el modelo típico de transporte, el modelo de 4 etapas. Las etapas de este modelo se detallan en la figura 13 y se describen su aplicación en el presente trabajo:

Figura 13 Modelo 4 etapas



Fuente: Elaboración propia

2.5.1. Aplicación del modelo de 4 etapas al caso de estudio

El modelo de transporte de las 4 etapas se reestructuró en función de la información levantada previamente, tales como: datos de la demanda de transporte y tiempos de operación durante el recorrido para las rutas Elsa 1A y Oramas 1B. A continuación, se describe cada una de las etapas en función al presente trabajo:

2.5.1.1. Generación de viajes

Se delimitó el área de estudio que comprende el sector sur del cantón Durán. La información de la situación actual, los viajes que generaron, es decir, las rutas Elsa 1A y Oramas 1B que cubren la demanda del sector sur. De la misma manera la distribución de los viajes para las dos rutas mencionadas y establecidas previamente.

2.5.1.2. Distribución de viajes

- La ruta Elsa en su recorrido de salida visita 23 calles, mientras que para el recorrido de retorno pasa por 33 calles.
- La ruta Orama en su recorrido de salida visita 23 calles, mientras que para el recorrido de retorno pasa por 26 calles.

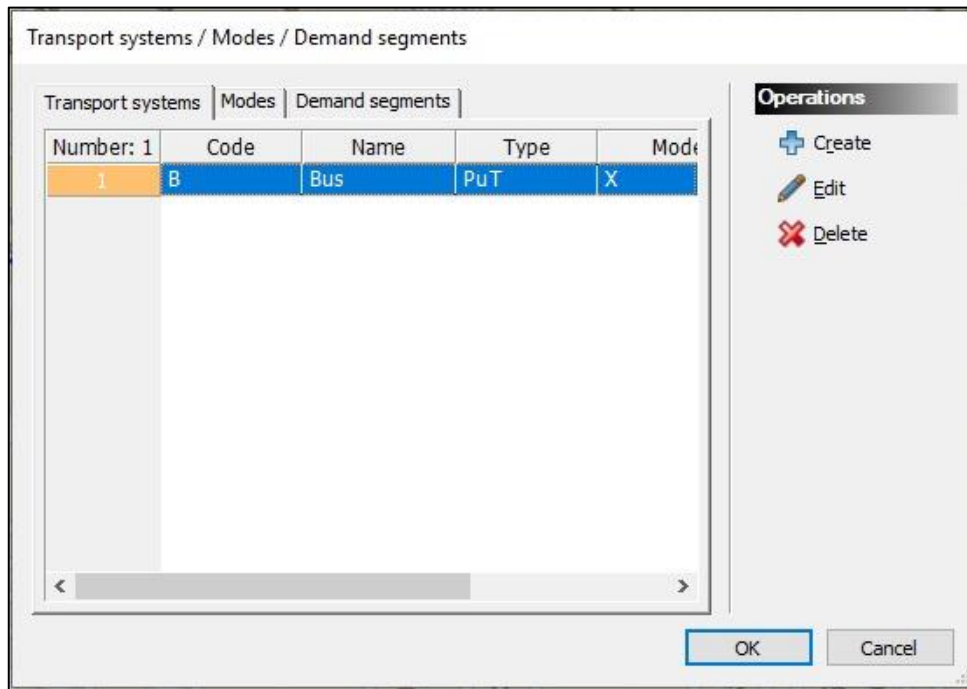
La matriz de viajes de origen-destino se creó siguiendo el método iterativo Furness doblemente restringido, es decir, efectuando correcciones tanto por filas en base a los orígenes como por columnas en base a los destinos de la red de transporte. Esta red se construyó considerando 54 paradas empleadas para la creación de las líneas, por lo que las dimensiones de la matriz de viajes a la cual se hace referencia es 54 x 54, matriz que se encuentra en anexo B. A continuación, se explica cómo funciona el método:

1. Se asigna $b_j = 1$ para todo destino j .
2. Hacer la corrección por filas (orígenes i) multiplicando los valores b_j por el factor de corrección de demanda obteniendo nuevos valores a_i en la matriz.
3. Hacer la corrección por columnas (destinos j) multiplicando los valores a_i obtenidos previamente por el factor de corrección obteniendo nuevos valores b_j en la matriz.
4. Con los b_j obtenidos, se repite el proceso para encontrar nuevos valores a_i hasta que los cambios sean mínimos. En otras palabras, hasta llegar a la convergencia.

2.5.1.3. Partición modal

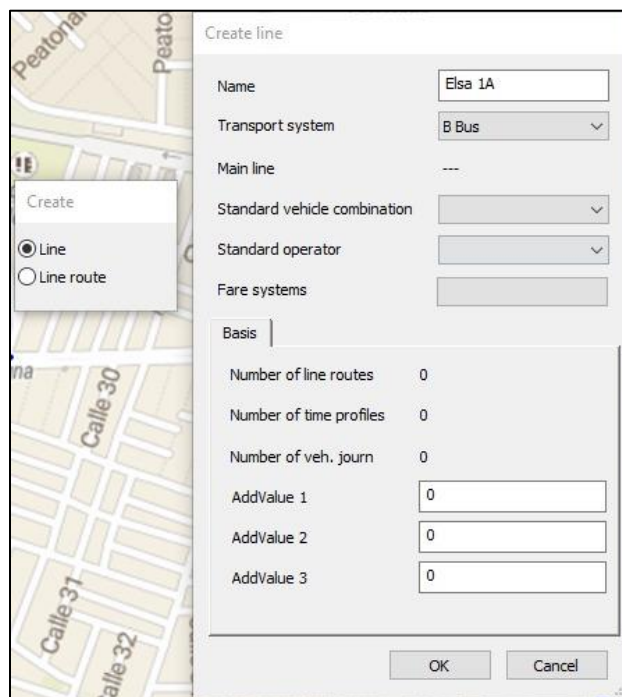
En esta investigación, se está considerando un solo modo de transporte, el cual es transporte público (PuT), como se observa en la figura 14. Dentro de este modo de transporte se creó rutas para líneas de buses alimentadores: Elsa 1A y Orama 1B, como se observa en las figuras 15 y 16. La creación se realizó desde la pestaña *Network*, con la opción *Lines* y seleccionando *Line*.

Figura 14 Selección modo de transporte público



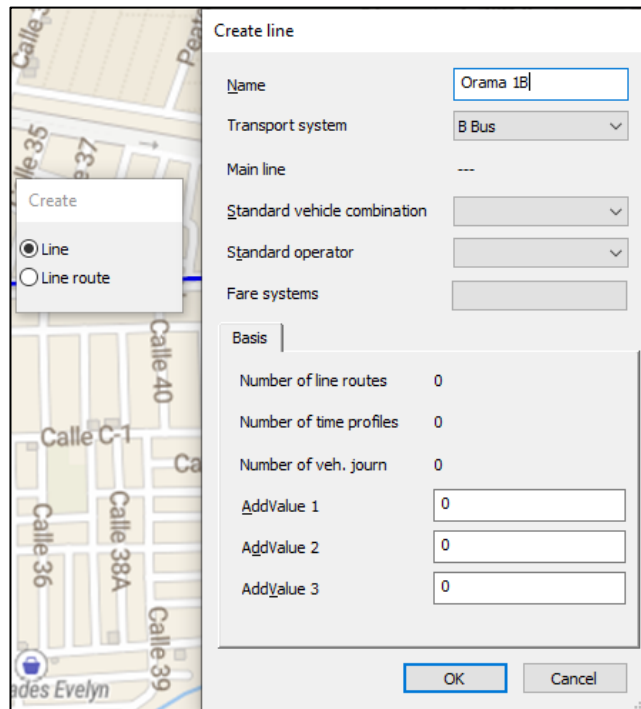
Fuente: Elaboración propia en PVT Visum

Figura 15 Creación de línea Elsa 1A



Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

Figura 16 Creación de línea Oramas 1B



Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

2.5.1.4. Asignación de viajes

El proyecto se enfocó en esta etapa, el software PVT Visum utilizó el modelo Logit Multinomial (MNL), para la asignación de viajes de transporte público con base a la información levantada con anterioridad. Dado que en este modelo la probabilidad de seleccionar un modo de transporte es independiente a la probabilidad de cualquier otra alternativa, lo vuelve ideal para esta investigación. La asignación se desarrolló en base a los horarios y frecuencia, como se observa en la figura 17.

Figura 17 Asignación de demanda de transporte público por el método basado en horarios

Number: 1	Execution	Active	Procedure	Reference	Variant/file
1	▶	<input checked="" type="checkbox"/>	PuT assignment ...	X PuT	... Timetable-based

Fuente: Elaboración propia En PTV Visum

2.6. Uso de software

- Microsoft Excel: Es un software desarrollado por Microsoft el cual utiliza hojas de cálculo para poder mantener organizada la información, la cual nos permitió analizar los datos, ordenarlos, filtrarlos, generar reportes y tablas dinámicas.

En esta investigación, este software se utilizó para el análisis de la base de datos de la demanda, facilitado por administradores de Aerovía y la tabulación de los datos recogidos en campo. Así mismo, permitió la construcción de tablas dinámicas y gráficos de barras para su posterior análisis.

- Wikiloc: Es una aplicación móvil para diferentes plataformas, seleccionando el tipo de desplazamiento como: bus, carro, senderismo, autocaravana, running, ciclismo, etc.

Esta aplicación permitió dar reconocimiento a las calles que comprenden las rutas de los alimentadores, grabar las rutas seguidas, almacenar información relevante de los viajes tanto de salida como retorno. Dentro de los datos almacenados se puede mencionar los siguientes: tiempo total de viaje, distancia total de viaje y velocidad media.

- PTV Visum: Es un software orientado a la planificación de transporte que facilita el proceso de toma de decisiones operativas y estratégicas. Así como crear modelos que incluye todos los modos de transporte y probar escenarios futuros los cuales también son posibles visualizarlos.

El software, es una herramienta principal para el desarrollo de esta investigación. Mediante el cual se simuló el análisis de la situación actual del caso de estudio y las características asociadas al mismo. Además, por medio de los escenarios nos permite estimar los impactos en el sistema de transporte, causado por modificaciones propuestas.

2.7. Consideraciones Legales y Éticas

El presente trabajo de investigación establece el compromiso de compartir con la parte administrativa del medio de transporte con el que se ejecutó el trabajo, además que esto permitió conseguir la información para ejecutar el instrumento de recolección de datos desde la respectiva aprobación de las partes involucradas en el estudio:

1. Consentimiento voluntario: consentimiento para participar en la ficha de observación, que es válido al ser de manera voluntaria, sin coerción e influencia.
2. Inclusión social: libre participación de la ciudadanía sin exclusión de género, creencia, entre otras.
3. Privacidad y datos confidenciales: los datos son reservados.
4. Confidencialidad: limitación que tiene el investigador al acceso de la información, que será revelada únicamente a la parte administrativa del medio de transporte con el que se trabajó.

Como sustento legal, se norma con el Reglamento a Ley de Transporte Terrestre Transito y Seguridad Vial con los siguientes artículos:

Art. 61.- El servicio de transporte terrestre público de pasajeros, puede ser de los siguientes tipos: Transporte colectivo. - destinado al traslado colectivo de personas, que pueden tener estructura exclusiva o no y puedan operar sujetos a itinerario, horario, niveles de servicio y política tarifaria; Transporte masivo. - destinado al traslado masivo de personas sobre infraestructuras exclusivas a nivel, elevada o subterránea, creada específica y únicamente para el servicio, además el transporte público de pasajeros, en todos sus ámbitos, se hará en rutas definidas por un origen, un destino y puntos intermedios (Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, 2012).

2.8. Fases del proyecto

En esta sección, se establecen las actividades que se llevaron a cabo dentro del proyecto integrador que permitió alcanzar los objetivos propuestos anteriormente.

- **Reunión con administradores de Aerovía:** Esta actividad permitió conocer la zona de estudio la cual es de interés para el cliente, de esta manera poder saber la problemática un poco más a fondo.
- **Recolección de datos:** Se realizó la observación y anotación de los datos en diferentes rutas del sector sur de Durán como lo son: Ruta Elsa-1A, Ruta Oramas-1B. En cada ruta se tomó registro del número de personas que suben y bajan, tiempo de ascenso y descenso, tiempo total de recorrido, frecuencia, placas, hora de salida, hora de llegada, etc.
- **Procesamiento y organización de datos:** Luego del levantamiento de la información, se procedió a ordenarlas en distintas tablas para que de esta forma sea sencilla su comprensión y visualización. Además, ayudó en la incorporación de los datos al software de simulación.
- **Desarrollo de simulación con la situación actual:** En esta actividad se evaluó la zona de estudio con las características determinadas en la investigación como son: las calles, línea de rutas, entre otras. De igual manera, se ingresó los datos obtenidos en la ficha de observación para su posterior análisis.
- **Desarrollo de simulación con la situación propuesta:** En esta actividad se realizó el análisis de las paradas con mayor demanda como posibles puntos de parada para su posterior implementación en el software PTV Visum, obtención de resultados y comparación con la situación actual.

2.9. Cronograma de trabajo

Tabla 6 Cronograma de actividades

Actividades	Fecha		Duración(días)	Meses/Semanas															
	Inicio	Fin		Junio				Julio				Agosto				Septiembre			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Entrevista con administrador de Aerovía	6/3/2022	6/4/2022	1	■															
Identificación de la problemática	6/9/2022	6/11/2022	2		■														
Recepción de datos de administradores de Aerovía diciembre 2020 - noviembre 2021	13/6/2022	14/6/2022	1			■													
Análisis de datos situación actual	15/6/2022	23/06/2022	8				■												
Diseño de formato de ascenso y descenso	25/6/2022	27/6/2022	2				■												
Prueba piloto recorrido	28/6/2022	28/6/2022	1				■												
Aplicación de formato de observación de ascenso y descenso	29/6/2022	7/5/2022	6					■											
Tabulación de datos recolectados	7/10/2022	13/7/2022	3						■										
Aplicación de método Furness para la demanda de la situación actual y propuesto	18/7/2022	22/7/2022	4						■										
Elaboración de red en PTV Visum situación actual con sus parámetros	28/7/2022	8/9/2022	12							■									
Ingreso de la demanda para la simulación en PTV Visum	8/11/2022	8/12/2022	1											■					
Elaboración de red en PTV Visum situación propuesta con sus parámetros	15/8/2022	24/8/2022	9												■				
Análisis de resultados obtenidos	27/8/2022	30/8/2022	3														■		
Conclusiones del análisis	31/8/2022	2/9/2022	2															■	

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En esta sección se describen de forma exhaustiva los resultados obtenidos una vez aplicada la metodología propuesta en el capítulo 2. Adicionalmente, se realizó un análisis que expone los resultados de evaluar la situación actual y los resultados comparativos con los escenarios propuestos. Donde se refleja el impacto que tienen los escenarios a los que se hace referencia en el servicio de transporte que se ofrece al sector sur de la ciudad de Durán.

3.1. Datos resultantes de aplicar el método Furness

El método se llevó a cabo en un libro de Excel, llevando a cabo cada iteración en una hoja de cálculo diferente. Para este proceso se tomó como impedancia los promedios de los tiempos de ascenso y descenso tanto para las filas como para las columnas. La matriz resultante del método es una matriz de dimensiones 54 x 54, la cual fue equilibrada hasta que las variaciones de los elementos de la matriz sean mínimas. La matriz resultante se encuentra en el anexo B al final de este documento. El equilibrio se consiguió después de realizar 8 iteraciones y representa el crecimiento de demanda para cada par origen – destino que conforma la red de transporte. Posteriormente se importó la matriz de viajes resultante al programa PTV Visum como se observa en la figura 18 para incorporarla a la simulación.

Figura 18 Matriz de viajes en software PTV Visum

Matrix editor (Matrix: '2 New matrix')		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
56 x 56	Name																				
	Sum	117.00	117.00	135.00	117.00	124.00	159.00	135.00	135.00	131.00	131.00	117.00	117.00	292.00	117.00	677.00	117.00	117.00	117.00	117.00	
1	617.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	18.00	11.00	11.00	11.00	11.00	
2	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	
3	261.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	7.00	4.00	14.00	4.00	4.00	4.00	
4	264.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	7.00	4.00	14.00	4.00	4.00	4.00	
5	404.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	14.00	7.00	7.00	7.00	
6	782.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	
7	131.00	0.00	0.00	4.00	0.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	4.00	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
8	794.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	25.00	14.00	14.00	14.00	14.00	
9	450.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	11.00	7.00	18.00	7.00	7.00	7.00	
10	320.00	4.00	4.00	7.00	4.00	4.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	4.00	7.00	4.00	14.00	4.00	4.00	
11	438.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	11.00	7.00	18.00	7.00	7.00	7.00	
12	248.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	14.00	4.00	4.00	4.00	
13	323.00	4.00	4.00	7.00	4.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	14.00	4.00	4.00	4.00	
14	435.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	11.00	7.00	18.00	7.00	7.00	7.00	
15	404.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	14.00	7.00	7.00	7.00	7.00	
16	84.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	
17	57.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	
18	60.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	
19	57.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	
20	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	
21	57.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	
22	57.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	
23	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	
24	96.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	
25	57.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	
26	72.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	
27	57.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	
28	57.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	
29	57.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	
30	57.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	11.00	0.00	0.00	0.00	

Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

3.2. Evaluación de la situación actual

Para la evaluación de la situación actual, se presenta en primer lugar la construcción de la zona de estudio, así como el recorrido de las líneas Elsa y Orama en el software de simulación PTV Visum. En la figura 19 se observa que la red está conformada por 54 nodos en su totalidad.

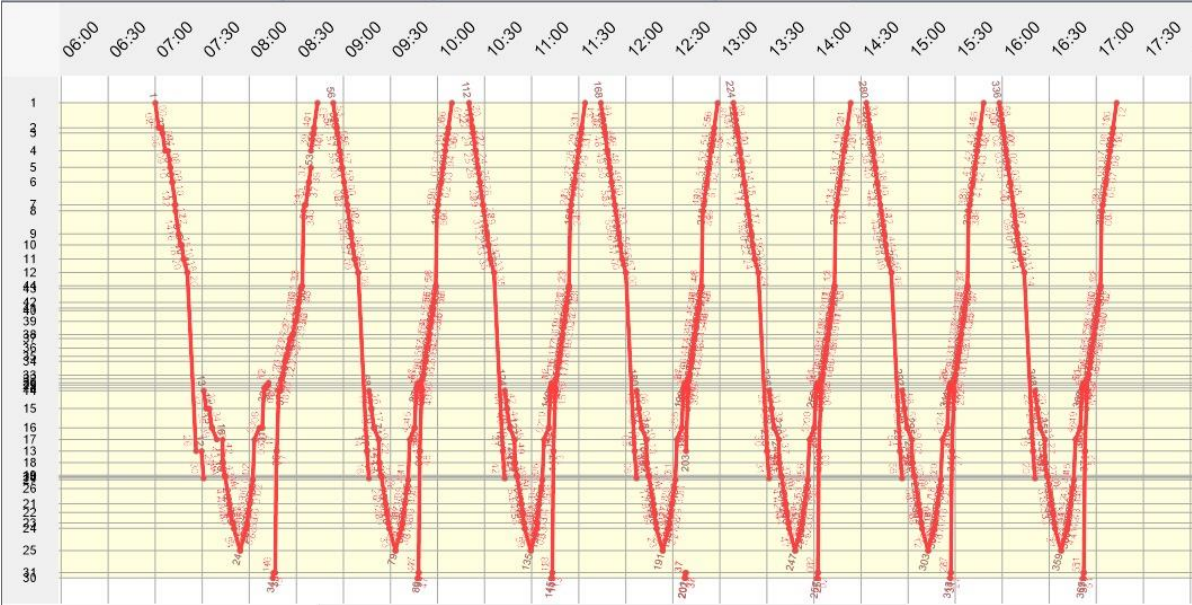
Figura 19 Creación de la red y zonas de estudio



Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

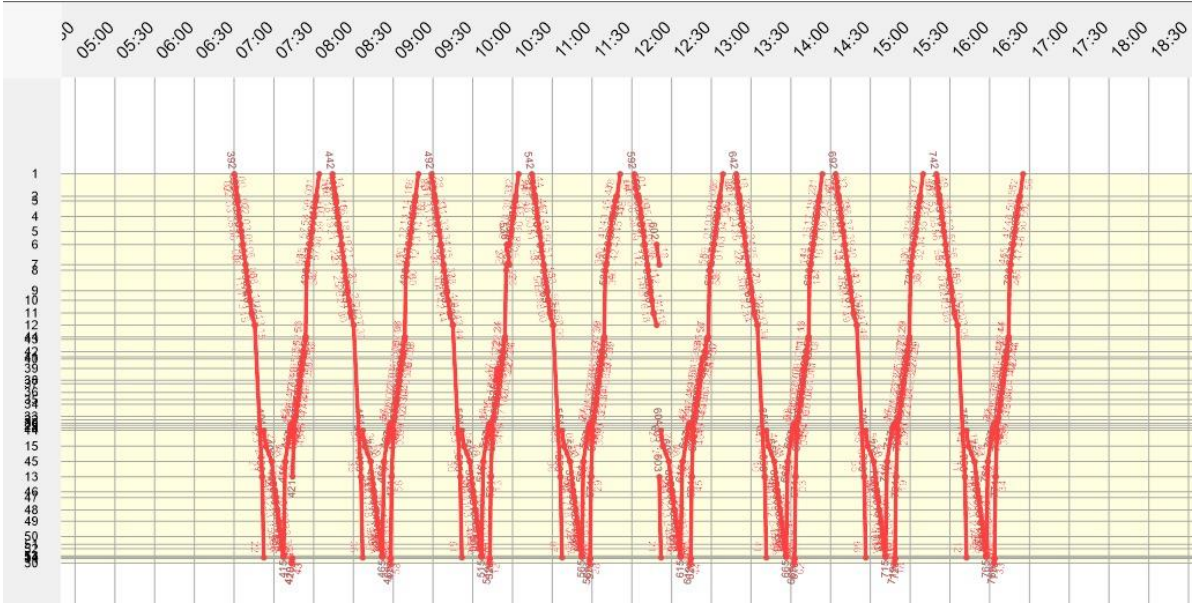
Las rutas Elsa y Oramas comparten un tramo de recorrido en común, ambas recorren las mismas calles. Se hace referencia al primer tramo de color rojo desde la zona Los Helechos hasta la zona Primavera 1. Desde este punto, el segundo tramo de color rojo corresponde a la ruta Elsa, mientras que, el tramo de color azul corresponde a la ruta Oramas.

Figura 20 Representación del Time Table de la ruta Elsa-1A



Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

Figura 21 Representación del Time Table de la ruta Oramas-1B



Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

En las figuras 20 y 21, se aprecia una representación gráfica de los tiempos que toma a las unidades de transporte recorrer cada una de las calles que integran las líneas Elsa y Oramas respectivamente. Resultados obtenidos luego de ser incluidas al programa de simulación PTV Visum.

Para la evaluación del escenario actual se consideró resultados cuantitativos enfocados en variables como tiempo de viaje, tiempo de recorrido, tiempo de caminata, tiempo en el vehículo, distancia de ciclo, distancia de caminata. Además, resultados cualitativos de accesibilidad con apoyo de un mapa de isócronas.

3.2.1. Análisis de tramos de rutas

El trazado de tramos en PTV Visum retorna como información resultante características de las calles como son la dirección, el número de paradas que se atiende, la longitud, número de viajes y los kilómetros recorridos de los viajes generados.

Figura 22 Información de ruta de línea alimentadora Elsa 1A

Number	TSysCode	LineName	Name	StopsServed	Length	LinkRunTime	NumServiceTripsUncoupled(AP)	ServiceKn(AP)	PassKn Trav(AP)	PTripsUnlinked(AP)
1	B	Linea 1A-Elsa	Av. Amazonas	>	2.0709km	1mn 41s	7	4.933km	102.914km	146
2	B	Linea 1A-Elsa	Av. Antonio Neumann	>	2.0383km	55s	7	2.678km	191.791km	501
3	B	Linea 1A-Elsa	Av. Jaime Nebot Velasco	>	2.1276km	3mn 3s	7	8.931km	1654.544km	1297
4	B	Linea 1A-Elsa	Av. Juan Leon Mera	>	2.1102km	2mn 38s	7	7.717km	57.449km	52
5	B	Linea 1A-Elsa	Av. Nicolas Lapertti	>	2.2313km	5mn 33s	7	16.188km	4639.678km	2006
6	B	Linea 1A-Elsa	Av. Principal	>	2.0831km	1mn 59s	7	5.915km	100.652km	121
7	B	Linea 1A-Elsa	Av. Samuel Cisneros	>	2.0549km	1mn 34s	7	4.593km	139.444km	213
8	B	Linea 1A-Elsa	Batallon Cayambe	>	2.0462km	1mn 5s	7	3.224km	75.414km	163
9	B	Linea 1A-Elsa	Calle 115	>	2.0199km	28s	7	1.396km	21.149km	106
10	B	Linea 1A-Elsa	Calle 17	>	2.0611km	1mn 27s	7	4.275km	123.441km	202
11	B	Linea 1A-Elsa	Calle 28	>	2.0188km	27s	7	1.317km	1.444km	8
12	B	Linea 1A-Elsa	Calle Cordillera del Condor	>	2.0095km	13s	7	0.666km	3.219km	34
13	B	Linea 1A-Elsa	Calle Loja	>	2.0397km	57s	7	2.783km	8.549km	22
14	B	Linea 1A-Elsa	Calle O1	>	2.0533km	1mn 16s	7	3.723km	26.057km	49
15	B	Linea 1A-Elsa	Calle S/N	>	2.0321km	46s	7	2.248km	6.147km	19
16	B	Linea 1A-Elsa	Calle Sibambe	>	2.0520km	1mn 14s	7	3.640km	8.321km	16
17	B	Linea 1A-Elsa	Calle W1	>	2.1617km	3mn 52s	7	11.318km	87.987km	54
18	B	Linea 1A-Elsa	Calle Z	>	2.0918km	2mn 12s	7	6.429km	60.493km	66
19	B	Linea 1A-Elsa	General Alfaro	>	2.0515km	1mn 14s	7	3.605km	394.420km	766
20	B	Linea 1A-Elsa	Gonzalo Aparicio	>	2.0199km	2mn 33s	7	7.503km	1290.142km	1260
21	B	Linea 1A-Elsa	Humberto Ayala	>	2.0983km	2mn 21s	7	6.878km	203.481km	207
22	B	Linea 1A-Elsa	Manuel Diaz Granados	>	2.0650km	1mn 33s	7	4.551km	83.167km	128
23	B	Linea 1A-Elsa	Montecristi	>	2.0163km	23s	7	1.140km	0.000km	0

Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

Figura 23 Información de ruta de línea alimentadora Elsa 1A Retorno

Number	TSysCode	LineName	Name	StopsServed	Length	LinkRunTime	NumServiceTripsUncoupled(AP)	ServiceKn(AP)	PassKn Trav(AP)	PTripsUnlinked(AP)
1	B	Linea 1A-Elsa	Av. 16 de Octubre-R	<	2.0487km	1mn 10s	7	3.468km	169.749km	349
2	B	Linea 1A-Elsa	Av. Abel Gilbert-R	<	2.0184km	25s	7	1.269km	15.633km	85
3	B	Linea 1A-Elsa	Av. Amazonas-R	<	2.0459km	1mn 6s	7	3.219km	40.808km	89
4	B	Linea 1A-Elsa	Av. Antonio Neumann-R	<	2.0383km	55s	7	2.678km	2.269km	6
5	B	Linea 1A-Elsa	Av. Jaime Nebot Velasco-R	<	2.1715km	4mn 5s	7	12.003km	963.911km	613
6	B	Linea 1A-Elsa	Av. Juan Leon Mera-R	<	2.0559km	1mn 20s	7	3.910km	1.737km	3
7	B	Linea 1A-Elsa	Av. Ponce Enriquez-R	<	2.0309km	43s	7	2.132km	9.979km	33
8	B	Linea 1A-Elsa	Av. Principal-R	<	2.0831km	1mn 59s	7	5.915km	124.008km	149
9	B	Linea 1A-Elsa	Av. Samuel Cisneros-R	<	2.0109km	15s	7	0.762km	3.433km	32
10	B	Linea 1A-Elsa	Calle 115-R	<	2.0199km	28s	7	1.396km	0.159km	1
11	B	Linea 1A-Elsa	Calle 17-R	<	2.0611km	1mn 27s	6	3.665km	11.009km	19
12	B	Linea 1A-Elsa	Calle 28-R	<	2.0188km	27s	7	1.317km	0.259km	1
13	B	Linea 1A-Elsa	Calle 46-R	<	2.0202km	29s	7	1.417km	3.393km	17
14	B	Linea 1A-Elsa	Calle 48-R	<	2.0199km	19s	6	1.564km	8.443km	43
15	B	Linea 1A-Elsa	Calle 48A-R	<	2.0314km	46s	6	1.882km	5.452km	17
16	B	Linea 1A-Elsa	Calle Atahualpa-R	<	2.0097km	14s	7	0.681km	1.207km	12
17	B	Linea 1A-Elsa	Calle Cuencana-R	<	2.0214km	30s	7	1.500km	7.655km	36
18	B	Linea 1A-Elsa	Calle Flor Maria Reinoso	<	2.0503km	1mn 12s	7	3.522km	33.673km	67
19	B	Linea 1A-Elsa	Calle Francia-R	<	2.0279km	39s	7	1.929km	19.069km	69
20	B	Linea 1A-Elsa	Calle Gonzalo Aparicio-R	<	2.0199km	1mn 22s	7	3.029km	53.139km	140
21	B	Linea 1A-Elsa	Calle Loja-R	<	2.0393km	56s	7	2.754km	17.364km	44
22	B	Linea 1A-Elsa	Calle Manuel Diaz Granados-R	<	2.0650km	1mn 33s	7	4.551km	38.141km	59
23	B	Linea 1A-Elsa	Calle O1-R	<	2.0533km	1mn 16s	7	3.723km	22.399km	42
24	B	Linea 1A-Elsa	Calle Outo-R	<	2.0090km	13s	7	0.632km	1.034km	11
25	B	Linea 1A-Elsa	Calle Roberto Gilbert-R	<	2.0320km	46s	7	2.239km	0.342km	1
26	B	Linea 1A-Elsa	Calle Rodolfo Hernandez-R	<	2.0138km	19s	7	0.969km	3.209km	24
27	B	Linea 1A-Elsa	Calle S/N-R	<	2.0321km	46s	7	2.248km	0.549km	2
28	B	Linea 1A-Elsa	Calle Sibambe-R	<	2.0549km	50s	7	2.445km	35.109km	101
29	B	Linea 1A-Elsa	Calle Suiza-R	<	2.0508km	1mn 12s	7	3.541km	67.389km	133
30	B	Linea 1A-Elsa	Calle W1-R	<	2.1617km	3mn 52s	7	11.318km	80.843km	50
31	B	Linea 1A-Elsa	Calle Z-R	<	2.0918km	2mn 12s	7	6.429km	17.593km	19
32	B	Linea 1A-Elsa	General Alfaro-R	<	2.0515km	1mn 14s	7	3.605km	48.153km	94
33	B	Linea 1A-Elsa	Heriberto Baical-R	<	2.0090km	12s	7	0.631km	0.691km	8

Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

Figura 24 Información de ruta de línea alimentadora Oramas 1B

Number	TSysCode	LineName	Name	StopsServed	Length	LinkRunTime	NumServiceTripsUncoupled(AP)	ServiceKm(AP)	PassKm Trav(AP)	PTripsUnlinked(AP)
24	B	Linea 1B-Orama	Av. Amazonas	>	2.1877km	4min 30s	8	15.013km	2288.354km	1219
25	B	Linea 1B-Orama	Av. Manuela Cañizares	>	2.0298km	42s	8	2.381km	3.845km	13
26	B	Linea 1B-Orama	Av. Nicolas Lapentti	>	2.2313km	5min 33s	7	16.188km	4232.413km	1830
27	B	Linea 1B-Orama	Av. Principal	>	2.0831km	1min 59s	10	8.308km	395.834km	476
28	B	Linea 1B-Orama	Av. Samuel Gáneros	>	2.0654km	1min 34s	8	5.239km	181.609km	293
29	B	Linea 1B-Orama	Calle 104	>	2.0230km	33s	8	1.844km	1.260km	5
30	B	Linea 1B-Orama	Calle 115	>	2.0463km	1min 06s	8	3.707km	6.567km	14
31	B	Linea 1B-Orama	Calle 17	>	2.0511km	1min 27s	8	4.889km	35.058km	57
32	B	Linea 1B-Orama	Calle 28	>	2.0188km	27s	8	1.509km	0.465km	2
33	B	Linea 1B-Orama	Calle 9	>	2.0975km	2min 20s	8	7.799km	247.015km	253
34	B	Linea 1B-Orama	Calle 90	>	2.0328km	47s	8	2.629km	7.339km	22
35	B	Linea 1B-Orama	Calle L2	>	2.0619km	1min 29s	8	4.952km	13.476km	22
36	B	Linea 1B-Orama	Calle Loja	>	2.0397km	57s	8	3.177km	6.724km	17
37	B	Linea 1B-Orama	Calle O1	>	2.0533km	1min 16s	8	4.267km	9.977km	19
38	B	Linea 1B-Orama	Calle Principal Oramas Gonzales	>	2.0106km	15s	8	0.848km	1.161km	11
39	B	Linea 1B-Orama	Calle S/N	>	2.0172km	24s	8	1.377km	0.050km	0
40	B	Linea 1B-Orama	Calle Sibambe	>	2.0520km	1min 14s	8	4.160km	8.833km	17
41	B	Linea 1B-Orama	Calle T2	>	2.0517km	1min 14s	8	4.140km	10.579km	20
42	B	Linea 1B-Orama	Calle Z	>	2.0918km	2min 12s	8	7.347km	70.831km	77
43	B	Linea 1B-Orama	General Alfaro	>	2.0519km	1min 14s	8	4.122km	56.321km	109
44	B	Linea 1B-Orama	Gonzalo Aparicio	>	3.1072km	2min 33s	8	8.578km	1292.555km	1325
45	B	Linea 1B-Orama	Humberto Ayala	>	2.0983km	2min 21s	8	7.861km	208.068km	212
46	B	Linea 1B-Orama	Manuel Diaz Granados	>	2.0650km	1min 33s	8	5.201km	104.925km	161

Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

Figura 25 Información de ruta de línea alimentadora Oramas 1B Retorno

Number	TSysCode	LineName	Name	StopsServed	Length	LinkRunTime	NumServiceTripsUncoupled(AP)	ServiceKm(AP)	PassKm Trav(AP)	PTripsUnlinked(AP)
34	B	Linea 1B-Orama	Av. 16 de Octubre-R	<	2.0487km	1min 10s	9	4.381km	56.492km	116
35	B	Linea 1B-Orama	Av. Abel Gilbert-R	<	2.0184km	26s	7	1.289km	13.034km	71
36	B	Linea 1B-Orama	Av. Amazonas-R	<	2.1632km	3min 55s	8	13.058km	1635.262km	1002
37	B	Linea 1B-Orama	Av. Ponce Enriquez-R	<	2.0305km	43s	8	2.437km	59.856km	197
38	B	Linea 1B-Orama	Av. Principal-R	<	2.0831km	1min 59s	7	5.819km	119.894km	144
39	B	Linea 1B-Orama	Av. Samuel Gáneros-R	<	2.0106km	15s	8	0.877km	1.182km	11
40	B	Linea 1B-Orama	Calle Atahualpa-R	<	2.0097km	14s	8	0.778km	0.169km	2
41	B	Linea 1B-Orama	Calle Cuenca-R	<	2.0214km	30s	8	1.719km	12.611km	59
42	B	Linea 1B-Orama	Calle 17-R	<	2.0611km	1min 27s	8	4.889km	35.188km	58
43	B	Linea 1B-Orama	Calle 28-R	<	2.0188km	27s	8	1.509km	1.059km	6
44	B	Linea 1B-Orama	Calle 46-R	<	2.0202km	29s	8	1.620km	20.838km	103
45	B	Linea 1B-Orama	Calle 48-R	<	2.0199km	28s	9	1.759km	3.651km	19
46	B	Linea 1B-Orama	Calle 48A-R	<	2.0314km	45s	7	2.199km	3.231km	10
47	B	Linea 1B-Orama	Calle Flor Maria Reinoso-R	<	2.0503km	1min 12s	8	4.029km	39.051km	78
48	B	Linea 1B-Orama	Calle Francia-R	<	2.0279km	33s	8	2.201km	8.639km	31
49	B	Linea 1B-Orama	Calle Loja-R	<	2.0393km	56s	8	3.147km	21.279km	54
50	B	Linea 1B-Orama	Calle O1-R	<	2.0533km	1min 16s	8	4.267km	26.851km	50
51	B	Linea 1B-Orama	Calle Principal Oramas Gonzales-R	<	2.0513km	1min 13s	8	4.107km	183.234km	357
52	B	Linea 1B-Orama	Calle Quito-R	<	2.0090km	13s	8	0.723km	1.372km	15
53	B	Linea 1B-Orama	Calle Rodolfo Fernandez-R	<	2.0138km	19s	8	1.107km	15.519km	112
54	B	Linea 1B-Orama	Calle Sibambe-R	<	2.0349km	50s	8	2.794km	42.562km	122
55	B	Linea 1B-Orama	Calle Suiza-R	<	2.0508km	1min 12s	8	4.047km	100.821km	199
56	B	Linea 1B-Orama	Calle Z-R	<	2.0918km	2min 12s	8	7.347km	16.822km	18
57	B	Linea 1B-Orama	General Alfaro-R	<	2.0519km	1min 14s	8	4.122km	37.031km	72
58	B	Linea 1B-Orama	Gonzalo Aparicio-R	<	3.0575km	1min 22s	8	4.604km	59.307km	171
59	B	Linea 1B-Orama	Herberto Baidal-R	<	2.0090km	12s	8	0.721km	0.039km	0
60	B	Linea 1B-Orama	Manuel Diaz Granados-R	<	2.0650km	1min 33s	8	5.201km	20.541km	32

Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

Se aprecia que la red cuenta con un total de 106 tramos y cada tramo representa a cada calle de la red de transporte. Los tramos están repartidos de la siguiente manera: 56 calles pertenecen a la ruta Elsa como se observa en las figuras 22 y 23, mientras que 50 calles corresponden a la ruta Orama como se observa en las figuras 24 y 25. Los tramos atienden en promedio un total de dos paradas y un máximo de tres. El tiempo que toma recorrer las calles es 2 minutos y 23 segundos en promedio y la Av. Nicolas Lapentti es la que consume más tiempo al tardarse 5 minutos con 33 segundos, tanto para la ruta Elsa y Oramas. Por otra parte, las distancias totales recorridas para las líneas alimentadoras Elsa y Oramas son 31.353 km y 27.787 km respectivamente, valores similares a los medidos en campo y presentados en el capítulo anterior. Resultado que demuestra que el modelo de simulación se apega a la realidad.

3.2.2. Análisis de tiempo de viaje

El software de simulación PTV Visum permite definir zonas dentro del área de estudio. Sobre las cuales se realizó la evaluación de los tiempos de viaje para las rutas Elsa y Oramas. Se definió un total de 10 zonas mencionadas previamente.

Los resultados de tiempos empleados en cada calle se presentan en las tablas 7 y 8.

Tabla 7 Tiempo de viaje por calle ruta Elsa 1A

Ida Elsa		Retorno Elsa	
Calles	Tiempo	Calles	Tiempo
Calle Z	2min 45s	W - 1	1min 55s
Calle 28	1min 35s	Calle 115	1min 4s
Manuel Diaz Granados	2min 54s	Av. Antonio Neumane	45s
Calle 17	2min 29s	Calle S/N	1min 7s
Calle O-1	1min 15s	Av. Juan León Mera	1min 35s
Av. Principal	3min 54s	Calle Roberto Gilbert	1min 46s
Gonzalo Aparicio	3min 02s	Av. Jaime Nebot Velasco	3min 5s
Calle Loja	1min 35s	Av. Amazonas	1min 35s
Calle Sibambe	1min 38s	Calle 46	1min 5s
Humberto Ayala	2min 53s	Heriberto Baidal	45s
Av. Nicolas Lapentti	5min 33s	Calle 48	25s
General Alfaro	2min 25s	Calle 48A	1min 05s
Av. Samuel Cisneros	2min 27s	General Alfaro	2min 3s
Av. Amazonas	2min 49s	Av. Samuel Cisneros	1min 15s
Av. Jaime Nebot Velasco	3min 35s	Calle Francia	1min 5s
Calle Cordillera del Condor	35s	Calle Suiza	2min 45s
Batallón Cayambe	1min 25s	Av. Abel Gilbert	1min 3s
Montecristi	2min 49s	Av. Ponce Enríquez	2min 14s
Av. Juan León Mera	2min 07s	Calle Sibambe	1min 25s
Calle S/N	35s	Calle Rodolfo Fernández	55s
Av. Antonio Neumane	2min 4s	Av. 16 de Octubre	2min 55s
Calle 115	1min	Calle Loja	1min 2s
Calle W1	2min 1s	Calle Quito	55s
Tiempo de recorrido	54min 1s	Calle Cuenca	1min 1s
		Calle Flor María Reinoso	2min 35s
		Calle Atahualpa	2min 35s
		Gonzalo Aparicio	1min 35s
		Av. Principal	3min 55s
		Calle O-1	2min 55s
		Calle 17	2min 35s
		Manuel Diaz Granados	1min 4s
		Calle 28	2min 55s
		Tiempo de recorrido	55min 59s

Fuente: Elaboración Propia

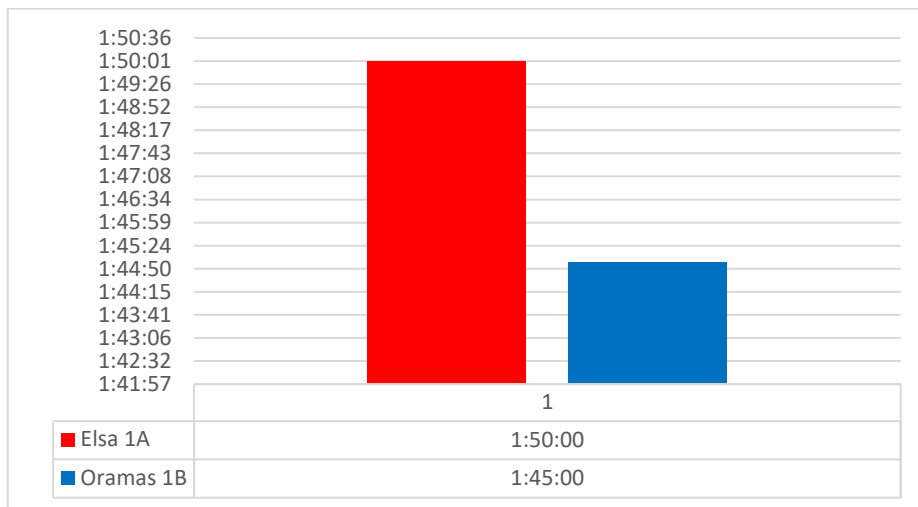
Tabla 8 Tiempo de viaje por calle ruta Oramas 1B

Ida Oramas		Retorno Oramas	
Calles	Tiempo	Calles	Tiempo
Calle Z	2min 40s	Calle Oramas Gonzales	1min 1s
Calle 28	1min 34s	Av. Amazonas	2min 14s
Manuel Diaz Granados	2min 43s	Calle 46	1min
Calle 17	2min 9s	Heriberto Baidal	1min 22s
Calle O-1	1min 26s	Calle 48	55s
Av. Principal	3min 4s	Calle 48A	1min 12s
Gonzalo Aparicio	3min 33s	General Alfaro	2min 1s
Calle Loja	2min 11s	Av. Samuel Cisneros	3min 15s
Calle Sibambe	1min 57s	Calle Francia	2min 3s
Humberto Ayala	2min 52s	Calle Suiza	2min 25s
Av. Nicolas Lapentti	5min 35s	Av. Abel Gilbert	1min 12s
General Alfaro	2min 18s	Av. Ponce Enríquez	1min 15s
Av. Samuel Cisneros	2min 5s	Calle Sibambe	2min 2s
Av. Amazonas	2min 3s	Calle Rodolfo Fernández	1min 35s
Calle 9	2min 57s	Av. 16 de Octubre	3min 55s
Calle 104	1min 17s	Calle Loja	1min 1s
Calle T-2	49s	Calle Quito	50s
Calle 115	1min 17s	Calle Cuenca	1min 1s
Calle L-2	3min 12s	Calle Flor María Reinoso	2min 4s
Calle 90	1min 30s	Calle Atahualpa	2min 3s
Calle S/N	2min 56s	Gonzalo Aparicio	3min 4s
Av. Manuela Cañizares	3min 2s	Av. Principal	3min 50s
Calle Oramas Gonzales	1min 1s	Calle O-1	2min 45s
Tiempo de recorrido	54min 11s	Calle 17	2min 4s
		Manuel Diaz Granados	2min 35s
		Calle 28	2min 5s
		Tiempo de recorrido	50min 49s

Fuente: Elaboración propia

Un resumen de los resultados obtenidos se presenta en la figura 26.

Figura 26 Evaluación de tiempos de viaje en la situación actual



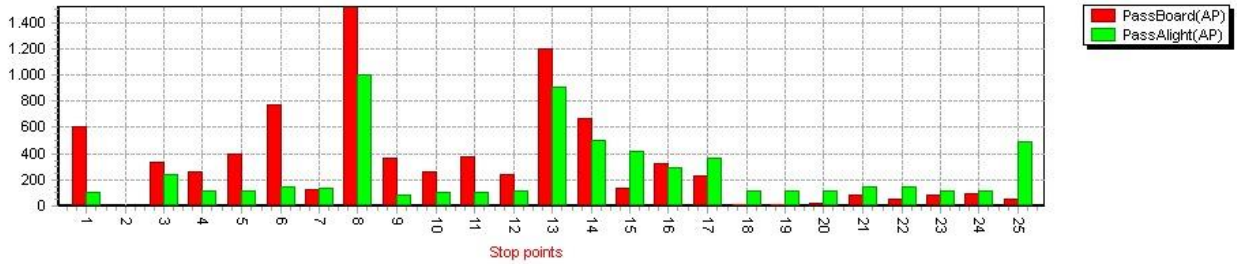
Fuente: Elaboración propia

La simulación muestra que el tiempo de duración del viaje para la ruta Elsa 1A es de 1 hora y 50 minutos. El tiempo de viaje para la ruta Oramas 1B es de 1 hora y 45 minutos. La ruta Oramas tarda menos tiempo en completar un ciclo y es comprensible dado que recorre una distancia menor en comparación a la ruta Elsa 1A. Resultados que se asemejan a los obtenidos en el análisis de la información de campo presentados en el capítulo anterior y que vuelven a afirmar que el modelo de simulación se apega a la realidad.

3.2.3. Análisis de ascenso y descenso de pasajeros

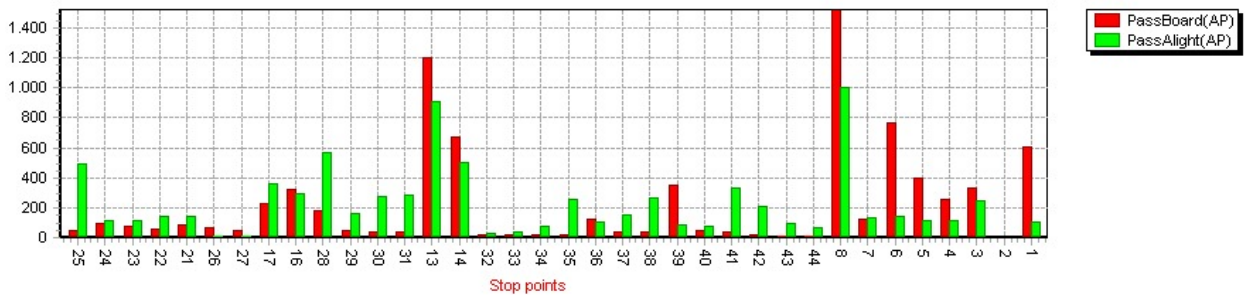
PTV Visum facilita gráficos de barras donde se visualiza el ascenso y descenso de pasajeros, así como los volúmenes en cada uno de los tramos. Estos gráficos favorecen a la comprensión de manera visual del comportamiento de los usuarios en los diferentes puntos de paradas. En el eje de las ordenadas se muestra el número de pasajeros y en el eje de las abscisas, las calles en las que los usuarios suben o bajan de una unidad de transporte. Las barras de color rojo representan los ascensos y las barras de color verde los descensos. Para mayor comprensión de los gráficos, se encuentra al final de este documento el anexo E, que relaciona el stop point con el nombre de la calle a la cual pertenece.

Figura 27 Ascenso y descenso de pasajeros línea Elsa 1A



Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

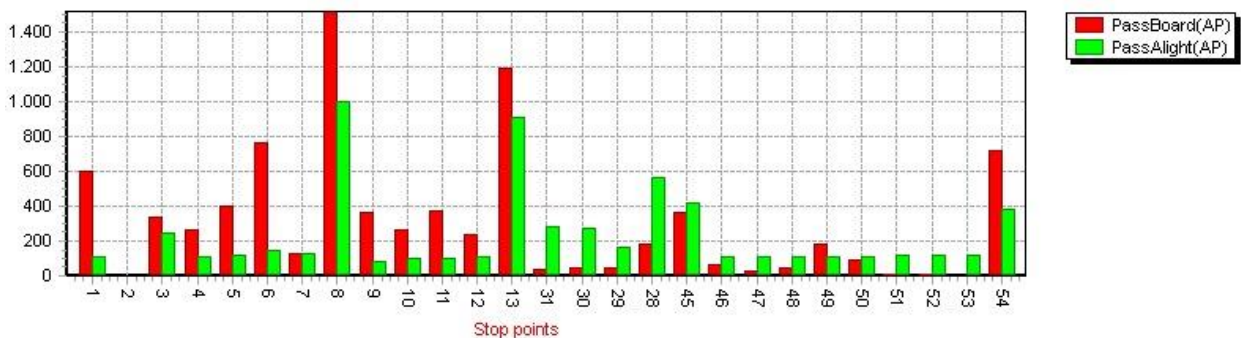
Figura 28 Ascenso y descenso de pasajeros línea Elsa 1A retorno



Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

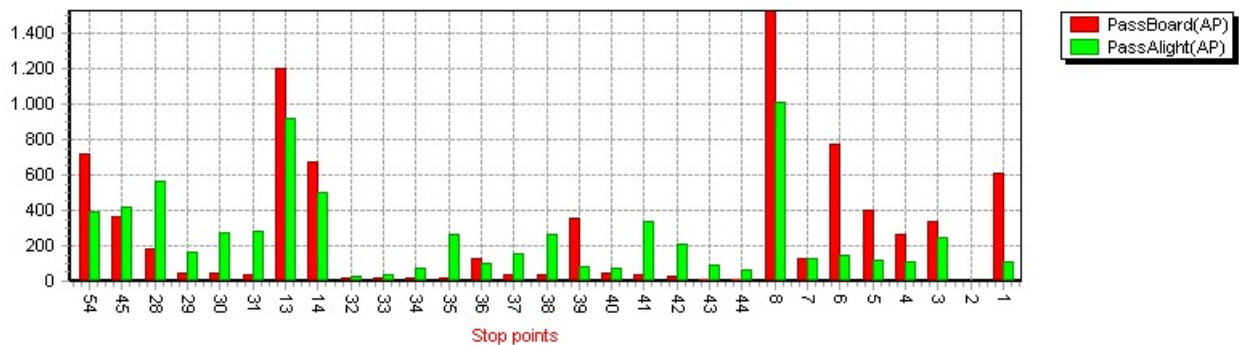
Las figuras 27 y 28 muestran el comportamiento de los usuarios de la línea Elsa 1A a lo largo de cada calle en su recorrido total. Durante los recorridos de ida y retorno, las calles con mayor número de ascensos son: Gonzalo Aparicio, General Alfaro y O-1, y las calles con mayor número de descensos son: Gonzalo Aparicio, General Alfaro y Av. Samuel Cisneros para el recorrido de ida. Mientras que, las calles con mayor número de descensos para el recorrido de retorno son: Gonzalo Aparicio, General Alfaro y calle 46.

Figura 29 Ascenso y descenso de pasajeros línea Oramas 1B



Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

Figura 30 Ascenso y descenso de pasajeros línea Oramas 1B retorno



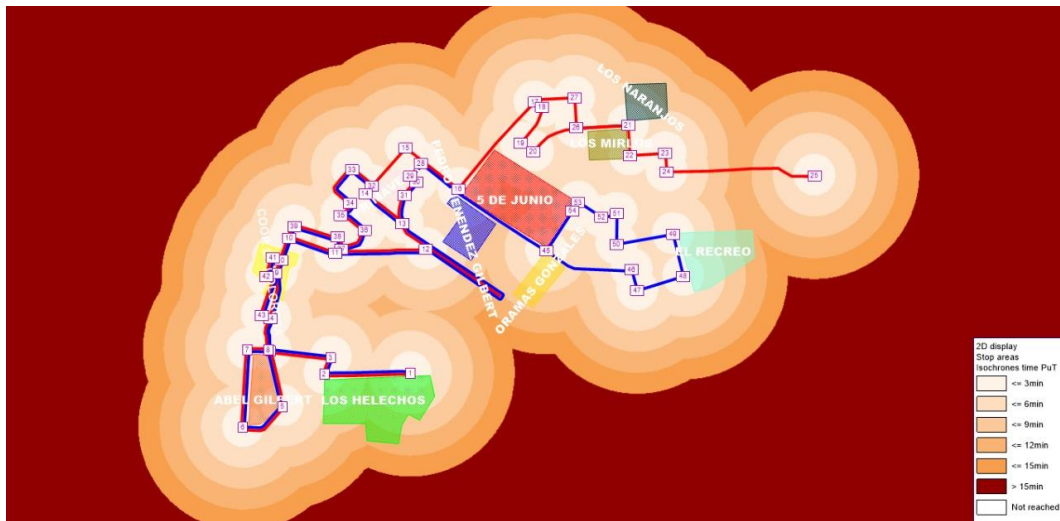
Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

Las figuras 29 y 30 muestran el comportamiento de los usuarios de la línea Oramas 1B a lo largo de cada calle en su recorrido de ida y retorno respectivamente. Durante los recorridos de ida y retorno, las calles con mayor número de ascensos son: Gonzalo Aparicio, General Alfaro y O-1, y las calles con mayor número de descensos son: Gonzalo Aparicio, General Alfaro y calle 46.

3.2.4. Análisis del mapa de isócronas

El mapa de isócronas obtenido por medio de PTV Visum representa la accesibilidad de los usuarios al servicio de transporte público desde diferentes zonas. Se zonificó el mapa del cantón Durán, incluyendo algunos de los barrios más representativos como son: Los Helechos, Abel Gilbert, Coop. La Dolorosa, Cdla. Primavera 1, Pedro Menéndez Gilbert, Coop. 5 de Junio, Los Mirlos, Los Naranjos, Oramas Gonzales y Elsa.

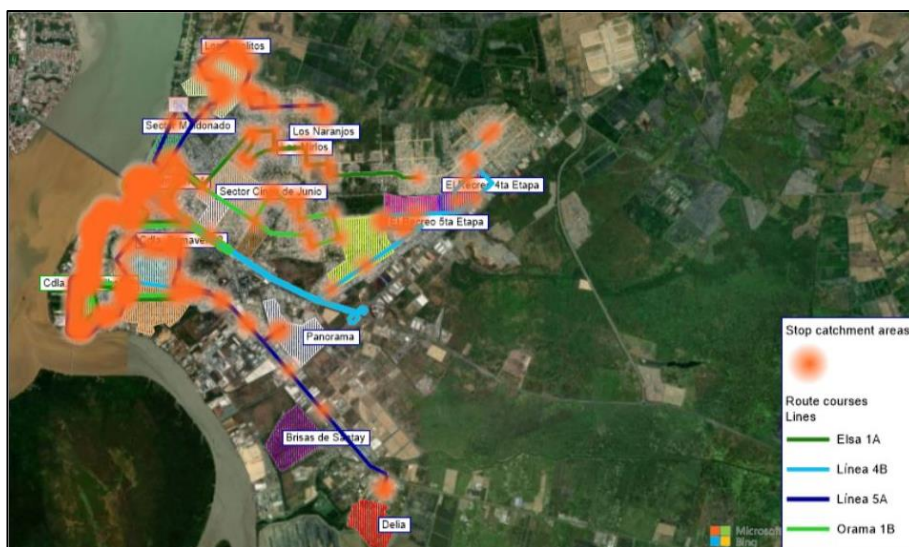
Figura 31 Mapa de isócronas para la red de líneas alimentadoras de Durán Sur



Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

En la figura 31 se observa que los sectores en su totalidad están cubiertos por la red de transporte público, es decir, los tiempos de caminata desde cada zona son menores a 15 minutos y la red es accesible para los usuarios. Sin embargo, las líneas Elsa 1A y Oramas 1B no son las únicas que operan en el cantón Durán. Por lo que fue necesario representar a las dos líneas que cubren los sectores del norte de Durán, las líneas 4B y 5A y así obtener la red de transporte público completa. Como se observa en la figura 32 a continuación.

Figura 32 Mapa de Isócronas de accesibilidad a las paradas



Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

Con el mapa de isócronas se analizó que tan accesible son los puntos de parada de la red de transporte para la población del cantón Durán desde las distintas zonas que lo conforman y que fueron previamente establecidas. Para ello, se agregó un buffer con radio de cobertura fija de 300 metros, con el cual el tiempo de caminata máxima es de 4 minutos. La figura 32 muestra de manera completa la red de líneas alimentadoras que cubre el norte y sur de la ciudad. La línea de color verde oscuro indica el recorrido de la ruta 1A, la línea celeste a la ruta 4B, la línea azul a la ruta 5A y la línea verde indica el recorrido de la ruta 1B, mientras que las áreas sombreadas de naranja reflejan las zonas que tienen acceso a la red de transporte público.

Tabla 9 Resultado del mapa de isócronas

Paradas con acceso a la red	
Los Helechos	El Recreo V Etapa
Abel Gilbert	Los Arbolitos
Cooperativa La Dolorosa	Los Naranjos
Primavera 1	Los Mirlos
Primavera 2	Elsa
El Recreo IV Etapa	Oramas Gonzales
Paradas con poco acceso a la red	
Sector Maldonado	Panorama
Cooperativa Cinco de Junio	Brisas de Santay
El Recreo I Etapa	Delia

Fuente: Elaboración propia

La tabla 9 detalla los 12 sectores con accesibilidad a la red, es decir, las rutas alimentadoras cubren perfectamente dichas zonas, principalmente las zonas céntricas. Por el contrario, los sectores Maldonado, Cinco de Junio, El Recreo I Etapa, Panorama, Brisas de Santay y Delia presentan poca accesibilidad para incorporarse a la red. Estas zonas están parcialmente cubiertas por las rutas alimentadoras, lo cual no es eficiente. Es necesario hacer un cambio en el diseño de las rutas con la finalidad de ampliar las curvas de isócronas y a su vez garantizar mayor accesibilidad a la red de transporte e integración de nuevos usuarios.

3.3. Evaluación del escenario propuesto: Establecer paradas

Concluido el análisis de resultados de la situación actual y la evaluación de sus indicadores, el siguiente paso fue hacer un análisis y evaluación del escenario de mejora propuesto, considerando los mismos parámetros que en el apartado anterior. La propuesta de mejora que se planteó fue establecer puntos de paradas en los que se autorice el ascenso y descenso de pasajeros. Para ello, se identificó las calles de mayor demanda como puntos estratégicos para implementar puntos de paradas. Con el fin de minimizar el tiempo total de viaje y mejorar el nivel de servicio.

Se concluyó prudente establecer puntos de paradas en las calles en las que el nivel de demanda del servicio sea mayor o igual a 3 usuarios, considerando dicha cantidad como un valor significativo. Para el escenario planteado, de acuerdo con la información de la tabla de demanda que se encuentra en el anexo D, la ruta Elsa 1A cuenta con 27 puntos de paradas. Mientras que la ruta Oramas 1B cuenta con 28 puntos de paradas, reduciendo los puntos de paradas en un 15%. Como se observa en la figura 33.

Figura 33 Puntos de parada propuestos para las rutas Elsa 1A y Oramas 1B

RUTA ELSA 1A	Calle Z Manuel Díaz Granados Calle 17 Calle O-1 Av. Principal Av. Gonzalo Aparicio Calle Loja Calle Sibambe Av. Humberto Ayala Av. Nicolas Lapentti Calle General Alfaro Av. Samuel Cisneros Av. Amazonas Calle 46 Calle Francia Av. Ponce Enríquez Av. 16 de octubre Calle Cuenca Calle Atahualpa	Calle 9 Calle 104 Calle T-2 Calle 115 Calle L-2 Calle 90 Calle S/N Av. Manuela Cañizares Calle Oramas Gonzales
		RUTA ORAMA 1B

Fuente: Elaboración Propia

La figura 33 muestra los puntos de paradas en común para el par de rutas objeto de estudio. Los puntos en común están en la calle Z, Av. Principal, Av. Gonzalo Aparicio,

calle Loja y calle Sibambe. En general, se planteó 46 puntos de paradas en total a ser agregados a la red de transporte. Con ello, se busca no volver a incurrir en paradas excesivas en una misma calle o avenida, minimizando el tiempo total de viaje para los usuarios del servicio.

3.3.1. Análisis de rutas de líneas para escenario propuesto

El trazado de líneas en PTV Visum retorna como información resultante el nombre de la línea, la dirección de la calle si va de ida o de regreso, el número de paradas que cada recorrido de línea atiende, la longitud de cada calle, el número de viajes que atiende cada una de las calles y los kilómetros recorridos atendiendo tal número de viajes, como se observa a continuación:

Figura 34 Información de ruta de línea alimentadora Elsa 1A

Number: 40	TSysCode	LineName	Name	DirectionC	StopsServed	Length	LinkRun Time	NumServiceTripsUncoupled(AP)	ServiceKm(AP)
1	B	Linea 1A-Elsa	Av. Amazonas	>	2	0.653km	1min 41s	6	3.918km
2	B	Linea 1A-Elsa	Av. Antonio Neumane	>	2	1.216km	3min 28s	6	7.296km
3	B	Linea 1A-Elsa	Av. Jaime Nebot Velasco	>	2	2.157km	4min 40s	6	12.943km
4	B	Linea 1A-Elsa	Av. Juan Leon Mera	>	2	0.764km	57s	6	4.584km
5	B	Linea 1A-Elsa	Av. Nicolas Lapentti	>	2	2.755km	6min 36s	6	16.530km
6	B	Linea 1A-Elsa	Av. Principal	>	2	0.592km	1min 25s	6	3.551km
7	B	Linea 1A-Elsa	Av. Samuel Cisneros	>	2	0.561km	1min 6s	6	3.366km
8	B	Linea 1A-Elsa	Batallon Cayambe	>	2	0.813km	1min 57s	6	4.878km
9	B	Linea 1A-Elsa	Calle 17	>	2	0.627km	1min 30s	6	3.760km
10	B	Linea 1A-Elsa	Calle Loja	>	2	0.585km	1min 24s	6	3.512km
11	B	Linea 1A-Elsa	Calle O1	>	2	0.726km	1min 44s	6	4.354km
12	B	Linea 1A-Elsa	Calle Sibambe	>	2	0.343km	49s	7	2.401km
13	B	Linea 1A-Elsa	Calle W1	>	3	1.997km	5min 12s	6	11.985km
14	B	Linea 1A-Elsa	Calle Z	>	2	0.696km	1min 40s	6	4.179km
15	B	Linea 1A-Elsa	General Alfaro	>	2	0.611km	1min 27s	6	3.664km
16	B	Linea 1A-Elsa	Gonzalo Aparicio	>	2	1.189km	2min 51s	6	7.132km
17	B	Linea 1A-Elsa	Humberto Ayala	>	2	0.576km	1min 22s	6	3.459km
18	B	Linea 1A-Elsa	Manuel Diaz Granados	>	2	0.823km	1min 58s	6	4.940km

Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

Figura 35 Información de ruta de línea alimentadora Elsa 1A Retorno

Number: 43	TSysCode	LineName	Name	Direction	StopsServed	Length	LinkRun Time	NumServiceTripsUncoupled(AP)	ServiceKm(AP)
1	B	Linea 1A-Elsa	Av. 16 de Octubre-R	<	2	0.626km	1min 30s	6	3.758km
2	B	Linea 1A-Elsa	Av. Abel Gilbert	<	2	0.706km	1min 41s	6	4.236km
3	B	Linea 1A-Elsa	Av. Amazonas-R	<	2	1.079km	2min 20s	6	6.471km
4	B	Linea 1A-Elsa	Av. Antonio Neumane-R	<	2	0.871km	2min 30s	6	5.227km
5	B	Linea 1A-Elsa	Av. Jaime Nebot Velasco-R	<	2	0.952km	2min 17s	6	5.711km
6	B	Linea 1A-Elsa	Av. Juan Leon Mera-R	<	2	1.050km	2min 6s	6	6.300km
7	B	Linea 1A-Elsa	Av. Ponce Enriquez-R	<	2	0.309km	44s	6	1.853km
8	B	Linea 1A-Elsa	Av. Principal-R	<	2	0.524km	1min 15s	6	3.146km
9	B	Linea 1A-Elsa	Av. Samuel Cisneros-R	<	2	0.270km	16s	6	1.620km
10	B	Linea 1A-Elsa	Calle 17-R	<	2	0.726km	1min 44s	6	4.354km
11	B	Linea 1A-Elsa	Calle 46-R	<	3	0.352km	1min 32s	6	2.110km
12	B	Linea 1A-Elsa	Calle 48-R	<	2	0.230km	33s	6	1.380km
13	B	Linea 1A-Elsa	Calle Atahualpa-R	<	2	0.607km	30s	6	3.642km
14	B	Linea 1A-Elsa	Calle Cuenca-R	<	2	0.229km	12s	6	1.373km
15	B	Linea 1A-Elsa	Calle Francia-R	<	2	0.278km	40s	6	1.671km
16	B	Linea 1A-Elsa	Calle Loja-R	<	2	0.395km	56s	6	2.373km
17	B	Linea 1A-Elsa	Calle O1-R	<	2	0.592km	1min 25s	6	3.551km
18	B	Linea 1A-Elsa	Calle Roberto Gilbert-R	<	2	0.313km	45s	5	1.563km
19	B	Linea 1A-Elsa	Calle Sibambe-R	<	2	0.339km	48s	6	2.033km
20	B	Linea 1A-Elsa	Calle W1-R	<	2	2.253km	5min 24s	6	13.516km
21	B	Linea 1A-Elsa	Calle Z-R	<	3	1.520km	3min 38s	6	9.119km
22	B	Linea 1A-Elsa	General Alfaro-R	<	3	0.809km	2min 32s	6	4.856km
23	B	Linea 1A-Elsa	Gonzalo Aparicio-R	<	2	0.409km	1min 10s	6	2.454km
24	B	Linea 1A-Elsa	Manuel Diaz Granados-R	<	2	0.627km	1min 30s	6	3.760km

Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

Figura 36 Información de ruta de línea alimentadora Oramas 1B

Number: 40	TSysCode	LineName	Name	Direction	StopsServed	Length	LinkRun Time	NumServiceTripsUncoupled	ServiceKm(A)
19	B	Linea 1B-Orama	Av. Amazonas	>	4	2.122km	5min 11s	7	14.851km
20	B	Linea 1B-Orama	Av. Manuela Cañizares	>	2	0.281km	40s	7	1.966km
21	B	Linea 1B-Orama	Av. Nicolas Lapentti	>	2	2.799km	6min 36s	7	19.592km
22	B	Linea 1B-Orama	Av. Principal	>	2	0.592km	1min 25s	7	4.143km
23	B	Linea 1B-Orama	Av. Samuel Cisneros	>	2	0.561km	1min 6s	7	3.927km
24	B	Linea 1B-Orama	Calle 104	>	2	0.964km	2min 18s	7	6.747km
25	B	Linea 1B-Orama	Calle 115	>	2	0.464km	1min 6s	7	3.250km
26	B	Linea 1B-Orama	Calle 17	>	2	0.627km	1min 30s	7	4.386km
27	B	Linea 1B-Orama	Calle 9	>	2	0.684km	1min 38s	7	4.790km
28	B	Linea 1B-Orama	Calle 90	>	2	0.322km	46s	7	2.254km
29	B	Linea 1B-Orama	Calle L2	>	2	0.612km	1min 28s	7	4.285km
30	B	Linea 1B-Orama	Calle Loja	>	2	0.585km	1min 24s	7	4.097km
31	B	Linea 1B-Orama	Calle O1	>	2	0.726km	1min 44s	7	5.080km
32	B	Linea 1B-Orama	Calle Principal Oramas Gonzales	>	2	0.137km	19s	7	0.959km
33	B	Linea 1B-Orama	Calle S/N	>	2	0.184km	26s	7	1.290km
34	B	Linea 1B-Orama	Calle Sibambe	>	2	0.343km	49s	7	2.401km
35	B	Linea 1B-Orama	Calle T2	>	2	0.515km	1min 14s	7	3.605km
36	B	Linea 1B-Orama	Calle Z	>	2	0.696km	1min 40s	7	4.875km
37	B	Linea 1B-Orama	General Alfaro	>	2	0.397km	1min 27s	7	2.779km
38	B	Linea 1B-Orama	Gonzalo Aparicio	>	2	1.189km	2min 51s	7	8.320km
39	B	Linea 1B-Orama	Humberto Ayala	>	2	0.576km	1min 22s	7	4.035km
40	B	Linea 1B-Orama	Manuel Diaz Granados	>	2	0.823km	1min 58s	7	5.764km

Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

Figura 37 Información de ruta de línea alimentadora Oramas 1B Retorno

Number	TSysCode	LineName	Name	DirectionC	StopsServed	Length	LinkRunTime	NumServiceTripsUncoupled(AP)	ServiceKm(AP)
25	B	Linea 1B-Orama	Av. 16 de Octubre-R	<	2	0.626km	1min 30s	7	4.384km
26	B	Linea 1B-Orama	Av. Abel Gilbert-R	<	2	0.706km	1min 41s	7	4.942km
27	B	Linea 1B-Orama	Av. Amazonas-R	<	4	1.632km	4min 35s	7	11.425km
28	B	Linea 1B-Orama	Av. Ponce Enriquez-R	<	2	0.309km	44s	7	2.162km
29	B	Linea 1B-Orama	Av. Principal-R	<	2	0.524km	1min 15s	7	3.670km
30	B	Linea 1B-Orama	Av. Samuel Cisneros-R	<	2	0.270km	16s	7	1.890km
31	B	Linea 1B-Orama	Calle 17-R	<	2	0.726km	1min 44s	7	5.080km
32	B	Linea 1B-Orama	Calle 46-R	<	2	0.188km	27s	7	1.316km
33	B	Linea 1B-Orama	Calle Atahualpa-R	<	2	0.607km	30s	7	4.249km
34	B	Linea 1B-Orama	Calle Cuenca-R	<	2	0.229km	12s	7	1.602km
35	B	Linea 1B-Orama	Calle Francia-R	<	2	0.278km	40s	7	1.949km
36	B	Linea 1B-Orama	Calle Loja-R	<	2	0.395km	56s	7	2.768km
37	B	Linea 1B-Orama	Calle O1-R	<	2	0.592km	1min 25s	7	4.143km
38	B	Linea 1B-Orama	Calle Principal Oramas Gonzales-R	<	2	0.495km	1min 11s	7	3.463km
39	B	Linea 1B-Orama	Calle Sibambe-R	<	2	0.339km	48s	7	2.372km
40	B	Linea 1B-Orama	Calle Z-R	<	3	1.520km	3min 38s	7	10.639km
41	B	Linea 1B-Orama	General Alfaro-R	<	4	1.039km	3min 5s	7	7.276km
42	B	Linea 1B-Orama	Gonzalo Aparicio-R	<	2	0.409km	1min 10s	7	2.863km
43	B	Linea 1B-Orama	Manuel Diaz Granados-R	<	2	0.627km	1min 30s	7	4.386km

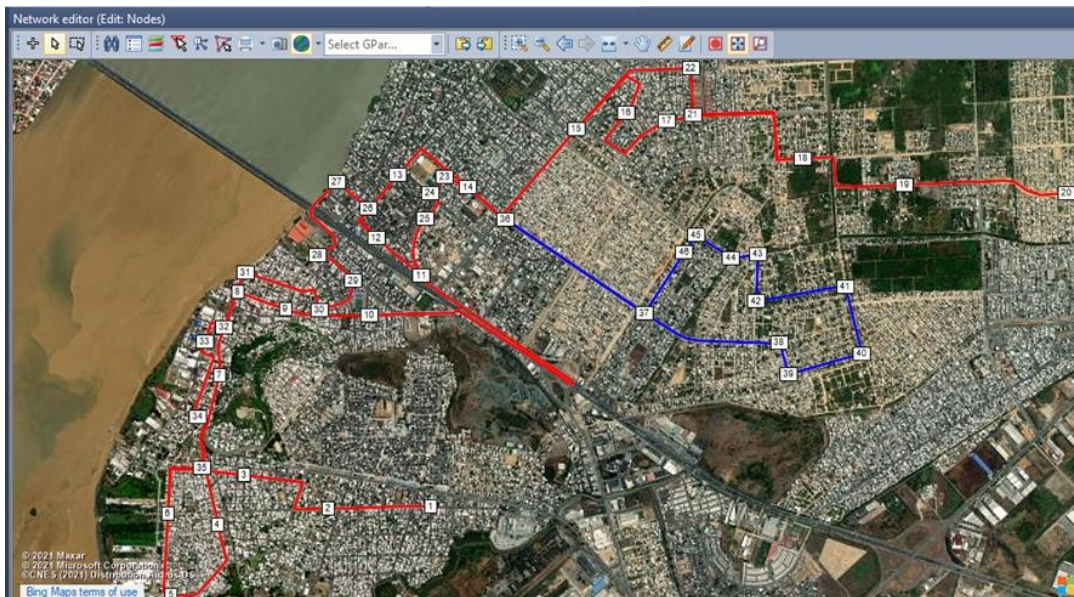
Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

Se aprecia que la red cuenta con un total de 83 líneas y cada línea representa a cada calle de la red de transporte. Las líneas están repartidas de la siguiente manera: 42 líneas pertenecen a la ruta Elsa como se observa en las figuras 34 y 35, mientras que 41 líneas corresponden a la ruta Orama como se observa en las figuras 36 y 37. El tiempo que toma recorrer de una parada a otra es 1 minutos y 28 segundos en promedio y la Av. Nicolas Lapentti es la que consume más tiempo al tardarse 6 minutos con 36 segundos, tanto para la ruta Elsa y Orama. Un aumento de un minuto y 3 segundos considerando en dicha parada el tiempo de ascenso y descenso acumulado de pasajeros de sectores aledaños. Por otra parte, las distancias totales recorridas para las líneas alimentadoras Elsa y Oramas son 31.75 km y 27.647 km respectivamente, valores equivalentes a los obtenidos en la simulación del estado actual.

3.3.2. Análisis de tiempo de viaje para escenario propuesto

Para evaluar la alternativa propuesta se procede igual que en el caso base, se calcula el tiempo de viaje sobre las zonas de estudio. En esta ocasión, se estableció los 46 paraderos en la red, rediseñando la matriz de demanda a una de dimensiones 46 x 46 (46 nodos como se observa en la figura 38). Dicha matriz se encuentra en el anexo C.

Figura 38 Red reestructurada para escenario propuesto



Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

Los resultados de tiempos empleados entre cada punto de parada que integra cada una de las líneas alimentadoras se presentan en las tablas 10 y 11.

Tabla 10 Nuevos tiempos de viaje para la ruta Elsa 1A

Ida Elsa		Retorno Elsa	
Calles	Tiempo	Calles	Tiempo
Calle Z	2min 45s	W – 1	1min 55s
Manuel Diaz Granados	2min 54s	Av. Antonio Neumane	45s
Calle 17	2min 29s	Av. Juan León Mera	1min 35s
Calle O-1	1min 15s	Calle Roberto Gilbert	1min 25s
Av. Principal	3min 54s	Av. Jaime Nebot Velasco	3min 5s
Gonzalo Aparicio	3min 2s	Av. Amazonas	1min 35s
Calle Loja	1min 35s	Calle 46	1min 5s
Calle Sibambe	1min 38s	Calle 48	25s
Humberto Ayala	2min 53s	General Alfaro	2min 3s
Av. Nicolas Lapentti	5min 33s	Av. Samuel Cisneros	1min 15s
General Alfaro	2min 25s	Calle Francia	1min 5s
Av. Samuel Cisneros	2min 27s	Av. Abel Gilbert	1min 3s
Av. Amazonas	2min 49s	Av. Ponce Enríquez	2min 14s
Av. Jaime Nebot Velasco	3min 35s	Calle Sibambe	1min 38s
Batallón Cayambe	1min 25s	Av. 16 de Octubre	2min 55s
Av. Juan León Mera	2min 7s	Calle Loja	1min 2s
Av. Antonio Neumane	2min 4s	Calle Cuenca	1min 1s
Calle W1	2min 1s	Calle Atahualpa	2min 35s

Tiempo de recorrido	46min 51s	Gonzalo Aparicio	1min 35s
		Av. Principal	3min 55s
		Calle O-1	2min 55s
		Calle 17	2min 35s
		Manuel Diaz Granados	1min 4s
		Calle Z	3min 38s
		Tiempo de recorrido	44min 23s

Fuente: Elaboración propia

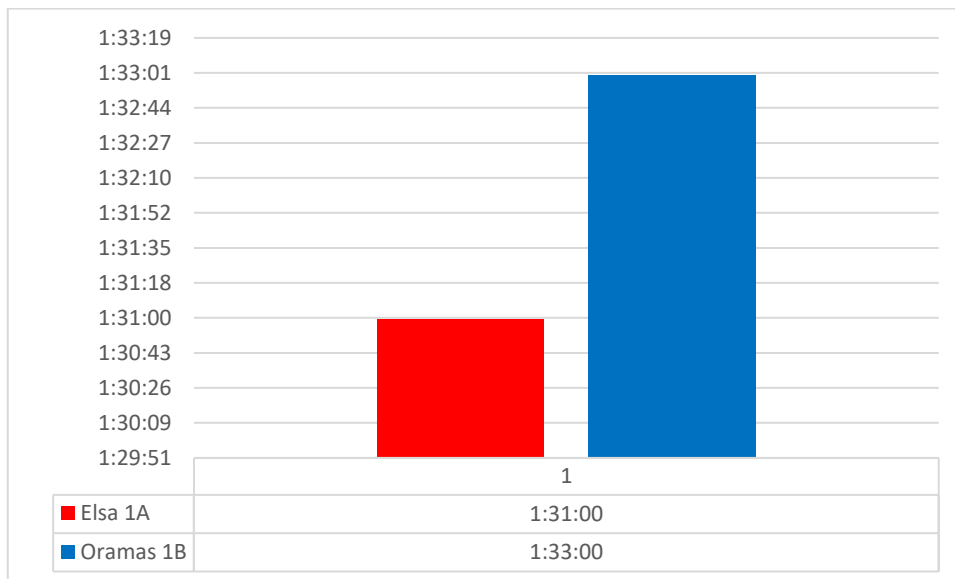
Tabla 11 Nuevos tiempos de viaje para la ruta Oramas 1B

Ida Oramas		Retorno Oramas	
Calles	Tiempo	Calles	Tiempo
Calle Z	2min 40s	Calle Oramas	1min 1s
Manuel Diaz Granados	2min 43s	Gonzales	
Calle 17	2min 9s	Av. Amazonas	2min 14s
Calle O-1	1min 26s	Calle 46	1min
Av. Principal	3min 4s	General Alfaro	2min 1s
Gonzalo Aparicio	3min 33s	Av. Samuel Cisneros	3min 15s
Calle Loja	2min 11s	Calle Francia	2min 3s
Calle Sibambe	1min 57s	Av. Abel Gilbert	1min 12s
Humberto Ayala	2min 52s	Av. Ponce Enríquez	1min 15s
Av. Nicolas Lapentti	5min 35s	Calle Sibambe	2min 2s
General Alfaro	2min 18s	Av. 16 de Octubre	3min 55s
Av. Samuel Cisneros	1min 6s	Calle Loja	1min 1s
Av. Amazonas	2min 3s	Calle Cuenca	1min 1s
Calle 9	2min 57s	Calle Atahualpa	2min 3s
Calle 104	1min 17s	Gonzalo Aparicio	3min 4s
Calle T-2	49s	Av. Principal	3min 50s
Calle 115	1min 17s	Calle O-1	2min 45s
Calle L-2	3min 12s	Calle 17	2min 4s
Calle 90	1min 30s	Manuel Diaz Granados	2min 35s
Calle S/N	2min 56s	Calle Z	3min 38s
Av. Manuela Cañizares	3min 2s	Tiempo de recorrido	41min 59s
Calle Principal Oramas Gonzales	1min 1s		
Tiempo de recorrido	51min 38s		

Fuente: Elaboración propia

Un resumen de los resultados obtenidos en la simulación se presenta en la figura 39.

Figura 39 Evaluación de tiempos de viaje en el escenario propuesto



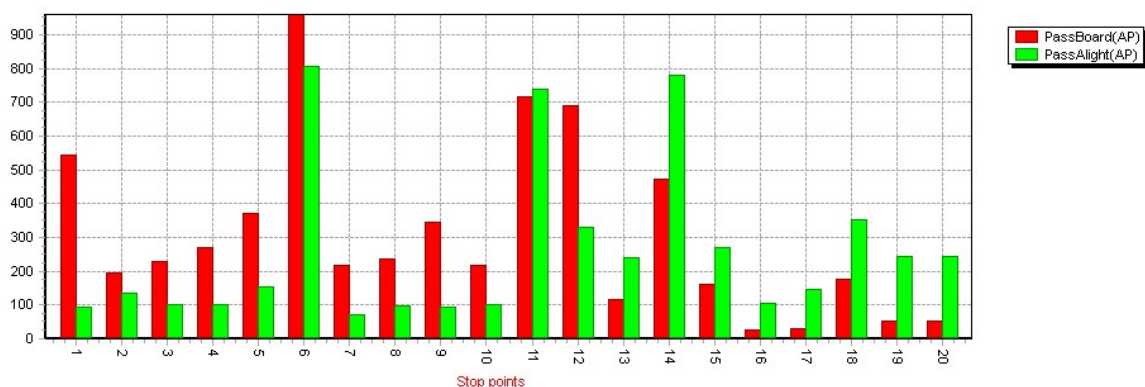
Fuente: Elaboración propia

La simulación muestra que el tiempo de duración del viaje para la ruta Elsa 1A es de 1 hora con 31 minutos y para la ruta Oramas 1B es de 1 hora con 33 minutos, como se observa en la figura 39. Lo que demuestra una disminución en los tiempos de ciclo de cada ruta.

3.3.3. Análisis ascenso y descenso de pasajeros para escenario propuesto

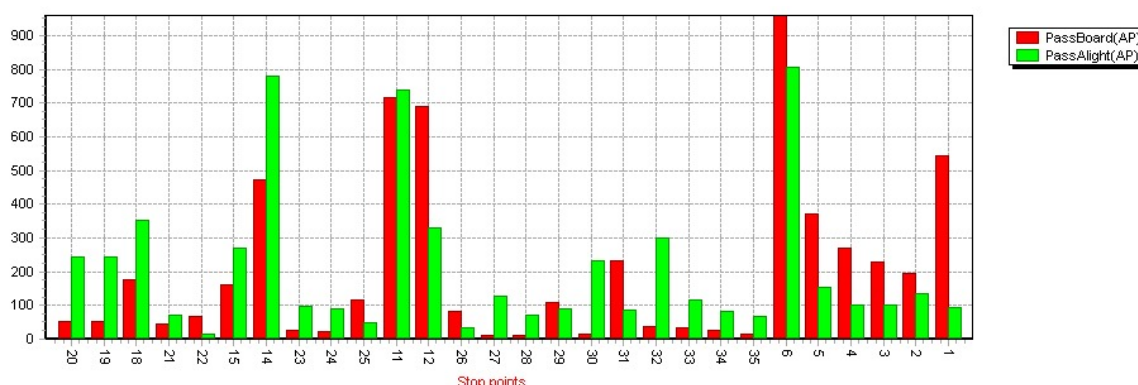
Estos gráficos facilitan comprender el comportamiento de los usuarios en el escenario propuesto. Al igual que en el escenario base, al final de este documento en anexo F se encuentra una tabla que relaciona los stop points con el nombre de las calles a la cual se hace referencia.

Figura 40 Ascenso y descenso de pasajeros línea Elsa 1A



Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

Figura 41 Ascenso y descenso de pasajeros línea Elsa 1A retorno



Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

Las figuras 40 y 41 muestran el comportamiento de los usuarios de la línea Elsa 1A dentro del escenario propuesto, a lo largo de cada calle en su recorrido de ida y retorno respectivamente. Durante los recorridos de ida y retorno, las calles con mayor número de ascensos son: O-1, Humberto Ayala y Av. Nicolas Lapentti, y las calles con mayor número de descensos son: O-1, Av. Samuel Cisneros y Humberto Ayala. Esta propuesta impacta en el nivel de demanda que se tenía en la situación actual debido a la restructuración de los puntos de paradas. Los usuarios que suben o bajan en determinada calle, ahora tendrán que hacerlo en el paradero más cercano. Con lo cual se reorganiza la demanda teniendo aumentos en los ascensos y descensos en las calles que se muestran a continuación.

Tabla 12 Impacto de la propuesta en el nivel de demanda de la ruta Elsa 1A ida

Calle	Stop point	Aumento ascensos	Aumento descensos
Calle O-1 (Aerovía)	6	69%	53%
Calle Loja	8	0%	33%
Calle Sibambe	9	40%	0%
Av. Nicolas Lapentti	11	54%	59%
Av. Amazonas	14	68%	53%
Batallón Cayambe	16	25%	0%
Av. Juan León Mera	17	0%	50%
Av. Antonio Neumane	18	59%	61%
Calle W1	19	0%	67%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 12 muestra las calles de la ruta Elsa en su recorrido de ida que experimentan aumento en el número de pasajeros que suben o bajan con el escenario propuesto. La calle O-1 en la que se encuentra la estación de la Aerovía presenta aumentos del 69% de ascensos y 53% de descensos.

**Tabla 13 Impacto de la propuesta en el nivel de demanda de la ruta Elsa 1A
retorno**

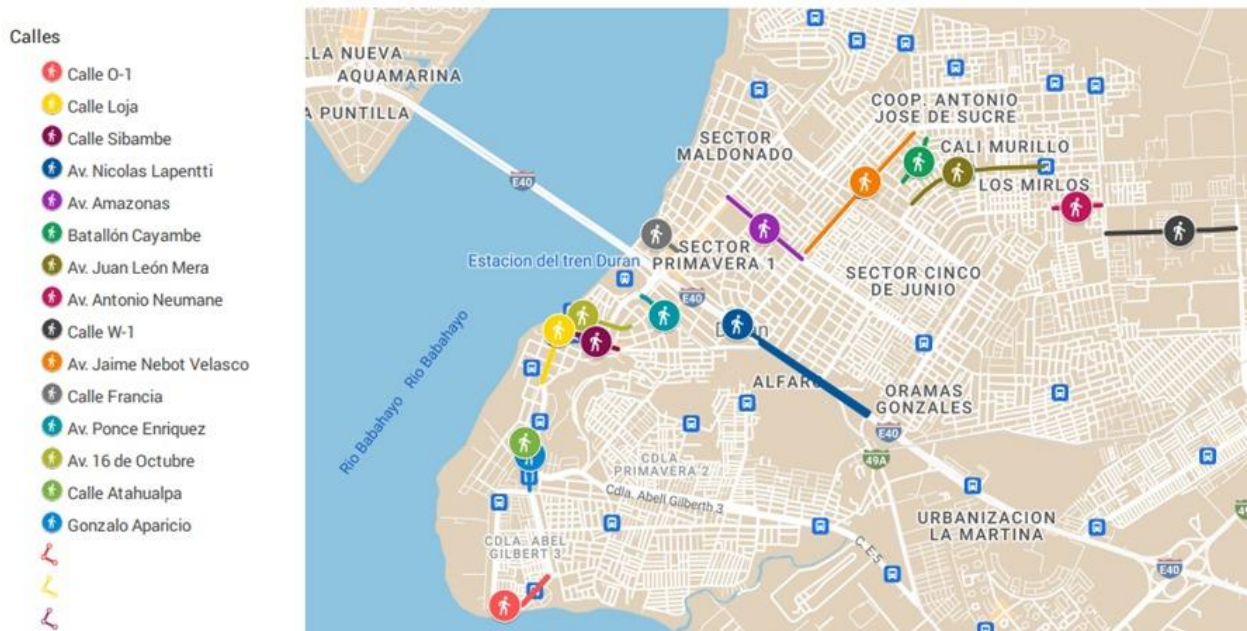
Calle	Stop point	Aumento ascensos	Aumento descensos
Calle O-1 (Aerovía)	6	27%	57%
Av. Antonio Neumane	18	59%	61%
Av. Jaime Nebot Velasco	22	0%	15%
Calle Francia	27	0%	62%
Av. Ponce Enríquez	29	59%	0%
Calle Sibambe	30	0%	56%
Av. 16 de Octubre	31	62%	0%
Calle Loja	32	0%	67%
Calle Atahualpa	34	31%	0%
Gonzalo Aparicio	35	26%	0%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 13 muestra las calles de la ruta Elsa en su recorrido de retorno que experimentan aumento en el número de pasajeros que suben o bajan con el escenario propuesto. La calle O-1 en la que se encuentra la estación de la Aerovía presenta aumentos del 27% de ascensos y 57% de descensos.

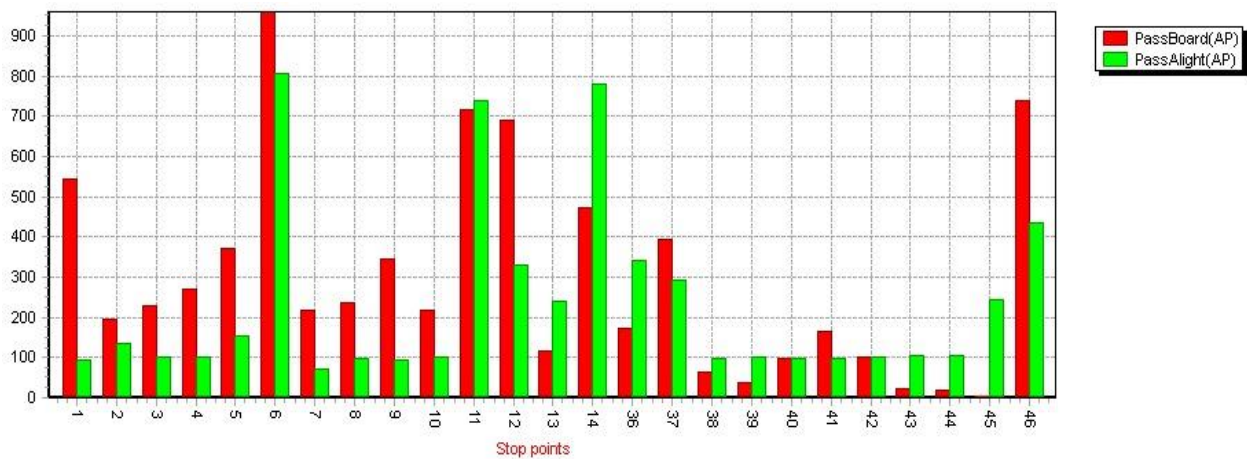
Por medio de la figura 42, se presenta una representación visual de la ubicación de los paraderos de la ruta Elsa 1A con su respectiva leyenda, en los que el número de ascensos y descensos se incrementa con el escenario propuesto.

Figura 42 Paraderos de la ruta Elsa con incremento en el número de ascensos y descensos



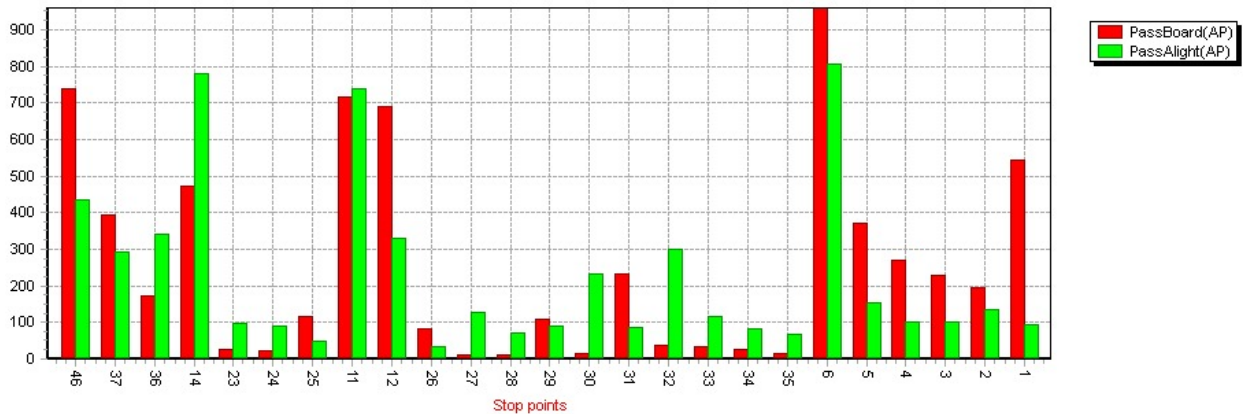
Fuente: Elaboración propia en Google Maps

Figura 43 Ascenso y descenso de pasajeros línea Oramas 1B



Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

Figura 44 Ascenso y descenso de pasajeros línea Oramas 1B retorno



Fuente: Elaboración propia en PTV Visum

Las figuras 43 y 44 muestran el comportamiento de los usuarios de la línea Oramas 1B dentro del escenario propuesto, a lo largo de cada calle en su recorrido de ida y retorno respectivamente. Durante los recorridos de ida y retorno, las calles con mayor número de ascensos son: O-1, 104 y Av. Nicolas Lapentti, y las calles con mayor número de descensos son: O-1, Av. Samuel Cisneros y Humberto Ayala. A continuación, se presenta los resultados de la demanda reorganizada debido a la propuesta.

Tabla 14 Impacto de la propuesta en el nivel de demanda de la ruta Oramas 1B ida

Calle	Stop point	Aumento ascensos	Aumento descensos
Calle O-1 (Aerovía)	6	60%	58%
Calle Loja	8	0%	33%
Calle Sibambe	9	40%	0%
Av. Nicolas Lapentti	11	63%	51%
Calle 9	37	7%	0%
Calle T-2	39	50%	0%
Calle 115	40	50%	0%
Calle S/N	43	25%	0%
Av. Manuela Cañizares	44	25%	0%
Oramas Gonzales	45	0%	51%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 14 muestra las calles de la ruta Oramas 1B en su recorrido de ida que experimentan aumento en el número de pasajeros que se suben o bajan con el

escenario propuesto. La calle O-1 en la que se encuentra la estación de la Aerovía presenta aumentos del 60% de ascensos y 58% de descensos.

**Tabla 15 Impacto de la propuesta en el nivel de demanda de la ruta Oramas 1B
retorno**

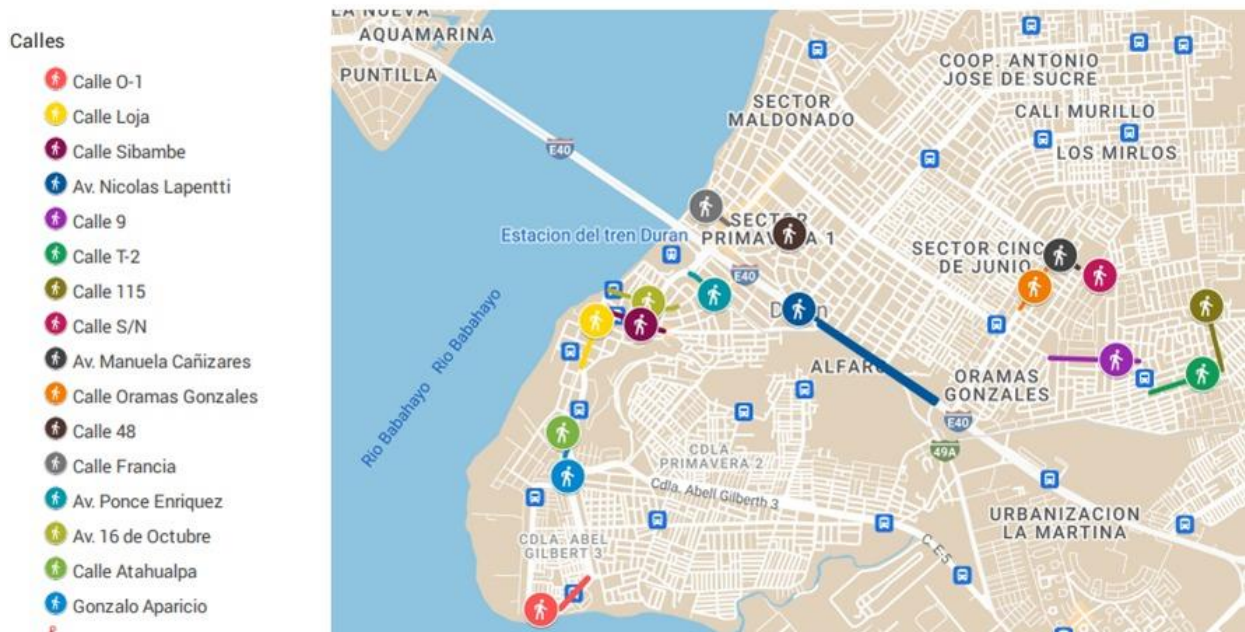
Calle	Stop point	Aumento ascensos	Aumento descensos
Calle O-1 (Aerovía)	6	33%	51%
Calle 48	25	57%	0%
Calle Francia	27	0%	25%
Av. Ponce Enríquez	29	59%	0%
Calle Sibambe	30	0%	55%
Av. 16 de Octubre	31	67%	0%
Calle Loja	32	0%	64%
Calle Atahualpa	34	27%	0%
Gonzalo Aparicio	35	27%	0%
Estación final	46	7%	8%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 15 muestra las calles de la ruta Oramas 1B en su recorrido de retorno que experimentan aumento en el número de pasajeros que se suben o bajan con el escenario propuesto. La calle O-1 en la que se encuentra la estación de la Aerovía presenta aumentos del 33% de ascensos y 51% de descensos.

Por medio de la figura 45, se presenta una representación visual de la ubicación de los paraderos de la ruta Oramas 1B con su respectiva leyenda, en los que el número de ascensos y descensos se incrementa con el escenario propuesto.

Figura 45 Paraderos de la ruta Oramas con incremento en el número de ascensos y descensos



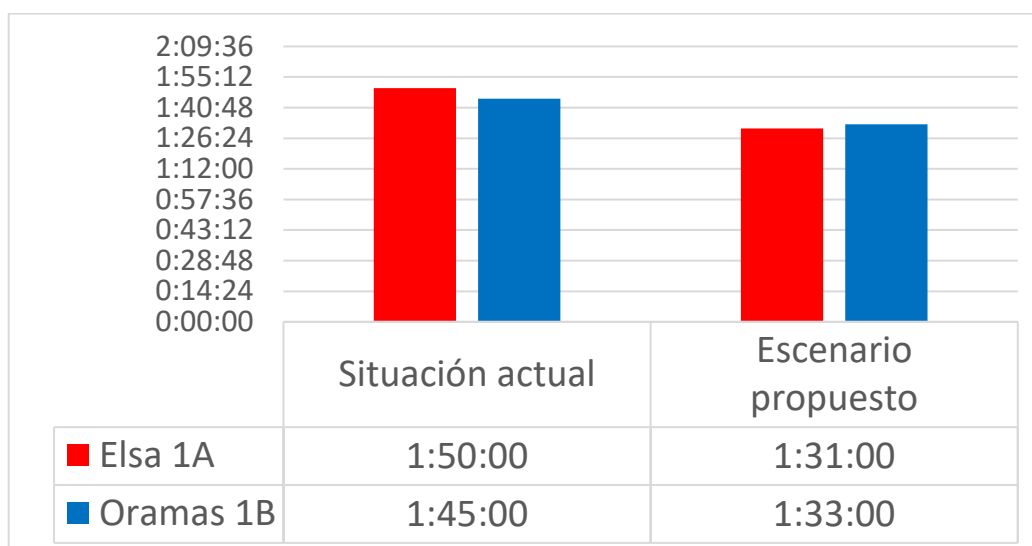
Fuente: Elaboración propia en Google Maps

3.4. Análisis comparativo

Para comparar el escenario base o situación actual frente al escenario propuesto, se analizaron los principales resultados generados por el modelo en el programa PTV Visum, se hace referencia al tiempo de viaje, tiempo de recorrido y tiempo de caminata. Indicadores que permiten comparar y medir la eficiencia del sistema de transporte de manera cuantitativa.

Comparando la situación actual con el escenario de implementar paraderos destinados al ascenso y descenso de pasajeros, claramente esta estrategia se ve reflejada en la variable tiempo de viaje. Actualmente el tiempo de viaje promedio para la ruta Elsa 1A es de 1 hora y 50 minutos, mientras que para la ruta Oramas 1B, el tiempo promedio de viaje es de 1 hora y 45 minutos. En ambos casos, los valores de tiempo están afectados por las múltiples paradas en una misma calle (2 o 3 paradas en promedio) al no contar con paraderos oficiales. Lo que sin duda ralentiza el cumplimiento de los recorridos.

Figura 46 Tiempo de viaje escenario actual vs escenario propuesto



Fuente: Elaboración propia

La alternativa propuesta ofrece menores tiempos de viaje en comparación con el escenario actual para las dos rutas como se observa en la figura 46. Los resultados son una disminución del 17.27% en el tiempo de viaje de la ruta Elsa 1A y una disminución del 11.43% para la ruta Oramas 1B. Al incorporar los 46 puntos estratégicos de paradas, las interrupciones por ascenso y descenso de pasajeros disminuyen, permitiendo que los recorridos en las líneas alimentadoras sean más fluidos y rápidos.

Por otro lado, los tiempos que toma a cada ruta llegar hasta la estación de la Aerovía en Durán, desde el inicio del ciclo en la estación de buses en la calle Z y su retorno desde los sectores Elsa y Oramas Gonzales, se presentan a continuación.

Tabla 16 Tiempos de viaje hacia estación de Aerovía

Línea	Llegada a estación		Regreso a la estación		Tiempo Ahorrado	
	Situación actual	Escenario propuesto	Situación actual	Escenario propuesto	Llegada estación	Regreso estación
Elsa	10min 58s	9min 23s	48min 25s	35min 46s	15.80%	25.81%
Oramas	10min 58s	9min 23s	44min 5s	33min 42s	15.80%	25.54%

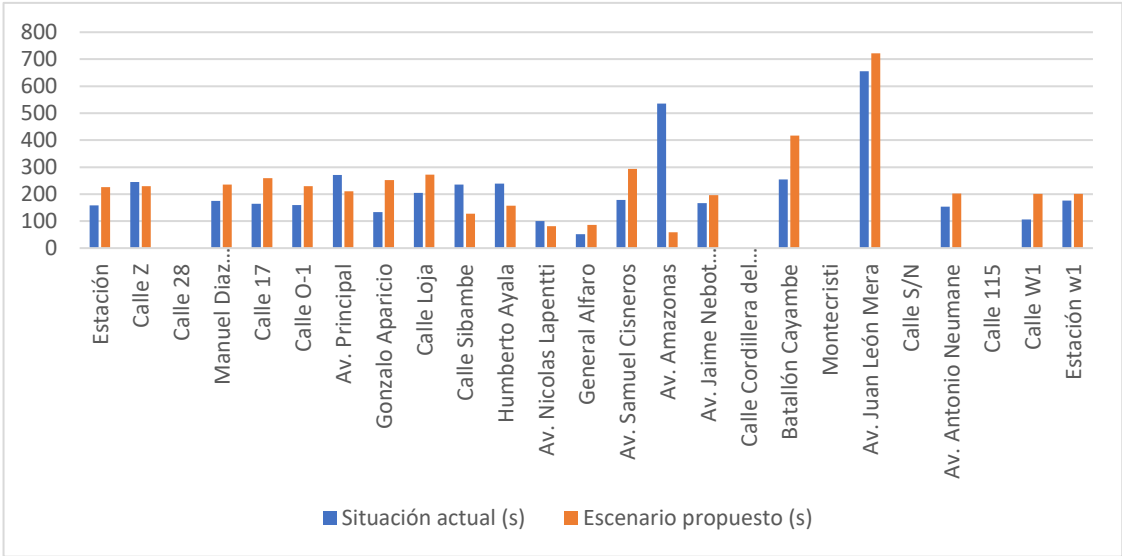
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16 se presenta los resultados de la situación actual en comparación al escenario propuesto. Se visualiza un ahorro del 15.8% del tiempo que les toma a las

unidades de transporte de la ruta Elsa llegar hasta la estación de la Aerovía desde el inicio del recorrido en la calle Z. También se observa un ahorro del 25.81% del tiempo que se toma en llegar a dicha estación desde el sector Elsa. De igual manera, se visualiza un ahorro del 15.8% del tiempo que les toma a las unidades de transporte de la ruta Oramas llegar hasta la estación de la Aerovía desde el inicio de su recorrido en la calle Z. Mientras que, se observa un ahorro del 25.54% del tiempo que se toma en llegar a dicha estación desde el sector Oramas Gonzales.

Comparando la variable tiempo de caminata en el escenario actual con el escenario propuesto, se observó que la alternativa planteada tiene un impacto tanto positivo como negativo en la variable antes mencionada. Los usuarios del servicio tendrán que desplazarse un poco más para acceder a la red de transporte. Los resultados de esta comparación se han sintetizado en gráficos de barras, donde el eje de las abscisas representa las calles con paraderos y el eje de las ordenadas representa el tiempo promedio de caminata en segundos. Las barras de color azul figuran la situación actual, mientras que las barras de color naranja el escenario propuesto.

Figura 47 Tiempo promedio de caminata hacia las paradas de ruta Elsa 1A ida



Fuente: Elaboración propia

En la figura 47 se observa que los usuarios de la ruta Elsa en su recorrido de ida consumen un mayor tiempo de caminata para acceder al paradero de la Av. Juan León

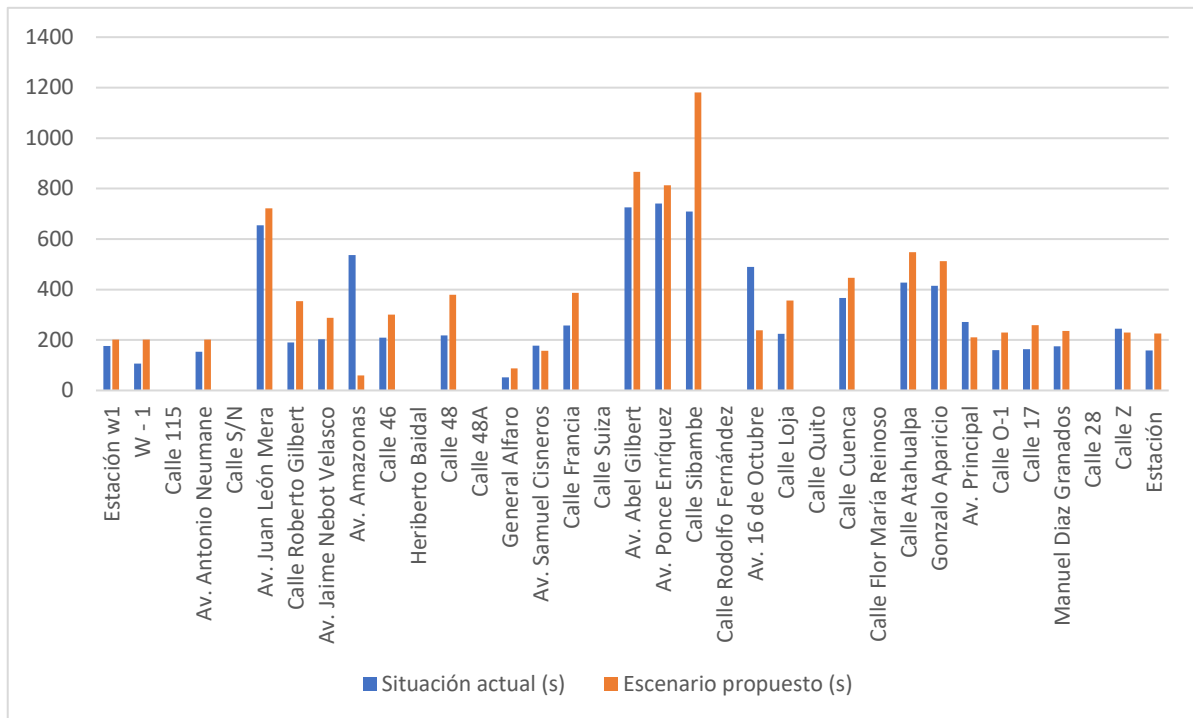
Mera. También se aprecia los paraderos que están siendo impactados positivamente por la propuesta, ubicados en las calles: Z, Av. Principal, Sibambe, Humberto Ayala, Av. Nicolas Lapentti y Av. Amazonas. Además, los paraderos afectados con la propuesta y localizados en las calles: Manuel Diaz Granados, 17, O-1, Gonzalo Aparicio, Loja, General Alfaro, Av. Samuel Cisneros, Av. Jaime Nebot Velasco, Batallón Cayambe, Av. Juan León Mera, Av. Antonio Neumane y W1, como se resume en la tabla 17.

Tabla 17 Impacto del tiempo promedio de caminata hacia paraderos ruta Elsa 1A ida

Calle mejora			
Calle Z	6,12%	Humberto Ayala	34,31%
Av. Principal	22,51%	Av. Nicolas Lapentti	19,00%
Calle Sibambe	46,19%	Av. Amazonas	88,99%
Calle no mejora			
Manuel Diaz Granados	34,86%	Av. Samuel Cisneros	65,17%
Calle 17	57,93%	Av. Jaime Nebot Velasco	17,37%
Calle O-1	43,12%	Batallón Cayambe	64,17%
Gonzalo Aparicio	88,06%	Av. Juan León Mera	10,23%
Calle Loja	32,68%	Av. Antonio Neumane	31,17%
General Alfaro	65,38%	Calle W1	89,62%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 48 Tiempo promedio de caminata hacia las paradas de ruta Elsa 1A
retorno**



Fuente: Elaboración propia

En la figura 48 se observa que los usuarios de la ruta Elsa 1A en su recorrido de retorno consumen un mayor tiempo de caminata para acceder al paradero de la calle Sibambe. También se aprecia los paraderos que están siendo impactados positivamente por la propuesta, ubicados en las calles: Av. Amazonas, Av. Samuel Cisneros, Av. 16 de Octubre, Av. Principal y Z. Además, los paraderos afectados con la propuesta y localizados en las calles: W1, Av. Antonio Neumane, Av. Juan León Mera, Roberto Gilbert, Av. Jaime Nebot Velasco, 46, 48, General Alfaro, Francia, Av. Abel Gilbert, Av. Ponce Enríquez, Sibambe, Loja, Cuenca, Atahualpa, Gonzalo Aparicio, O-1, 17 y Manuel Díaz Granados, como se resume en la tabla 18.

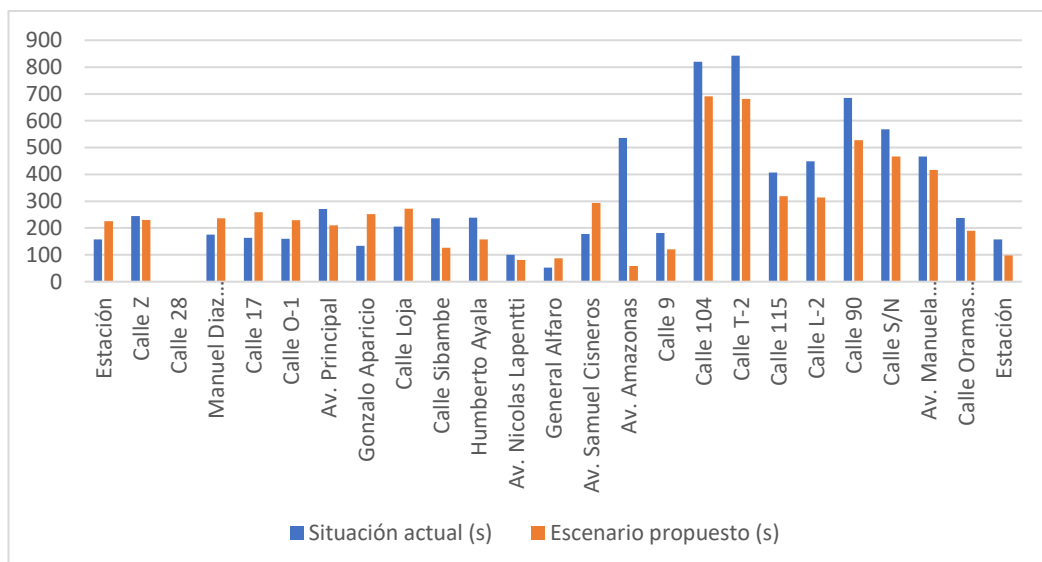
**Tabla 18 Impacto del tiempo promedio de caminata hacia paraderos ruta Elsa 1A
retorno**

Calle mejora			
Av. Amazonas	88,99%	Av. Principal	22,51%
Av. Samuel Cisneros	11,79%	Calle Z	6,12%
Av. 16 de Octubre	51,43%		

Calle no mejora			
Calle W1	89,62%	Av. Abel Gilbert	19,45%
Av. Antonio Neumane	31,17%	Av. Ponce Enríquez	9,72%
Av. Juan León Mera	10,23%	Calle Sibambe	66,57%
Calle Roberto Gilbert	86,32%	Calle Loja	59,37%
Av. Jaime Nebot Velasco	41,87%	Calle Cuenca	22,13%
Calle 46	44,02%	Calle Atahualpa	28,34%
Calle 48	73,85%	Gonzalo Aparicio	23,37%
General Alfaro	67,30%	Calle O-1	43,13%
Calle Francia	50,58%	Calle 17	57,93%
Manuel Diaz Granados	34,86%		

Fuente: Elaboración propia

Figura 49 Tiempo promedio de caminata hacia las paradas de ruta Oramas 1B ida



Fuente: Elaboración propia

En la figura 49 se observa que los usuarios de la ruta Oramas 1B en su recorrido de ida consumen un mayor tiempo de caminata para acceder a los paraderos de las calles 104 y T-2. También se aprecia los paraderos que están siendo impactados positivamente por la propuesta, ubicados en las calles: Z, Av. Principal, Sibambe, Humberto Ayala, Av. Nicolas Lapentti, Av. Amazonas, 9, 104, T-2, 115, L-2, 90, calle S/N, Av. Manuela Cañizares y Oramas Gonzales. Además, los paraderos afectados con la propuesta y localizados en las calles: Manuel Diaz Granados, 17, O-1, Gonzalo Aparicio, Loja, General Alfaro y Av. Samuel Cisneros, como se resume en la tabla 19.

Tabla 19 Impacto del tiempo promedio de caminata hacia paraderos ruta Oramas

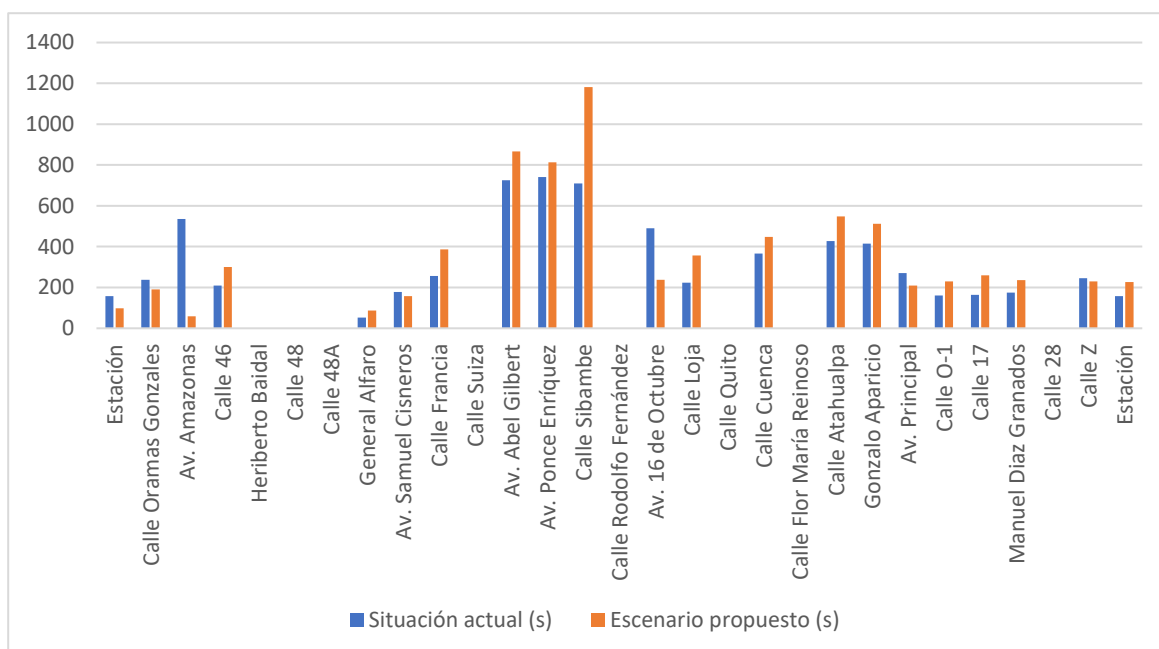
1B ida

Calle mejora			
Calle Z	6,12%	Calle T-2	19,22%
Av. Principal	22,51%	Calle 115	21,62%
Calle Sibambe	46,19%	Calle L-2	30,07%
Humberto Ayala	34,31%	Calle 90	22,92%
Av. Nicolas Lapentti	19,00%	Calle S/N	17,78%
Av. Amazonas	88,99%	Av. Manuela Cañizares	10,92%
Calle 9	33,15%	Calle Oramas Gonzales	20,17%
Calle 104	15,73%		
Calle no mejora			
Manuel Diaz Granados	34,86%	Calle Loja	32,68%
Calle 17	57,93%	General Alfaro	67,30%
Calle O-1	43,12%	Av. Samuel Cisneros	65,17%
Gonzalo Aparicio	88,06%		

Fuente: Elaboración propia

Figura 50 Tiempo promedio de caminata hacia las paradas de ruta Oramas 1B

retorno



Fuente: Elaboración propia

En la figura 50 se observa que los usuarios de la ruta Oramas 1B en su recorrido de retorno consumen un mayor tiempo de caminata para acceder al paradero de la calle Sibambe. También se aprecia los paraderos que están siendo impactados

positivamente por la propuesta, ubicados en las calles: Oramas Gonzales, Av. Amazonas, Av. Samuel Cisneros, Av. 16 de Octubre, Av. Principal y Z. Además, los paraderos afectados con la propuesta y localizados en las calles: 46, General Alfaro, Francia, Av. Abel Gilbert, Av. Ponce Enríquez, Sibambe, Loja, Cuenca, Atahualpa, Gonzalo Aparicio, O-1, 17 y Manuel Diaz Granados, como se resume en la tabla 20.

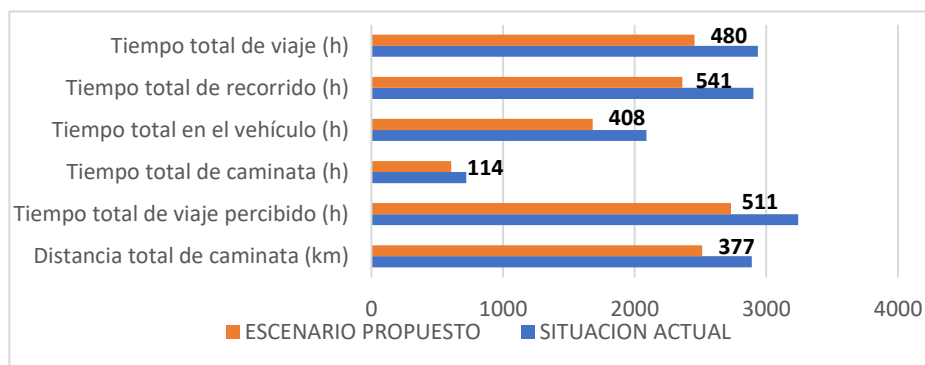
Tabla 20 Impacto del tiempo promedio de caminata hacia paraderos ruta Oramas 1B retorno

Calle mejora			
Calle Oramas Gonzales	20,17%	Av. 16 de Octubre	51,43%
Av. Amazonas	88,99%	Av. Principal	22,51%
Av. Samuel Cisneros	11,79%	Calle Z	6,12%
Calle no mejora			
Calle 46	44,02%	Calle Cuenca	22,13%
General Alfaro	67,30%	Calle Atahualpa	28,34%
Calle Francia	50,58%	Gonzalo Aparicio	23,37%
Av. Abel Gilbert	19,45%	Calle O-1	43,12%
Av. Ponce Enríquez	9,72%	Calle 17	57,93%
Calle Sibambe	66,57%	Manuel Diaz Granados	34,86%
Calle Loja	59,37%		

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, se comparan de manera general, otros indicadores de nivel de servicio arrojados por el software de simulación PTV Visum y que muestran las ventajas que tiene la alternativa propuesta frente a la situación actual de la red de transporte que sirve al sur de Durán.

Figura 51 Comparación de indicadores de nivel de servicio obtenidos en PTV Visum



Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la figura 51 señalan mejoras del 16,35% en el tiempo total de viaje, 18,64% en el tiempo total de recorrido, 19,52% en el tiempo total en el vehículo, 15,83% en el tiempo total de caminata, 15,76 en el tiempo total de viaje percibido y 13,04% en la distancia total de caminata. Estos resultados demuestran como el escenario propuesto permite que la red de transporte público que atiende al sector sur de Durán sea más eficiente al mejorar cada uno de los indicadores de nivel de servicio.

3.5. Análisis de costos

Los cálculos de costos para la implementación de la alternativa propuesta, considera costos variables como: combustible y neumáticos. Se consideró que los costos operativos están directamente relacionados con el tiempo de viaje, es decir, si disminuye dicho tiempo, sus costos también. Con esta premisa, se comparó los costos operativos proporcionados por las cooperativas de transporte como medida del escenario actual. Para el escenario propuesto se tomó en cuenta la reducción en los tiempos de viaje para cada ruta de bus alimentador, como se muestra en las tablas 21 y 22.

Tabla 21 Comparación de costos variables ruta Elsa 1A

Línea 1A						
	Situación actual			Escenario propuesto		
	Costos diarios	Costos mensuales	Costos anuales	Costos diarios	Costos mensuales	Costos anuales
Combustible	\$481,72	\$14.451,60	\$173.419,20	\$466,52	\$13.995,60	\$167.947,20
Neumáticos	\$218,30	\$6.549,00	\$78.588,00	\$211,41	\$6.342,30	\$76.107,60
Total	\$700,02	\$21.000,60	\$252.007,20	\$677,93	\$20.337,90	\$244.054,80

Fuente: Cooperativa de transporte

Tabla 22 Comparación de costos variables ruta Oramas 1B

Línea 1B						
	Situación actual			Escenario propuesto		
	Costos diarios	Costos mensuales	Costos anuales	Costos diarios	Costos mensuales	Costos anuales
Combustible	\$312,73	\$ 9.381,90	\$112.582,80	\$306,48	\$ 9.194,40	\$110.332,80
Neumáticos	\$141,72	\$4.251,60	\$51.019,20	\$138,89	\$4.166,70	\$50.000,40
Total	\$454,45	\$13.633,50	\$163.602,00	\$445,37	\$13.361,10	\$160.333,20

Fuente: Cooperativa de transporte

Las tablas 21 y 22, presentan los costos operativos para la ruta Elsa 1A y Oramas 1B, tanto para el escenario actual como para el escenario propuesto. Considerando ahorros diarios en combustible de \$15,20 y \$6,25 y en neumáticos \$6,89 y \$2,83, proporcionales al ahorro en el tiempo de ciclo respectivamente. Para el caso de la ruta Elsa, el costo total anual para la situación actual es de \$252.007,20, mientras que, para la alternativa propuesta es de \$244.054,80. Lo que implica un ahorro del 3,16% de los costos variables. De manera similar, en la ruta Oramas, el costo total anual para la situación actual es de \$163.602,00, en cambio, para la alternativa propuesta es de \$160.333,20. Generando un ahorro del 2% de los costos variables.

3.6. Entregables

Como parte de los productos que se entregaron a los administradores de Aerovía, se menciona el archivo de macro simulación con extensión desarrollado en el programa PTV Visum. Este archivo cuenta con la información obtenida durante los 4 días de estudio correspondientes al levantamiento de información. En él se muestra las rutas de las líneas alimentadoras estudiadas y la representación isócrona, donde se puede identificar las zonas que tienen acceso al servicio y las zonas que están quedando aisladas del mismo. Además, se incluye en el archivo la simulación de los escenarios propuestos, el archivo de presentación con extensión *.pptx* con la estimación de costos y un manual de uso del software en formato *pdf*.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- El método para la recolección de datos proporcionó información respecto a la demanda de pasajeros que tiene las líneas Elsa 1A y Oramas 1B durante su recorrido. Se pudo observar que el 75% de los tramos de recorrido como: calle 28, calle Quito, calle 48A, calle 115, entre otras, la demanda de pasajeros es menor a 10.
- Las mediciones de campo a través de la ficha de observación realizadas de forma correcta son clave para introducir indicadores de calidad al modelo de simulación y obtener buenos resultados.
- Se realizó la correcta importación de la matriz O-D por zonas en el programa PTV Visum. Con esta herramienta se pudo observar el comportamiento de la red de transporte de las líneas Elsa y Oramas.
- Por medio del mapa de isócronas, se considera que los sectores Maldonado, Cinco de Junio, El Recreo I Etapa, Panorama, Brisas de Santay y Delia presentan poca accesibilidad para incorporarse a la red. Estas zonas están parcialmente cubiertas por las rutas alimentadoras, lo cual no es eficiente. Es necesario hacer un cambio en el diseño de las rutas con la finalidad de ampliar las curvas de isócronas y a su vez garantizar mayor accesibilidad a la red de transporte y atracción de nuevos usuarios del servicio.
- Se identificó que las rutas Elsa - 1A y Oramas - 1B están conformadas en su gran mayoría por las mismas calles, especialmente en el centro de la ciudad, por lo que las zonas adjuntas están quedando fuera del servicio. Para solucionar esto, se sugiere cambios en las rutas para garantizar mayor accesibilidad al servicio.
- El cambio propuesto de implementar paraderos en la red de transporte contribuye a brindar un mejor nivel de servicio disminuyendo los tiempos de viaje en un 17.27% y 11.43% para las rutas Elsa 1A y Oramas 1B

respectivamente y, por ende, ofrecer viajes más rápidos y fluidos que atraerían a más usuarios, incrementando la demanda del servicio.

- Esta investigación es importante para la realización de nuevos trabajos que involucren la viabilidad, en cuanto a la infraestructura de las paradas que se sugiere.
- La macro simulación en PTV Visum facilita la comparación de escenarios, evaluar su implementación y optimizar el tiempo en la toma de decisiones.

4.2. Recomendaciones

- Considerar que para una simulación más rigurosa es necesario la recolección de un mayor volumen de datos en el sector de interés, empleando una mayor cantidad de recurso humano y durante un periodo de tiempo más extenso.
- Se recomienda para futuras investigaciones, considerar la medición del flujo vehicular y su implementación en la simulación para obtener resultados más acordes a la realidad actual dado que es un factor que afecta a variables como: tiempo de viaje y tiempo de espera.
- Considerar para la simulación otros factores que intervienen en la asignación de viajes. Factores tales como uso del suelo y otros modos de transporte presentes en la zona de estudio.
- Se recomienda contar con una matriz origen - destino para poder incorporar a los no usuarios del sistema y determinar el impacto en la demanda ante un cambio en el servicio de transporte público.
- Considerar la infraestructura de las calles dentro del análisis para establecer puntos de parada ya que es importante en el estudio de viabilidad para la construcción de las mismas.

BIBLIOGRAFÍA

- Antoja, M. (31 de Julio de 2020). *Tu proyecto de vida*. Obtenido de El transporte sostenible: ¿Por qué es tan importante?: <https://www.tuprojectodevida.es/transporte-sostenible/>
- Arteaga , J. (2019). Estudio de movilidad estimado y costo real por usuario del Sistema de Transporte Metro de Quito [tesis de maestría]. *Universidad Central de Quito*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18760/1/T-UCE-0011-ICF-138.pdf>
- Autoridad de Tránsito Municipal de Guayaquil – ATM. (1 de Junio de 2015). Estudio de factibilidad de un sistema de transporte masivo alternativo para la ciudad de Guayaquil. Transporte Aereo suspendido- Aerovía. Obtenido de <https://www.guayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/2021/10/Resumen-ejecutivo-AEROVIA.pdf>
- Castellanos, F. (19 de Diciembre de 2021). *En primer año de operación, Aerovía no logró demanda esperada de pasajeros. Un aumento del 30 % de usuarios se espera en el 2022*. Obtenido de El Universo: <https://www.eluniverso.com/guayaquil/comunidad/en-primer-ano-de-operacion-aerovia-no-logro-demanda-esperada-de-pasajeros-un-aumento-del-30-de-usuarios-se-espera-en-el-2022-nota/>
- El Universo*. (13 de Diciembre de 2020). Obtenido de <https://www.eluniverso.com/guayaquil/2020/12/11/nota/8080276/aerovia-es-realidad-guayaquil-marca-inicio-nueva-era/>
- Fernandez, A., & Rozas, M. (2010). *Metodología* . Buenos Aires: HVMANITAS. Obtenido de <http://www.ts.ucr.ac.cr/binarios/libros/libros-000010.pdf>
- Ibercondor*. (28 de Diciembre de 2020). Obtenido de <https://ibercondor.com/blog/transporte-multimodal-que-es-y-cuando-se-utiliza/>
- INEC. (2020). *Censo de Poblacion y Vivienda 2020*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Censos: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>
- Instituto Tecnológico de Aragón. (2022). *elogística*. Obtenido de Simulación de procesos: <https://www.fib.upc.edu/retro-informatica/avui/simulacio.html>

- Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial. (25 de Junio de 2012).
Obtenido de <https://www.bing.com/search?q=REGLAMENTO+A+LEY+DE+TRANSPORTE+TERRESTRE+TRANSITO+Y+SEGURIDAD+VIAL&cvid=3e390ba4b8544cdb9ca6c6e027a3ceb4&aqs=edge..69i57j69i11004.688j0j1&pglt=43&FORM=ANNAB1&PC=HCTS>
- Maji , D., & Alban, P. (2021). Aerovía en el transporte urbano: caracterización de la demanda de la Aerovía como medio de transporte urbano de pasajeros [tesis de pregrado]. *Escuela Superior Politécnica del Litoral*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/54284>
- PTV Visum. (s.f.). *PTV Visum*. Obtenido de Planificación del transporte público con PTV Visum: <https://www.ptvgroup.com/es/soluciones/productos/ptv-visum/areas-de-aplicacion/planificacion-del-transporte-publico/>
- Roldán, P. N. (3 de Enero de 2019). *economipedia*. Obtenido de Modelo matemático: <https://economipedia.com/definiciones/modelo-matematico.html>
- Ruíz, M. (6 de Julio de 2017). *Docplayer*. Obtenido de Modelación de una red de transporte universitaria mediante el software VISUM 15: <https://docplayer.es/90934796-Modelacion-de-una-red-de-transporte-universitaria-mediante-el-software-visum-15.html>
- Valdés Serrano, C. (13 de Junio de 2008). *Universidad Politécnica de Madrid*. Obtenido de Integración de modelos estratégicos con modelos de transporte. Aplicación al modelo Mars: https://oa.upm.es/1449/2/080926_TT2_Interfaz_VISUM_MARSx.pdf
- Henao, J. J. P., & Calderón, C. A. G. (2010). Methodology for the study of the demand of public transportation in rural areas | Metodología para estudio de demanda de transporte público de pasajeros en zonas rurales. *Revista Facultad de Ingeniería*, 53, 106–118.
- Istianto, B., & Djajasinga, N. (2021). Analysis of the Performance of Public Transportation Services in the Traffic Perspective of the City of Bandung, West Java, Indonesia. *Review of International Geographical Education Online*, 11(5), 3090–3102. <https://doi.org/10.48047/rigeo.11.05.201>

Song, Q., Xu, J., & Xiangli, Y. (2022). Analysis of Urban Public Transport System Based on Complex Network. In *Lecture Notes in Electrical Engineering: Vol. 867 LNEE*. https://doi.org/10.1007/978-981-16-9909-2_71

ANEXOS

Anexo A Formatos fichas de observación

- Ruta Elsa 1A

Seguimiento a usuarios				
Ruta:		Fecha[dd/mm/aaaa]:		
Hora de Salida:	Llegada:	Placa:	Modelo:	
Tipo de vehículo:		Capacidad:	Nombre del conductor:	
Calle/Avenida	Sector/Ubicación	Pasajeros		Totales
		Suben	Bajan	
Calle Z	Los Helechos			
Calle 28				
Calle Manuel Díaz Granados				
Calle 17	Abel Gilbert 3			
Calle O-1				
Av. Principal				
Av. Gonzalo Aparicio	Centro de Durán			
Calle Loja				
Calle Sibambe				
Av. Humberto Ayala	Ferroviana 2			
Av. Nicolas Lapentti	Ferroviana			
Calle General Alfaro	Primavera 1			
Av. Samuel Cisneros				
Av. Amazonas				
Av. Jaime Nebot Velasco	Cdte. 3 de Junio			
Calle Cordillera del Cóndor	Ana María de Olmedo			
Batallón Cayambe	Roberto Gilbert			
Montecristi	Elsa Bucaram			
Av. Juan León Mera	Los Naranjos			
Calle S/N	María Luisa de Gilbert			
Av. Antonio Neumane	Modular			
Calle 113	Cerro Redondo			
W - 1	Por un Futuro Mejor			
Totales				
Registro de demoras				
Calle/Avenidas	tiempo de ascenso	tiempo de descenso	Otros	Totales
Calle Z				
Calle 28				
Calle Manuel Díaz Granados				
Calle 17				
Calle O-1				
Av. Principal				
Av. Gonzalo Aparicio				
Calle Loja				
Calle Sibambe				
Av. Humberto Ayala				
Av. Nicolas Lapetti				
Calle General Alfaro				
Av. Samuel Cisneros				
Av. Amazonas				
Av. Jaime Nebot Velasco				
Calle Cordillera del Cóndor				
Batallón Cayambe				
Montecristi				
Av. Juan León Mera				
Calle S/N				
Av. Antonio Neumane				
Calle 113				
W - 1				
Totales				
Observaciones: _____				

Seguimiento a usuarios				
Ruta: _____		Fecha(dd/mm/aaaa): _____		
Hora Salida: _____	Llegada: _____	Placa: _____	Modelo: _____	
Tipo de vehículo: _____		Capacidad: _____	Nombre del conductor: _____	
Calle/Avenida	Sector/Ubicación	Pasajeros		Totales
		Suben	Bajan	
Calle W-1	Por un Futuro Mejor			
Calle 115	Cerro Redondo			
Av. Antonio Neumann	Modular			
Calle S/W	María Luisa de Gilbert			
Av. Juan León Mera	Los Naranjos			
Calle Roberto Gilbert	Roberto Gilbert			
Av. Jaime Nebot Velasco	Ana María de Orosco			
Av. Amazonas	Calle 5 de Junio			
Calle 46	Liga Deportivo Cantonal			
Heriberto Baidal				
Calle 48	Primavera 1			
Calle 48A				
General Alfaro				
Av. Samuel Cisneros				
Calle Francia	Rio Guayas			
Calle Suta				
Av. Abel Gilbert	Ferrovía 1			
Av. Ponce Enriquez	Ferrovía 2			
Calle Sibamba				
Calle Rodolfo Fernandez				
Av. 16 de Octubre	Centro de Durán			
Calle Loja				
Calle Cuito				
Calle Cuenca				
Calle Flor Reinoso				
Calle Atahualpa				
Gonzalo Aparicio	Abel Gilbert 3			
Manuel Díaz Granados				
Av. Principal				
Calle O-1				
Calle 17				
Calle 28	Los Halcóns			
Calle 2				
Totales				
Registro de demoras				
Calle/Avenida	tiempo de ascenso	tiempo de descenso	Otros	Totales
Calle W-1				
Calle 115				
Av. Antonio Neumann				
Calle S/W				
Av. Juan León Mera				
Calle Roberto Gilbert				
Av. Jaime Nebot Velasco				
Av. Amazonas				
Calle 46				
Heriberto Baidal				
Calle 48				
Calle 48A				
General Alfaro				
Av. Samuel Cisneros				
Calle Francia				
Calle Suta				
Av. Abel Gilbert				
Av. Ponce Enriquez				
Calle Sibamba				
Calle Rodolfo Fernandez				
Av. 16 de Octubre				
Calle Loja				
Calle Cuito				
Calle Cuenca				
Calle Flor Reinoso				
Calle Atahualpa				
Gonzalo Aparicio				
Manuel Díaz Granados				
Av. Principal				
Calle O-1				
Calle 17				
Calle 28				
Calle 2				
Observaciones: _____				

Seguimiento de la operación de los alimentadores				
Sitio/Calle		Tiempo de viaje		
Desde	Hasta	Hora Inicio	Hora Fin	Tiempo gastado
Calle Z	Calle 28			
Calle 28	Manuel Diaz Granados			
Manuel Diaz Granados	Calle 17			
Calle 17	Calle O-1			
Calle O-1	Av. Principal			
Av. Principal	Gonzalo Aparicio			
Gonzalo Aparicio	Calle Loja			
Calle Loja	Calle Sibambe			
Calle Sibambe	Humberto Ayala			
Humberto Ayala	Av. Nicolas Lapentti			
Av. Nicolas Lapentti	General Alfaro			
General Alfaro	Av. Samuel Cisneros			
Av. Samuel Cisneros	Av. Amazonas			
Av. Amazonas	Av. Jaime Nebot Velasco			
Av. Jaime Nebot Velasco	Calle Cordillera del Condor			
Calle Cordillera del Condor	Batallon Cayambe			
Batallon Cayambe	Montecrisiti			
Montecrisiti	Av. Juan León Mera			
Av. Juan León Mera	Calle S/N			
Calle S/N	Av. Antonio Neumane			
Av. Antonio Neumane	Calle 115			
Calle 115	W - 1			
Tiempo del recorrido:			Tiempo total gastado	

- Ruta Oramas 1B

Seguimiento de la operación de los alimentadores				
Sitio/Calle		Tiempo de viaje		
Desde	Hasta	Hora Inicio	Hora Fin	Tiempo gastado
Calle Z	Calle 28			
Calle 28	Manuel Diaz Granados			
Manuel Diaz Granados	Calle 17			
Calle 17	Calle O-1			
Calle O-1	Av. Principal			
Av. Principal	Gonzalo Aparicio			
Gonzalo Aparicio	Calle Loja			
Calle Loja	Calle Sibambe			
Calle Sibambe	Humberto Ayala			
Humberto Ayala	Av. Nicolas Lapentti			
Av. Nicolas Lapentti	General Alfaro			
General Alfaro	Av. Samuel Cisneros			
Av. Samuel Cisneros	Av. Amazonas			
Av. Amazonas	Calle 9			
Calle 9	Calle 104			
Calle 104	Calle T-2			
Calle T-2	Calle 115			
Calle 115	Calle L-2			
Calle L-2	Calle 90			
Calle 90	Calle S/N			
Calle S/N	Av. Manuela Cañizares			
Av. Manuela Cañizares	Calle Principal Oramas Gonzales			
Tiempo del recorrido:			Tiempo total gastado	

Seguimiento a usuarios				
Ruta:		Fecha(dd/mm/aaaa):		
Hora de Salida:	Llegada:	Placa:	Modelo:	
Tipo de vehículo:	Capacidad:	Nombre del conductor:		
Calle/Avenida	Sector/Ubicación	Pasajeros		Totales
		Suben	Bajan	
Calle 2	Los Helechos			
Calle 28				
Manuel Díaz Granados	Abel Gilbert 3			
Calle 17				
Calle O-1				
Av. Principal				
Av. Gonzalo Aparicio	Centro de Durán			
Calle Loja				
Calle Sibambe				
Av. Humberto Aysa	Ferroviana			
Av. Nicolás Lapetti	Democracia Norte			
Calle General Alfaro				
Av. Samuel Cisneros	Primavera 1			
Av. Amazonas	Cds. 5 de Junio			
Calle 9	Coop. Gregorio			
Calle 104				
Calle T-2				
Calle 115				
Calle L-2				
Calle 90				
Calle S/N	Oramas Gonzales			
Av. Manuela Cañizares				
Calle Principal Oramas Gonzales				
Totales				
Registro de demoras				
Calle/Avenidas	tiempo de ascenso	tiempo de descenso	Otros	Totales
Calle 2				
Calle 28				
Manuel Díaz Granados				
Calle 17				
Calle O-1				
Av. Principal				
Av. Gonzalo Aparicio				
Calle Loja				
Calle Sibambe				
Av. Humberto Aysa				
Av. Nicolás Lapetti				
Calle General Alfaro				
Av. Samuel Cisneros				
Av. Amazonas				
Calle 9				
Calle 104				
Calle T-2				
Calle 115				
Calle L-2				
Calle 90				
Calle S/N				
Av. Manuela Cañizares				
Calle Principal Oramas Gonzales				
Totales				
Observaciones: _____				

Seguimiento a usuarios				
Ruta:			Fecha(dd/mm/aaaa):	
Hora: Salida:	Llegada:	Placa:	Modelo:	
Tipo de vehículo:		Capacidad:	Nombre del conductor:	
Calle/Avenida	Sector/Ubicación	Pasajeros		Totales
		Suben	Sejan	
Calle Principal Oramas Gonzales	Oramas Gonzales			
Av. Amazonas	Colla. 3 de Junio			
Calle 46	Liga Deportivo Cantonal			
Av. Pedro Vicente Maldonado				
Calle 48				
Calle 48A	Primavera 1			
General Alfaro				
Av. Samuel Cisneros				
Calle Francia	Río Guayas			
Calle Suiza				
Av. Ponce Enriquez				
Calle Sibambe	Ferroviana 2			
Calle Rodolfo Fernandez				
Av. 16 de Octubre				
Calle Loja				
Calle Quito				
Calle Cuenca	Centro de Durán			
Calle Flor Reinoso				
Calle Atahualpa				
Gonzalo Aparicio				
Manuel Diaz Granados				
Av. Principal	Abel Gilbert 3			
Calle O-1				
Calle 17				
Calle 28				
Calle Z	Los Helechos			
Totales				
Registro de demoras				
Calle/Avenidas	tiempo de ascenso	tiempo de descenso	Otros	Totales
Calle Principal Oramas Gonzales				
Av. Amazonas				
Calle 46				
Av. Pedro Vicente Maldonado				
Calle 48				
Calle 48A				
General Alfaro				
Av. Samuel Cisneros				
Calle Francia				
Calle Suiza				
Av. Ponce Enriquez				
Calle Sibambe				
Calle Rodolfo Fernandez				
Av. 16 de Octubre				
Calle Loja				
Calle Quito				
Calle Cuenca				
Calle Flor Reinoso				
Calle Atahualpa				
Gonzalo Aparicio				
Manuel Diaz Granados				
Av. Principal				
Calle O-1				
Calle 17				
Calle 28				
Calle Z				
Observaciones:				

Anexo B Matriz de viajes resultante del método Furness situación actual

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	11	11	11	11	11	11	11	11
2	0	0	0	0	0	4	0	0
3	0	0	4	0	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	7	7	7	7	7	7	7	7
6	11	11	11	11	11	11	11	11
7	0	0	4	0	4	4	4	4
8	7	7	7	7	7	7	7	7

Anexo C Matriz de viajes resultante del método Furness situación propuesta

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	11	11	11	11	11	11	11	11
2	4	4	4	4	4	4	4	4
3	4	4	4	4	4	4	4	4
4	4	7	4	4	7	7	7	7
5	7	7	7	7	7	7	7	7
6	7	11	7	7	11	11	7	7
7	4	7	4	4	7	7	4	4
8	4	7	4	4	7	7	7	7

Anexo D Demanda de pasajeros por calle de la red de transporte

Línea Elsa 1A		Línea Oramas 1B	
Calle/Avenida	Demanda	Calle/Avenida	Demanda
Calle Z	23	Calle Z	31
Calle 28	2	Calle 28	2

Calle Manuel Días Granados	8	Calle Manuel Días Granados	14
Calle 17	15	Calle 17	8
Calle O-1	18	Calle O-1	12
Av. Principal	41	Av. Principal	38
Av. Gonzalo Aparicio	37	Av. Gonzalo Aparicio	49
Calle Loja	46	Calle Loja	50
Calle Sibambe	27	Calle Sibambe	31
Av. Humberto Ayala	28	Av. Humberto Ayala	16
Av. Nicolas Lapentti	9	Av. Nicolas Lapentti	7
Calle General Alfaro	10	Calle General Alfaro	20
Av. Samuel Cisneros	14	Av. Samuel Cisneros	28
Av. Amazonas	11	Av. Amazonas	58
Av. Jaime Nebot Velasco	5	Calle 9	9
Calle Cordillera del Condor	0	Calle 104	11
Calle Batallón Cayambe	3	Calle T-2	4
Calle Montecristi	0	Calle 115	6
Av. Juan León Mera	4	Calle L-2	11
Calle S/N	0	Calle 90	12
Av. Antonio Neumane	6	Calle S/N	3
Calle 115	0	Av. Manuela Cañizares	5
Calle W-1	4	Calle Oramas Gonzales	7
Calle Roberto Gilbert	7	Calle 46	8
Calle 46	10	Av. Pedro Vicente Maldonado	0
Calle Heriberto Baidal	0	Calle 48	2
Calle 48	6	Calle 48A	0
Calle 48A	0	Calle Francia	5
Calle Francia	6	Calle Suiza	0
Calle Suiza	0	Av. Ponce Enríquez	11
Av. Abel Gilbert	4	Calle Rodolfo Fernández	2
Av. Ponce Enríquez	12	Av. 16 de Octubre	13
Calle Rodolfo Fernández	2	Calle Quito	2
Av. 16 de Octubre	3	Calle Cuenca	21
Calle Quito	0	Calle Flor Reinoso	2
Calle Cuenca	11	Calle Atahualpa	5

Calle Flor Reinoso	1
Calle Atahualpa	4

Anexo E Relación entre puntos de paradas y calles en la situación actual

Stop point	Calle	Stop point	Calle
1	Estación	28	Calle 46
2	Calle Z	29	Heriberto Baidal
3	Calle 28	30	Calle 48
4	Manuel Diaz Granados	31	Calle 48A
5	Calle 17	32	Calle Francia
6	Av. Principal	33	Calle Suiza
7	Calle O-1	34	Av. Abel Gilbert
8	Gonzalo Aparicio	35	Av. Ponce Enríquez
9	Calle Loja	36	Calle Sibambe
10	Calle Sibambe	37	Calle Rodolfo Fernández
11	Humberto Ayala	38	Av. 16 de Octubre
12	Av. Nicolas Lapentti	39	Calle Loja
13	General Alfaro	40	Calle Quito
14	Av. Samuel Cisneros	41	Calle Cuenca
15	Av. Amazonas	42	Calle Flor María Reinoso
16	Av. Jaime Nebot Velasco	43	Calle Atahualpa
17	Calle Cordillera del Condor	44	Gonzalo Aparicio
18	Batallón Cayambe	45	Calle 9
19	Montecristi	46	Calle 104
20	Av. Juan León Mera	47	Calle T-2
21	Calle S/N	48	Calle 115
22	Av. Antonio Neumane	49	Calle L-2
23	Calle 115	50	Calle 90
24	Calle W1	51	Calle S/N
25	Estación W1	52	Av. Manuela Cañizares
26	Calle Roberto Gilbert	53	Calle Oramas Gonzales
27	Av. Jaime Nebot Velasco	54	Estación

Anexo F Relación entre puntos de paradas y calles en la situación propuesta

Stop point	Calle	Stop point	Calle
1	Estación	24	Calle 46
2	Calle Z	25	Calle 48
3	Manuel Diaz Granados	26	Av. Samuel Cisneros Retorno

4	Calle 17	27	Francia
5	Av. Principal	28	Av. Abel Gilbert
6	Calle O-1	29	Av. Ponce Enríquez
7	Gonzalo Aparicio	30	Calle Sibambe
8	Calle Loja	31	Av. 16 de octubre
9	Calle Sibambe	32	Calle Loja
10	Humberto Ayala	33	Calle Cuenca
11	Av. Nicolas Lapentti	34	Calle Atahualpa
12	General Alfaro	35	Gonzalo Aparicio Retorno
13	Av. Samuel Cisneros	36	Av. Amazonas ida
14	Av. Amazonas	37	Calle 9
15	Av. Jaime Nebot Velasco	38	Calle 104
16	Batallón Cayambe	39	Calle T-2
17	Av. Juan León Mera	40	Calle 115
18	Av. Antonio Neumane	41	Calle L-2
19	Calle W1	42	Calle 90
20	Estación W1	43	Calle S/N
21	Av. Juan León Mera retorno	44	Av. Manuela Cañizares
22	Av. Jaime Nebot Velasco Retorno	45	Calle Oramas Gonzales
23	Av. Amazonas Retorno	46	Estación