



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERIA

MAESTRIA EN TRANSPORTES

TESIS

**TEMA: PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE
TRANSPORTE POR CABLE EN BARRIOS ALTOS DEL NORTE DE
QUITO**

PREPARADO POR:

Ing. Jorge Oswaldo Crespo Bravo

DIRECTOR:

Ing. Cesar H. Arias Villavicencio

REVISORES:

Ing. Jean Pol Armijos L.

Ing. Fredi Paredes V.

QUITO, JUNIO 2015

AGRADECIMIENTOS

A Dios primeramente por brindarme la oportunidad de obtener un nuevo triunfo profesional, darme salud, sabiduría, perseverancia y entendimiento para lograr esta meta que me ha llenado de mucha congratulación.

Al Ing. Cesar H. Arias Villavicencio, quien con su dirección y buena disposición fue parte importante de esta investigación en un marco de experiencia y amistad.

A los Ingenieros Jean Pol Armijos y Fredi Paredes quienes confiaron y apoyaron el presente trabajo, auténticos educadores pilares de las nuevas generaciones de Ingenieros de Transporte.

No quiero olvidarme de nuestra ilustre y querida Pontificia Universidad Católica del Ecuador a la que hago extensiva mi gratitud eterna por permitirme ser uno de sus estudiantes.

DEDICATORIA

Esta investigación está dedicada a quienes me lo han dado todo en la vida, mi amada familia, todo lo que soy se los debo a ustedes, mi esposa Cristina mi madre Alexandra y mi hermano Juan Carlos quienes han llenado de ternura, afecto y alegría mis días y finalmente a mi padre quien siempre está guiándome desde el cielo.

Jorge Crespo

TABLA DE CONTENIDO

1. Marco Teórico y Generalidades	1
1.1. Introducción	1
1.2. Objetivo general	3
1.3. Objetivos específicos	3
1.4. Transporte por cable, categorización y sus características	4
1.5. Comparación del transporte por cable con otros medios de transporte	12
1.6. Macro simulación de transporte con TRANUS	14
1.7. Costos de operación de infraestructura de transporte por cable	16
2. Propuesta	23
2.1. Análisis de encuestas origen destino	23
2.2. Análisis del tráfico de transportes públicos convencionales y alimentadores del corredor central norte en el sector	31
2.3. Análisis y ubicación de las estaciones de carga/descarga	37
2.4. Macro simulación en TRANUS	56
3. Aplicación	90
3.1. Selección de tecnología más eficiente	90
3.2. Operación y servicio del sistema de transporte por cable	104
3.3. Análisis de costos de operación del sistema	105
3.4. Estimación de una tarifa que proporcione sustentabilidad al sistema y posibles beneficios sociales	118

4. Conclusiones y Recomendaciones	151
4.1. Conclusiones	151
4.2. Recomendaciones	155
5. Bibliografía	157

INDICE DE IMAGENES

Imagen 1 Transporte por cuerdas.....	4
Imagen 2 Funicular.....	5
Imagen 3 Telesilla.....	6
Imagen 4 Telesquí.....	7
Imagen 5 MDG o Mono Cable.....	8
Imagen 6 STC 3S o TDG.....	8
Imagen 7 Funitel.....	9
Imagen 8 Funifor.....	10
Imagen 9 Aerial Tram o Teleférico.....	11
Imagen 10 Góndola Pulsada.....	12
Imagen 11 Zonas de Estudio.....	25
Imagen 12 Zonas de Estudio.....	26
Imagen 13 Operadoras El Condado.....	35
Imagen 14 Operadoras Cochapamba.....	36
Imagen 15 Operadoras Comité del Pueblo.....	37
Imagen 16 Sobre vuelo El Condado.....	38
Imagen 17 Sobre Vuelo Cochapamba.....	39
Imagen 18 Sobre Vuelo Comité del Pueblo.....	40
Imagen 19 Estaciones Línea Pisulí – Ofelia.....	46
Imagen 20 Estaciones Línea Atucucho – Ofelia y Atucucho – Labrador.....	49
Imagen 21 Zonas 384 y 398 Carapungo.....	52
Imagen 22 Estaciones Línea Carapungo – Ofelia y Comité del Pueblo - Carapungo.....	55

Imagen 23 Ingreso Total Promedio y Gasto Total mensual Promedio.....	57
Imagen 24 Valor del Tiempo.....	58
Imagen 25 Simulación Línea Pisulí – Ofelia Escenario Base.....	69
Imagen 26 Resultado Grafico Demanda/Capacidad	71
Imagen 27 Porcentaje Demanda/Capacidad Línea Pisulí – Ofelia.....	72
Imagen 28 Matriz de Viajes Exógenos con Factor del 10% Hora Pico	73
Imagen 29 Porcentaje Demanda/Capacidad Hora Pico Línea Pisulí – Ofelia.....	74
Imagen 30 Simulación Línea Atucucho – Labrador Escenario Base	76
Imagen 31 Porcentaje Demanda/Capacidad Línea Atucucho – Labrador.....	77
Imagen 32 Porcentaje Demanda/Capacidad Hora Pico Línea Atucucho – Labrador	78
Imagen 33 Simulación Línea Atucucho – Ofelia Escenario Base.....	79
Imagen 34 Porcentaje Demanda/Capacidad Línea Atucucho – Ofelia.....	80
Imagen 35 Porcentaje Demanda/Capacidad Hora Pico Línea Atucucho – Ofelia....	80
Imagen 36 Simulación Línea Carapungo – Ofelia Escenario Base	82
Imagen 37 Porcentaje Demanda/Capacidad Línea Carapungo – Ofelia	83
Imagen 38 Porcentaje Demanda/Capacidad Hora Pico Línea Carapungo – Ofelia.	84
Imagen 39 Simulación Línea Comité – Carapungo Escenario Base	85
Imagen 40 Porcentaje Demanda/Capacidad Línea Comité – Carapungo	86
Imagen 41 Porcentaje Demanda/Capacidad Hora Pico Línea Comité – Carapungo	87
Imagen 42 Simulación Tecnología MDG.....	100
Imagen 43 Simulación Tecnología TDG	101
Imagen 44 Porcentaje de Depreciación	109
Imagen 45 Consumo de Energía	113
Imagen 46 Ecuaciones de Energía por Línea	117

Imagen 47 Ingreso de Parámetros de Energía a TRANUS	118
Imagen 48 Ingreso de Costo Operacional Pisulí – Ofelia	121
Imagen 49 Ingreso de Costo Operacional Atucucho – Labrador	123
Imagen 50 Ingreso de Costo Operacional Atucucho – Ofelia	125
Imagen 51 Ingreso de Costo Operacional Carapungo – Ofelia	127
Imagen 52 Ingreso de Costo Operacional Comité – Carapungo	128
Imagen 53 Precios de Combustibles sin Variación	146

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Capacidades de los STC	17
Tabla 2 Costo Aproximado Inversión	18
Tabla 3 Costo Aproximado Inversión Demanda Única	18
Tabla 4 Valor por Kilometro implementado	20
Tabla 5 Desnivel Barrios.....	24
Tabla 6 Viajes Producidos por Zona	27
Tabla 7 Viajes Atraídos por Zona.....	27
Tabla 8 Viajes Producidos por Zona en Transporte Masivo	28
Tabla 9 Viajes Atraídos por Zona en Transporte Masivo.....	28
Tabla 10 Viajes Interzonales.....	29
Tabla 11 Viajes Producidos por Zona en Transporte Público.....	30
Tabla 12 Viajes Atraídos por Zona en Transporte Público	30
Tabla 13 Oferta de Transporte Público Zonas	33
Tabla 14 Sectores destino desde Zona 203.....	42
Tabla 15 Zonas destino desde Zona 203.....	43
Tabla 16 Sectores y Zonas destino desde Zona 362	44
Tabla 17 Sectores y Zonas destino desde zona 485.....	47
Tabla 18 Sectores y Zonas destino desde zona 371	50
Tabla 19 Sectores y Zonas destino desde zona 384.....	53
Tabla 20 Sectores y Zonas destino desde zona 398.....	54
Tabla 21 Cálculo del Valor del Tiempo de Viaje y Tiempo de Espera	57
Tabla 22 Matriz de Viajes Exógenos Pisulí – Ofelia	62
Tabla 23 Matriz de Viajes Exógenos Pisulí – Ofelia Corregida.....	63

Tabla 24 Matriz de Viajes Exógenos Atucucho – Labrador	64
Tabla 25 Matriz de Viajes Exógenos Atucucho – Ofelia	64
Tabla 26 Matriz de Viajes Exógenos Atucucho – Labrador Corregida.....	65
Tabla 27 Matriz de Viajes Exógenos Atucucho – Ofelia Corregida	65
Tabla 28 Matriz de Viajes Exógenos Carapungo – Ofelia	66
Tabla 29 Matriz de Viajes Exógenos Comité - Carapungo.....	66
Tabla 30 Matriz de Viajes Exógenos Carapungo – Ofelia Corregida.....	67
Tabla 31 Matriz de Viajes Exógenos Comité - Carapungo Corregida.....	67
Tabla 32 Estimación Tiempo de Circuito de Viaje	87
Tabla 33 Estimación Intervalo de separación entre Vehículos	88
Tabla 34 Comparación Oferta/Demanda en cada Línea	89
Tabla 35 Tabla #1 de Adecuación Vonroll	90
Tabla 36 Tabla #2 de Adecuación Vonroll	90
Tabla 37 Tabla #1 Selección del Tipo de Instalación más Adecuado.....	91
Tabla 38 Tabla #2 Selección del Tipo de Instalación más Adecuado.....	92
Tabla 39 Tabla #3 Selección del Tipo de Instalación más Adecuado.....	92
Tabla 40 Metodología de Artur Doppelmayr Caso de estudio	96
Tabla 41 Perfil de Rutas	103
Tabla 42 Costos de Personal Operativo Pisulí – Ofelia.....	106
Tabla 43 Costos de Personal Operativo Atucucho – Labrador, Atucucho – Ofelia, Carapungo – Ofelia.....	107
Tabla 44 Costos de Personal Operativo Comité – Carapungo.....	107
Tabla 45 Costos de Mantenimiento	108
Tabla 46 Depreciación Anual por Línea	111
Tabla 47 Costos Fijos de Operación.....	111
Tabla 48 Consumo Anual de Energía	113

Tabla 49 Consumos de Energía Motriz por Línea	114
Tabla 50 Parámetros de Energía para cálculo de Costo Operacional	115
Tabla 51 Resultados de la Ecuación de Costo Operacional de Energía	116
Tabla 52 Costo Total de Operación por Línea	120
Tabla 53 Indicadores de Transporte Pisulí – Ofelia Tarifa 0.25 US Dólares.....	122
Tabla 54 Indicadores de Transporte Atucucho - Labrador Tarifa 0.25 US Dólares	124
Tabla 55 Indicadores de Transporte Atucucho - Ofelia Tarifa 0.25 US Dólares	126
Tabla 56 Indicadores de Transporte Carapungo - Ofelia Tarifa 0.25 US Dólares..	129
Tabla 57 Indicadores de Transporte Comité - Carapungo Tarifa 0.25 US Dólares	130
Tabla 58 Indicadores de Transporte con la demanda diaria.....	133
Tabla 59 Indicadores de Transporte Mejor Línea.....	134
Tabla 60 Indicadores de Transporte Tarifa Sustentable.....	137
Tabla 61 Indicadores de Transporte Estación Ofelia.....	138
Tabla 62 Indicadores de Transporte con demanda Teórica	139
Tabla 63 Demanda Teórica por Kilómetro de cada Tramo.....	139
Tabla 64 Ahorro en tiempo de viaje	141
Tabla 65 Índices de Consumo de Diésel.....	144
Tabla 66 Ahorro en Combustible	147
Tabla 67 Ahorro por Compensación	148
Tabla 68 Beneficios Sociales	149

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Depreciación Lineal.....	110
Ecuación 2 Cálculo de Potencia del Motor	112
Ecuación 3 Costo Operacional de Energía Motriz	115

Capítulo I

1. Marco Teórico y Generalidades

1.1. Introducción

El desarrollo urbano de la ciudad de Quito se ha producido históricamente siguiendo principalmente el eje Norte - Sur a partir de su Centro Histórico, condicionada por las limitaciones topográficas de la ciudad que la han definido como una urbe alargada, de aproximadamente 35 km de largo y un promedio en su ancho de 3,6 km.

La mayor concentración del comercio, servicios públicos y privados, equipamientos distritales, así como la mayoría de los edificios administrativos e institucionales se sitúan al interior del denominado “hipercentro”, hacia el cual confluyen cerca del 60% de todos los viajes que se realizan en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).

La partición modal de los viajes motorizados determina que aproximadamente el 30% se realiza en vehículo individual y 70% de ellos se realiza en transporte público¹, cuya demanda está servida, actualmente, por las líneas de autobuses convencionales y los corredores de transporte masivo tipo BRT: Corredor Central – Trolebús, el corredor Central Norte, Corredor Nor Oriental - Ecovía y su continuación hacia el sur, el Corredor Sur Oriental; y el Corredor Sur Occidental.

Esta oferta se encuentra degradada, próxima a la saturación y en algunos casos, por otra parte el crecimiento del parque vehicular de Quito que oscila alrededor del 8% anual, está creando serios problemas de congestionamiento del tránsito, generando demoras en los desplazamientos de los ciudadanos.

¹ Fuente: Informe de Resultados de la Encuesta de Movilidad, Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito

Existe un déficit de servicio hacia los sectores ubicados en las zonas altas del flanco occidental de la ciudad, el actual servicio de transporte público del subsistema Convencional se caracteriza por recorridos largos y sinuosos, en vías con pendientes altas que hacen lenta la velocidad de desplazamiento y consumo de tiempo innecesario en sus viajes.

Las condiciones actuales operativas de las unidades de transporte público (buses de 50 y 70 pasajeros), requiere de un sobreesfuerzo mecánico debido a las pendientes que tienen que salvar lo que genera un efecto negativo con el incremento de la contaminación ambiental. El riesgo es latente en cuanto a la seguridad, que sumado a una precaria oferta del servicio autorizado, permiten la presencia de transporte informal, que son preferidos por los habitantes de estas zonas, que afectan la economía familiar por los altos costos que tienen que afrontar.

La propuesta de servicios de transporte alternativos, plantea la necesidad de contar con una modalidad de transporte de pasajeros por cable, para los barrios que se encuentran en las zonas altas del norte de la ciudad y que puede significar una alternativa de solución viable y apropiada, que a la vez se integre con los demás servicios ya existentes como el convencional y los corredores de transporte público y en el futuro cercano con la primera línea del Metro, con lo cual se podrá conseguir satisfacer los deseos de viajes que tienen las personas que habitan en las mencionadas zonas.

La presente investigación constituye un aporte para empleados y autoridades del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, que permita visualizar la viabilidad del transporte por cable en un nivel de pre factibilidad en el sector de barrios altos del norte de la ciudad donde el sistema de transporte convencional se vuelve ineficiente

y de poco acceso, razón por la cual la iniciativa de implementar un sistema de transporte por cable se vuelve una alternativa para prestar este servicio como una propuesta de conexión intermodal al sistema integrado de transporte público.

1.2. Objetivo general

Analizar una metodología para la Implementación de transporte por cable en barrios altos del norte del DMQ que garantice la operación y servicio de esta infraestructura.

1.3. Objetivos específicos

- Investigación de Barrios altos en el Norte de Quito con demanda representativa según estudio de la primera línea del metro.
- Investigación de Trafico de transportes públicos convencionales y alimentadores del corredor central norte en la zona de influencia.
- Investigación de posibles trazados de transporte por cable de acuerdo con zonas de mayor alimentación
- Determinar la ubicación de las estaciones de carga y descarga
- Realizar una Macro simulación del sistema de transporte en un primer trazado a través del software libre TRANUS que permita evaluar la situación hipotética.
- Propuesta de tecnología que permita realizar un medio de transporte eficiente de acuerdo a la demanda.
- Análisis de los costos de operación de la propuesta y estimar una tarifa que promueva la sustentabilidad del sistema y posibles beneficios sociales.

1.4. Transporte por cable, categorización y sus características

Hace miles de años los problemas de transporte incluso entonces se resolvían con la ayuda de las cuerdas, durante la mitad del siglo XIX hicieron su primera aparición los teleféricos modernos y desarrollados, que se utilizaron para el transporte de personas y mercancías. El primer teleférico creó una distinción clara entre el transporte de pasajeros y de mercancías por tierra y / o aire, desde el año 1900 se construyeron teleféricos de altas prestaciones para el transporte de personas (LEITNER Ropeways, 2015).

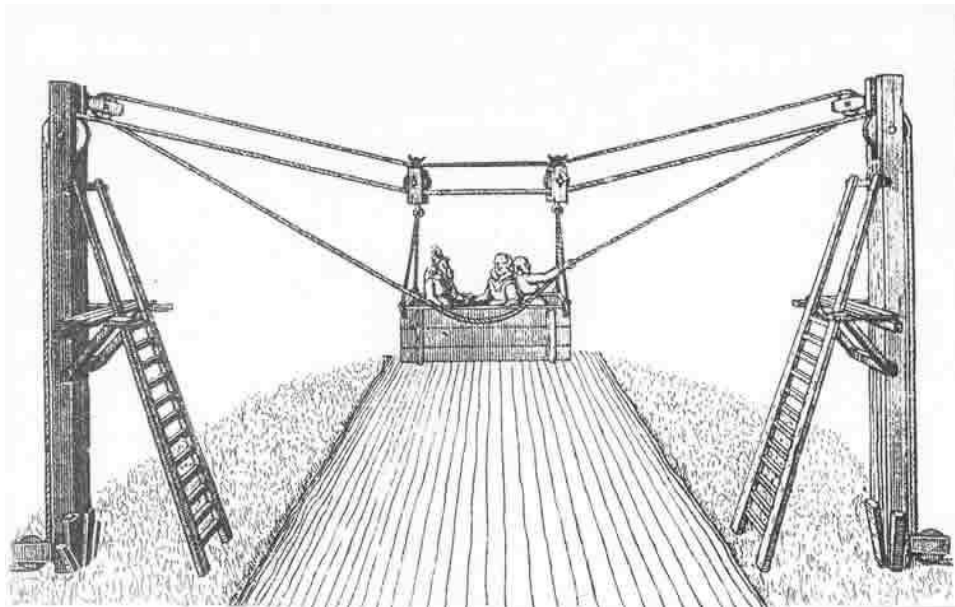


Imagen 1 Transporte por cuerdas

Fuente y Elaboración: (Leitner y Poma, 2011)

Hoy en día las instalaciones por cable son medios de transporte funcionales, cómodos e innovadores, utilizados principalmente para los deportes de invierno y para el turismo, gracias a las características específicas de estas instalaciones,

tales como la flexibilidad y la rentabilidad desde el punto de vista de los costes, están ganando importancia en el sector del transporte urbano.

Las estaciones, la línea, los vehículos y el almacén son los principales componentes de una instalación de transporte por cable, estos están compuestos por diferentes elementos de construcción estándar y específicos. A nivel mundial se ha clasificado los sistemas de transporte por cable en tres grupos significativos, en el artículo 1.3 de la “Directiva 2000/9/CE del parlamento europeo y del consejo de 20 de marzo de 2000 relativa a las instalaciones de transporte de personas por cable”:

- El primer grupo corresponde a los funiculares, vehículos por cable, elevadores inclinados y otros vehículos que se desplazan mediante tracción de uno o más cables, sobre rieles, ruedas o vía terrestre.



Imagen 2 Funicular

Fuente y Elaboración (© 2015 Doppelmayr Seilbahnen GmbH, 2015)

- El segundo grupo está compuesto por los sistemas de cable aéreo también llamados teleféricos, estos se desplazan suspendidos por cables tendidos entre torres a una altura considerable, este grupo incluye las telecabinas y telesillas.



Imagen 3 Telesilla

Fuente y Elaboración (© 2015 Doppelmayr Seilbahnen GmbH, 2015)

- En un tercer grupo están los sistemas de cable remolcado o telesquís que por costumbre se han construido para el ascenso de personas a las cumbres para la práctica del esquí, estos serían una composición del primer y segundo grupo, así los clasifica la Directiva 2000/9/CE.



Imagen 4 Telesquí

Fuente y Elaboración (© 2015 Doppelmayr Seilbahnen GmbH, 2015)

Nuestro estudio se enfocará en el segundo grupo de la clasificación anterior, los sistemas de transporte por cable aéreo en la cual también existe una categorización mediante la cantidad de cables que se utilizan y el tipo de movimiento que realizan para transportar pasajeros desde su origen a su destino.

De esta forma se da lugar a los sistemas de transporte monocable o MDG que también se conocen como tele cabinas, que es cuando el cable tractor es el mismo que el cable portante a este cable se lo conoce como transportador y por otra parte están los sistemas de transporte multicable, en donde el cable portador es distinto del cable tractor, estos últimos son por ejemplo de tecnología bicable BDG o el llamado TDG/3S que está conformado por tres cables uno tractor y dos portantes, (Creative Urban Projects, 2013).



Imagen 5 MDG o Mono Cable

Fuente y Elaboración (© 2015 Doppelmayr Seilbahnen GmbH, 2015)



Imagen 6 STC 3S o TDG

Fuente y Elaboración (© 2015 Doppelmayr Seilbahnen GmbH, 2015)

Así también están los llamados funitel o funifor que son góndolas suspendidas de dos cables separados por una distancia considerable, esto brinda una mayor estabilidad sobre todo cuando las velocidades de los vientos son mucho más altas, mayores a 100 km/h (Creative Urban Projects, 2013).



Imagen 7 Funitel

Fuente y Elaboración (© 2015 Doppelmayr Seilbahnen GmbH, 2015)



Imagen 8 Funifor

Fuente y Elaboración (© 2015 Doppelmayr Seilbahnen GmbH, 2015)

Están también los Aerial Trams también conocidos como Teleféricos que utiliza mordazas fijas, esto hace que el sistema de transporte reduzca su capacidad en comparación con sistemas como el TDG y MGD pero ofrecen las más altas velocidades máximas entre todas las tecnologías de cable de hasta 45 Km/h (© 2015 Doppelmayr Seilbahnen GmbH, 2015).



Imagen 9 Aerial Tram o Teleférico

Fuente y Elaboración (© 2015 Doppelmayr Seilbahnen GmbH, 2015)

Por último se tiene la Góndola Pulsada que es un sistema de cabinas agrupadas juntas en “pulsos” con mordaza fija en lugar de estar espaciados de manera uniforme a lo largo de una línea de cable, cuando las cabinas llegan a una estación, la línea entera desacelera o detiene por completo para permitir que los pasajeros embarquen y desembarquen.



Imagen 10 Góndola Pulsada

Fuente y Elaboración (© 2015 Doppelmayr Seilbahnen GmbH, 2015)

Por el tipo de movimiento los sistemas de transporte por cable se dividen en los que realizan una trayectoria circular y los que se encuentran en un movimiento de vaivén, los primeros tienen más un carácter de un sistema de transporte público, simula las características de una ruta de buses convencionales, mientras que el movimiento del tipo vaivén se puede observar en el transporte turístico.

1.5. Comparación del transporte por cable con otros medios de transporte

El transporte por cable es un instrumento adecuado para resolver específicas necesidades de transporte, se emplea principalmente para transporte en pequeñas distancias con desniveles considerables y topografía complicada donde el acceso por carretera o ferrocarril resulta dificultoso, esto no es un limitante para su aplicación, pero es en los casos en los que el transporte por cable ha demostrado

su mejor desempeño por ser de trayectoria directa entre el origen y el posible destino.

Se caracteriza también por ser un medio de transporte que tiene un bajo impacto visual en las etapas de su construcción y operación, la mayoría de estos medios de transporte utiliza energía eléctrica para su funcionamiento, lo que hace que sea un medio de transporte que no emite gases provenientes de la combustión y al implementarlo como medio de transporte público evita los posibles subsidios a los combustibles.

Posee mayor seguridad y menor accidentalidad, la posibilidad de sufrir un accidente mortal en un sistema de transporte por cable es 200 veces menor que un vehículo terrestre. Realiza mejoramientos ambientales al ser tecnologías limpias y mejoramiento del entorno con obras de urbanismo e infraestructura comunitaria además posee la ventaja de su regularidad y automatización en la operación del transporte.

Para la ciudad de Quito la tecnología de transporte por cable no es extraña ya que en el año 2005 se entregó para su operación el Teleférico hacia Cruz Loma, que va desde una altura de 2900 msnm hasta 4050 msnm en un tiempo de 8 a 10 minutos, promocionando una hermosa panorámica de la ciudad y la vista de algunos nevados cercanos con diez y ocho cabinas de seis pasajeros de capacidad cada una, fue diseñado para recibir treinta mil visitantes diariamente, cuenta con restaurantes, locales comerciales, centros de diversión familiar, etc.

La diferencia de la actual investigación con el sistema anteriormente citado, es que la propuesta de un sistema de transporte por cable en los barrios altos de Quito se realiza con el carácter de que sea un sistema de transporte urbano y no turístico solamente, además su utilización estará enfocada a proporcionar un medio de

transporte con un mejor nivel de servicio a los estratos socio económicos bajos de las zonas de estudio.

Es un aporte al primer eje básico para el desarrollo e implementación del Plan Maestro de Movilidad del Distrito Metropolitano de Quito (PMM - DMQ) que habla de ***La consolidación del transporte público el fomento del transporte no motorizado***, que es un proceso sostenido de mejoramiento, ampliación y funcionamiento óptimo del modo de transportación publica que posea la calidad suficiente para que sea preferido por el 70% de la población frente a la opción que brinda el sistema de transportación en vehículo particular. (Plan Maestro de Movilidad para el DMQ 2009-2025, Municipio de Quito, 2009)

Por otra parte en Ecuador se está ejecutando un cambio importante relacionado con la Matriz Energética del país, con el objetivo de desarrollar una participación hasta el 2016 del 90 % en las fuentes renovables en la matriz de generación eléctrica, este cambio consiste en aumentar de manera óptima y sustentable las fuentes primarias de energía y al mismo tiempo cambiar las estructuras de consumo en el sector del transporte, residencial comercial, para que su uso sea racional y eficiente. (Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos, 2013)

1.6. Macro simulación de transporte con TRANUS

Tranus es un software para modelación integral de transporte, localización de actividades y usos del suelo que puede ser aplicado tanto a escala regional como urbana. Está especialmente orientado a la simulación de los efectos probables de la aplicación de políticas y proyectos diversos en ciudades o regiones, y evaluarlos desde un punto de vista social, económico, financiero, energético y ambiental.

La característica más destacable del sistema Tranus es la forma verdaderamente integrada en que se representan los principales componentes del sistema urbano o regional, tales como la localización e interacción de actividades, el mercado inmobiliario y el sistema de transporte. Todos estos componentes están relacionados entre sí de manera explícita y de acuerdo a una teoría claramente desarrollada para este fin.

De esta manera el fenómeno del movimiento de personas y mercancías se explica por las relaciones económicas y espaciales entre las actividades que los generan. A su vez, la accesibilidad que resulta del sistema de transporte afecta la forma en que interactúan las actividades entre sí, se localizan en el espacio e interactúan con el sistema inmobiliario. La evaluación económica forma también parte integral del sistema de modelación y de la formulación teórica, proveyéndose todas las herramientas necesarias para el análisis de políticas y proyectos.

Un sistema integrado de esta naturaleza permite evaluar los efectos de políticas de transporte sobre la localización de actividades y el uso del suelo. También es posible analizar los efectos de políticas de usos del suelo sobre el sistema de transporte, y naturalmente el efecto de políticas combinadas. Si bien es en la planificación integrada donde el sistema Tranus rinde su potencial máximo, el sistema puede ser utilizado como un modelo sólo-transporte, asignando matrices dadas de demanda, lo cual puede ser útil para la evaluación de políticas de transporte a corto plazo.

El enfoque integrado permite, además, estimar matrices origen-destino de viajes a un costo reducido. Las matrices que se derivan de encuestas en hogares son muy costosas, y aún con una muestra muy amplia, no se puede garantizar la solidez estadística de los resultados. La alternativa es utilizar una muestra pequeña para

calibrar un modelo integrado de localización y transporte, con lo cual es posible construir analíticamente las matrices, y obtener resultados más confiables a un costo mucho menor.

El sistema permite representar tanto los movimientos de carga como de pasajeros en transporte público y privado, en una misma red de transporte, simulando el efecto conjunto sobre la capacidad de la infraestructura vial. En aplicaciones urbanas, se suele dar prioridad a la representación de los movimientos de pasajeros, incluyendo exógenamente los movimientos de carga, para incluir su efecto en la congestión.

En aplicaciones regionales o nacionales, ambos elementos, carga y pasajeros, son igualmente relevantes. En este caso, es posible realizar una completa contabilidad tipo insumo-producto, con representación explícita de importaciones y exportaciones, y evaluar su efecto en la utilización de la red multimodal de transporte. (TRANUS, 2015)

1.7. Costos de operación de infraestructura de transporte por cable

En la investigación de costos vamos a estimar los costos de operación y los costos de infraestructura de los sistemas de transporte por cable de ejemplos realizados a nivel mundial comparados con circunstancias similares a nuestra ciudad. Es así como empezaremos por los costos de infraestructura, tomando en cuenta las implementaciones más actuales de estos sistemas de transporte.

La diferencia es significativa entre los sistemas de transporte por cable, pero la capacidad no tiene esa misma diferencia, se enlistan las capacidades máximas de

cada tipo de STC, considerando los más competentes para el uso de transporte público urbano:

Tipo de Sistema	Capacidad Maxima (Pasajeros por Hora por Sentido)	Velocidad (Km/h)	Pasajeros por Cabina
Monocable	3600	22	15
Bicable	4000	25	17
Tricable	6000	mas de 27	38
Teleferico	2000	45	200

Tabla 1 Capacidades de los STC

Fuente y Elaboración: (Centre d'Études et sur les réseaux les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, 2012)

Es esencial apreciar que el medio de Telecabina Monocable es un sistema de un costo relativamente bajo con relación a sus prestaciones y desenvolvimiento para solventar el transporte de 3600 usuarios por hora por sentido.

Comenzamos por la comparación entre los distintos tipos de sistemas de transporte por cable, como son el monocable, bicable, Tricable o 3S y el llamado teleférico o Aerial Tram, tomamos una ruta de un kilómetro para el cálculo y un promedio de 45 vehículos como se puede observar en la Tabla #2 y 3.

Tipo de Sistema	Inversión por km de línea (excluido el material rodante) promedio	Ruta (Km)	Total Línea	Costo por Vehículo Promedio	Cabinas	Total Cabinas	TOTAL (€)
Tele Cabina Monocable	10,000,000.00 €	1.00	10,000,000.00 €	60,000.00 €	45	2,700,000.00 €	12,700,000.00 €
Tele Cabina Bi/Tri Cable	15,000,000.00 €	1.00	15,000,000.00 €	300,000.00 €	45	13,500,000.00 €	28,500,000.00 €
Teleferico	20,000,000.00 €	1.00	20,000,000.00 €	650,000.00 €	45	29,250,000.00 €	49,250,000.00 €

Tabla 2 Costo Aproximado Inversión

Fuente: (Centre d'Études et sur les réseaux les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, 2012)

Elaboración: Autoría propia

Tipo de Sistema	Costo por Vehículo Promedio	Cabinas	Total Cabinas	TOTAL (€)	TOTAL (\$)	%
Tele Cabina Monocable	60,000.00 €	30	1,800,000.00 €	11,800,000.00 €	\$ 15,930,000.00	100.00%
Tele Cabina Bi/Tri Cable	300,000.00 €	10	3,000,000.00 €	18,000,000.00 €	\$ 24,300,000.00	152.54%
Teleferico	650,000.00 €	3	1,950,000.00 €	21,950,000.00 €	\$ 29,632,500.00	186.02%

Tabla 3 Costo Aproximado Inversión Demanda Única

Fuente: (Centre d'Études et sur les réseaux les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, 2012)

Elaboración: Autoría propia

Es así como en la tabla anterior se hace la confrontación entre los distintos tipos de tecnología de STC, comparándolos con una misma demanda 300 pasajeros Hora Sentido en los tres casos, fácil es darse cuenta que la implementación de un sistema bi o tri cable es superior en casi un 50% el valor de un sistema de telecabina mono cable, más aun el valor del sistema de teleférico o Aerial Tram superior en casi un 80%.

A continuación se muestra un cuadro producto de investigación de sistemas de transporte monocable o MDG a nivel de Sudamérica en donde se exponen los distintos tipos de distancias y tiempos de viaje además de un numero de cabinas adecuado, que nos indica las distintas características de los proyectos, notando así que aunque los proyectos parezcan similares en sus dimensiones, existen particularidades que los vuelven diferentes al momento de la implementación y operación.

LINEA	TECNOLOGIA	LONGITUD (Km)	# ESTACIONES	# CABINAS	TIEMPO DE VIAJE	PRECIO TOTAL	VALOR/Km
MEDELLIN LINEA K	MDG	2.000	4	90	0:07	\$ 26,000,000.00	\$ 13,000,000.00
MEDELLIN LINEA J	MDG	2.600	4	119	0:10	\$ 50,000,000.00	\$ 19,230,769.23
CARACAS METROCABLE	MDG	1.800	5	52	0:09	\$ 21,000,000.00	\$ 11,666,666.67
TELEFERICO DO ALEMAO	MDG	3.500	6	152	0:16	\$ 133,000,000.00	\$ 38,000,000.00
MEDELLIN LINEA L	MDG	4.800	2	27	0:14	\$ 25,000,000.00	\$ 5,208,333.33
TELEFERICO WARAIRAREPANO	MDG	3.500	2	87	0:15	\$ 45,000,000.00	\$ 12,857,142.86
LA PAZ - EL ALTO	MDG	10.377	11	427	0:07	\$ 234,680,000.00	\$ 22,615,399.44

Tabla 4 Valor por Kilometro implementado

Fuente y Elaboración: (Centre d'Études et sur les réseaux les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, 2012)

Nos damos cuenta de la variación del precio por Kilómetro y nos alineamos con la implementación de las rutas de Medellín, que tendría características similares a las nuestras en relación a su topografía y al carácter de un sistema de transporte público urbano, las longitudes de cada línea se obtendrán del trazado propuesto y luego de la simulación tendremos la cantidad de cabinas necesarias para solventar la demanda existente en cada zona de estudio.

En los costos de operación será preciso tomar en cuenta la estructura organizacional del personal que se necesite para la operación y los mantenimientos básicos del sistema de transporte por cable, para que este de un servicio a los usuarios de una manera segura, eficiente y puntual.

Para la operación de un sistema de transporte por cable se necesita, como en cualquier otro transporte, de personal que pueda administrar, operar, recaudar, atender y brindar seguridad a los usuarios que ingresen al modo de transportación, también se analizara el costo de la energía motriz que usaremos para movilizar el sistema en su totalidad, basados en la potencia de los motores eléctricos, estimaremos los costos de mantenimiento para que el sistema funcione de manera segura durante su vida útil y también estimaremos el costo por depreciación que se genera por el uso del sistema.

En contraste con otros sistemas de transporte convencionales de capacidades similares de desplazamientos, hay que mencionar que un STC tiene la ventaja de disminuir la cantidad de personas que intervienen en su operación y mantenimiento, como es el caso de un chofer para cada bus perteneciente a una ruta específica versus un operador de STC para un determinado número de cabinas, por otra parte los mantenimientos así como el origen de la energía motriz está en el mismo

sistema, mientras que los buses convencionales en muchos casos no tienen espacios disponibles para sus talleres y sitios de carga de combustible.

La implementación de un STC hace que su ruta no tenga competencia directa y se la puede considerar como un carril exclusivo, además es muy difícil que el usuario pueda evadir la recaudación de una tarifa determinada y viajar como polizón en el sistema, mientras que los sistemas convencionales tienen la desventaja de un alto porcentaje de evasión de la tarifa, necesitan de una inversión adicional para la realización de un carril exclusivo que les ayude con el tráfico y tienen también la desventaja de una competencia desmedida y algunas veces incontrolada por servicios informales.

En esta sección se enlistaran los individuos y su organización precisa para cumplir el objetivo de generar el servicio correcto para los usuarios y una operación que optimice los recursos de la ruta, en esencia se puede armar un organigrama funcional con las actividades ineludibles para un trayecto de este tipo de transporte y según las diferencias entre rutas se requerirá de un mayor número de funcionarios que cumplan con su actividad predeterminada.

Capítulo II

2. Propuesta

2.1. Análisis de encuestas origen destino

Con la información antes detallada se empieza el análisis de la parte norte del distrito metropolitano de Quito, buscando los mejores rendimientos de los sistemas de transporte por cable en las zonas altas o barrios altos, haciéndose muy evidente que la topografía muestra estos sitios altos ubicados al oriente y occidente de la misma.

En el nororiente de Quito se encuentra El Comité del Pueblo con una cota de 2970 msnm, La Bota 2780 msnm y en el noroccidente existen algunas barrios densamente poblados con una cota considerable como son Pisulí 3100 msnm, Colinas del Norte 2980 msnm, Jaime Roldós 2860 msnm, Consejo Provincial 2830 msnm, Rancho Alto 3200 msnm, Rancho San Antonio 3000 msnm, San Enrique de Velasco 2900 msnm, contrastando con la actual estación la Ofelia que es parte del sistema integrado de Transporte Público se encuentra 2750 msnm².

Un poco más al sur tenemos los barrios de Atucucho 3175 msnm, Pablo Arturo Suarez 3070 msnm, El Porvenir 2890 msnm y Bellavista 2950 msnm, de esta forma se logra identificar los barrios altos que son quienes a su vez estructuran zonas delimitadas del distrito, a continuación se detallan las cotas correspondientes a los barrios en la composición zonal a estudiar, como parte del análisis se obtiene un desnivel de cada barrio con respecto a la estación de La Ofelia por considerarse una estación con la capacidad suficiente para el manejo de demandas altas de pasajeros.

² Fuente: Cotas Archivos GIS, Secretaría de Movilidad

De esta manera se obtienen las zonas con la numeración correspondiente al estudio de demanda de la empresa Metro de Madrid concebidas en las encuestas origen destino, así se representa en el siguiente cuadro:

# Zona	Barrios	Cota (msnm)	Desnivel Ofelia (m)	Parroquia
203	Pisuli	3100	350	El Condado
	Colinas del Norte	2980	230	
	Jaime Roldós	2860	110	
	Consejo Provincial	2830	80	
362	Rancho Alto	3200	450	
	Rancho Asan Antonio	3000	250	
	San Enrique de Velasco	2900	150	
371	El Comité del Pueblo	2920	170	Comité del Pueblo
	La Bota	2790	40	
485	Atucucho	3175	425	Cochapamba
	Pablo Arturo Suarez	3070	320	
	El Porvenir	2890	140	
	Bellavista	2950	200	
	Estacion La Ofelia	2750		

Tabla 5 Desnivel Barrios

Fuente: Archivo GIS, Secretaria de Movilidad

Elaboración: Autoría propia



Imagen 11 Zonas de Estudio

Fuente: Archivo GIS, Secretaria de Movilidad

Elaboración: Autoría propia

Para más claridad del entorno se presenta una imagen que ubica solamente las zonas de estudio y su configuración respecto a la Estación de la Ofelia, que será vista como la estación para realizar los respectivos intercambios de modo de transporte, en la actualidad ensayaremos el escenario sin tomar en cuenta la prolongación del corredor Labrador Carapungo que se encuentra en estudio.

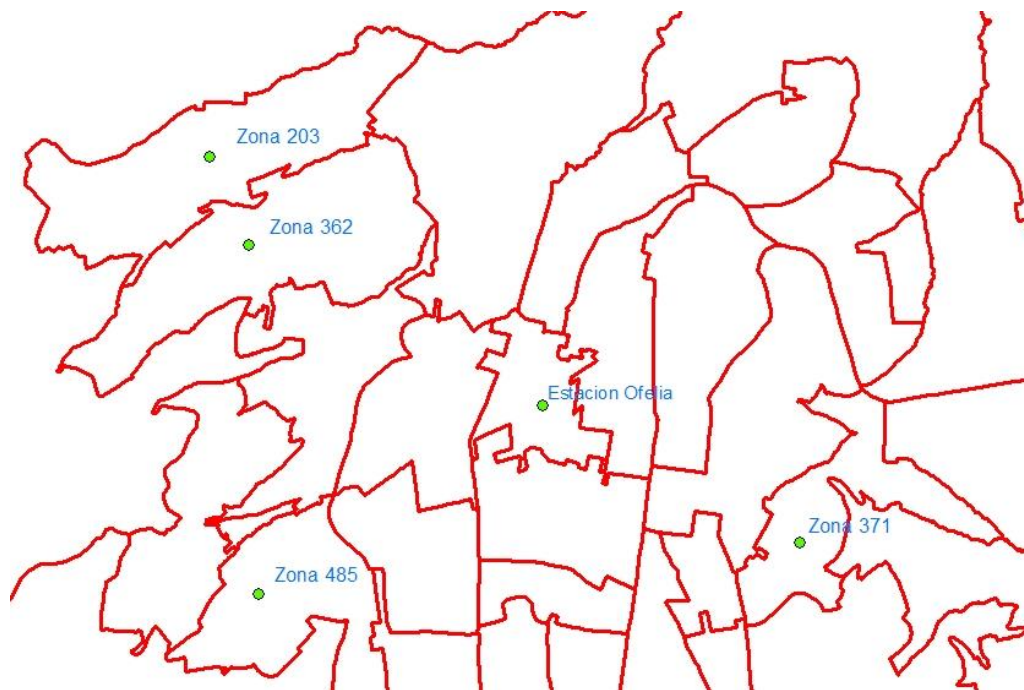


Imagen 12 Zonas de Estudio

Fuente: Archivo GIS, Secretaria de Movilidad

Elaboración: Autoría propia

Realizando un estudio con la Matriz origen destino proporcionada a la secretaria de Movilidad por parte de la empresa pública metropolitana Metro de Quito, que es el resultado de las encuestas ejecutadas por la empresa Metro de Madrid se pueden enlistar la cantidad de viajes que son de producción y atracción de las zonas anteriormente consideradas, clasificándolas por tipo de transporte y contrastándolas con su población de la zona de estudio, así se muestran los siguientes cuadros:

Viajes Producidos por Zona						
# Zona	Poblacion	Viajes T. Público	Viajes T. Esc. y Empresa	Viajes Taxi	Viajes T. Privado	TOTAL
203	19422	16878.31	1887.68	280.01	1972.29	21018.29
362	19710	18515.02	1981.36	142.55	2318.87	22957.81
371	32797	19434.25	4777.01	1214.72	5309.91	30735.89
485	24102	20026.67	3643.50	978.99	4246.36	28895.52
						103607.50

Tabla 6 Viajes Producidos por Zona

Fuente: Matriz O/D, (Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, Metro de Madrid, 2010)

Elaboración: Autoría propia

Viajes Atraídos por Zona						
# Zona	Poblacion	Viajes T. Público	Viajes T. Esc. y Empresa	Viajes Taxi	Viajes T. Privado	TOTAL
203	19422	16459.10	1927.09	300.45	1810.37	20497.01
362	19710	18528.49	1981.36	211.48	1845.40	22566.73
371	32797	18224.67	5035.07	1384.86	5017.74	29662.34
485	24102	20289.38	3931.35	785.55	4176.77	29183.04
						101909.11

Tabla 7 Viajes Atraídos por Zona

Fuente: Matriz O/D, (Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, Metro de Madrid, 2010)

Elaboración: Autoría propia

Es notorio que la cantidad de viajes totales generados y atraídos concuerda con la población de cada zona de estudio, también se puede conocer el volumen de viajes que vamos a tratar de solventar con las propuestas de sistemas de transporte por cable, que lógicamente será menor que los totales por zona, puesto que hay que descartar en primera parte a los viajes realizados en transporte Privado así como los viajes en Taxi, de esta forma obtenemos solamente los viajes realizados en transporte masivo de la ciudad, que nos da la idea del objetivo de la demanda que queremos adoptar, así se muestran las siguientes tablas.

Viajes Producidos por Zona Transporte Masivo				
# Zona	Poblacion	Viajes T. Público	Viajes T. Esc. y Empresa	TOTAL
203	19422	16878.31	1887.68	18765.99
362	19710	18515.02	1981.36	20496.38
371	32797	19434.25	4777.01	24211.26
485	24102	20026.67	3643.50	23670.17
				87143.80

Tabla 8 Viajes Producidos por Zona en Transporte Masivo

Fuente: Matriz O/D, (Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, Metro de Madrid, 2010)

Elaboración: Autoría propia

Viajes Atraídos por Zona Transporte Masivo				
# Zona	Poblacion	Viajes T. Público	Viajes T. Esc. y Empresa	TOTAL
203	19422	16459.10	1927.09	18386.19
362	19710	18528.49	1981.36	20509.85
371	32797	18224.67	5035.07	23259.74
485	24102	20289.38	3931.35	24220.73
				86376.51

Tabla 9 Viajes Atraídos por Zona en Transporte Masivo

Fuente: Matriz O/D, (Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, Metro de Madrid, 2010)

Elaboración: Autoría propia

También podemos descontar los viajes que se realizan dentro de cada zona puesto que se considera que este sistema de transporte tendría que servir por lo menos como transporte hacia las zonas más cercanas y no dentro de la misma.

Trataremos de poner especial atención a las cifras de transporte público ya que es una demanda cautiva a la que daremos una solución de mejorar los niveles de servicio y seguridad actuales, esto no obstaculiza que trataremos también de incentivar a que los viajes que se realizan en transporte privado cambien su modo de transporte hacia el servicio público.

Dentro del transporte público obtenemos una matriz que nos muestra la cantidad de viajes que se realizan dentro de cada zona y entre las zonas de estudio esto nos indica las preferencias de viajes entre las zonas y también la cantidad de viajes a descontar del servicio de transporte por cable, así se muestra el siguiente cuadro:

Transporte Público				
ZONA	203	362	371	485
203	2.153,42	390,27	176,63	323,16
362	379,69	2.464,69	56,93	161,89
371	204,31	220,83	2.448,16	178,18
485	247,62	255,37	178,18	2.771,76

Tabla 10 Viajes Interzonales

Fuente: Matriz O/D, (Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, Metro de Madrid, 2010)

Elaboración: Autoría propia

De esta forma la cantidad de viajes generados y atraídos por las zonas de estudio quedarían de la siguiente manera:

Viajes Producidos por Zona en Transporte Público				
# Zona	Poblacion	Viajes T. Público	Viajes dentro de zona	Viajes con descuento
203	19422	16878.31	2153.42	14724.89
362	19710	18515.02	2464.69	16050.33
371	32797	19434.25	2448.16	16986.09
485	24102	20026.67	2771.76	17254.91

Tabla 11 Viajes Producidos por Zona en Transporte Público

Fuente: Matriz O/D, (Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, Metro de Madrid, 2010)

Elaboración: Autoría propia

Viajes Atraídos por Zona en Transporte Público				
# Zona	Poblacion	Viajes T. Público	Viajes dentro de zona	Viajes con descuento
203	19422	16459.10	2153.42	14305.68
362	19710	18528.49	2464.69	16063.80
371	32797	18224.67	2448.16	15776.51
485	24102	20289.38	2771.76	17517.62

Tabla 12 Viajes Atraídos por Zona en Transporte Público

Fuente: Matriz O/D, (Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, Metro de Madrid, 2010)

Elaboración: Autoría propia

Finalmente tenemos ya el insumo necesario para la investigación como las demandas de partida de las zonas de estudio obtenidas de las encuesta de origen destino, estudio realizado por la empresa Metro de Madrid, para poder preparar la oferta de transporte por cable que pueda solventar la necesidad de transporte en los mencionados sectores.

Es evidente que si realizamos un análisis, las zonas que componen El Condado Zona 203 y Zona 362, son quienes en total tendrían la mayor demanda entre las parroquias que forman el estudio, esto es 30775,22 viajes producidos de transporte

público descontando los viajes internos de la zona de influencia, con motivos de aplicación al sistema de transporte por cable.

Antes de la preparación de la oferta de transporte por cable es necesario también analizar la oferta actual de transporte existente en las zonas de estudio, esto incluye el servicio integrado de transporte público conjuntamente con sus alimentadores y también el servicio que se realiza mediante unidades convencionales.

2.2. Análisis del tráfico de transportes públicos convencionales y alimentadores del corredor central norte en el sector

En la investigación de la oferta actual existente de transporte público que trata de solucionar el volumen de demanda de las zonas de estudio podemos clasificar en el grupo perteneciente a los servicios que se realizan en unidades convencionales y otro grupo que se compone por las unidades alimentadoras del corredor central norte más conocido como metro vía.

Ambos servicios son de administración y operación privada en la actualidad, este último el corredor Central Norte en los próximos días también se encuentra en un análisis de su operación así como de su tarifa de aplicación al usuario, simultáneamente con todo el estudio de estructuración tarifaria del sistema integrado de transporte público y convencionales, para nuestra investigación tomaremos como inicio también las actuales condiciones de tarifas y niveles de servicio de los sistemas de transporte.

A continuación se presenta un cuadro con información de las operadoras que prestan servicio de transporte público en los barrios del norte de la ciudad de Quito específicamente en las zonas de nuestra investigación.

DATOS DE OPERADORAS QUE PRESTAN SU SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO EN BARRIOS DEL NORTE DE QUITO ZONAS DE ESTUDIO														
	RUTA	SUBSISTEMA	OPERADOR	FLOTA	FRECUENCIA PROMEDIO HORAS PICO	FRECUENCIA PROMEDIO HORAS VALLE	INTERVALO PROMEDIO HORAS PICO	INTERVALO PROMEDIO HORAS VALLE	HORA DE INICIO DE OPERACIÓN	HORA DE CIERRE DE OPERACIÓN	TIEMPO DE VIAJE HORAS PICO	TIEMPO DE VIAJE HORAS VALLE	DEMANDA (DÍA/BUS)	DISTANCIA KM.
1	Colinas del Norte	Alimentador Central Norte	CCN-Paquisha	7	8	6	0:08	0:10	5:30	22:30	0:56	0:56	930	11.43
2	Andén de Transferencia (La Y) - Mena del Hierro	Alimentador Central Norte	CCN-San Carlos	4	4	3	0:17	0:20	5:45	22:45	1:08	1:08	750	21.73
3	Pisulí - Roldós - Ofelia	Alimentador Central Norte	CCN-Paquisha	16	15	10	0:04	0:06	5:20	22:30	1:04	1:04	1050	17.1
4	Planada	Alimentador Central Norte	CCN-Paquisha	9	9	7	0:07	0:09	5:00	23:00	1:00	1:00	1000	15.59
5	Parque Curiquingue - Roldós - Dos Puentes	Convencional	San Carlos	17	7	6	0:08	0:10	5:00	20:30	2:20	2:00	800	44.71
6	Rancho San Antonio - Cotocollao - Estadio	Convencional	San Carlos	14	7	5	0:09	0:12	5:40	20:30	2:05	2:00		33.67
7	Rancho San Antonio - Cotocollao - Cristianía	Convencional	San Carlos	11	6	6	0:09	0:09	5:40	20:30	1:40	1:40		22.17
8	Planada - Marín	Convencional	Rapitrans	23	9	6	0:07	0:10	4:50	21:00	2:30	2:15	1200	49.12
9	Velasco - Ejido	Convencional	Águila Dorada	27	12	8	0:05	0:08	5:40	21:15	2:00	2:20	1100	35.47
10	Roldós - Jardín	Convencional	Águila Dorada	25	12	9	0:05	0:07	5:20	20:30	2:05	1:50	1200	34.26
11	Rundupamba - Cotocollao Ofelia	Convencional	San Carlos	1	1	1	1:25	1:25	6:00	18:00	1:25	1:25		21.32
12	Atucucho - Comité del Pueblo	Integrado	CCN-Conetra	12	7	6	0:08	0:10	5:00	23:00	1:39	1:39		24
13	Comité del Pueblo (Zona 11) - Marín	Intraparroquial-Urbano	Quiteño Libre	9	4	4	0:15	0:15	5:25	22:00	2:15	2:15		30.63
14	Estación Río Coca - Comité del Pueblo	Integrado	EPQ	6	6	5	0:10	0:12	5:30	22:30	0:58	0:56		14
15	Comité del Pueblo - Terminal La Y	Integrado	EPQ	11	9	6	0:06	0:09	5:15	0:30	0:49	0:50		13
16	Estación Río Coca - 6 de Julio	Integrado	EPQ	6	6	5	0:10	0:12	5:30	22:30	0:49	0:49		15
17	Quintana - Marín	Intraparroquial-Urbano	Quiteño Libre	12	5	5	0:12	0:12	5:20	21:54	2:15	2:15		29.81

Tabla 13 Oferta de Transporte Público Zonas

Fuente y Elaboración: (DIRECCIÓN METROPOLITANA DE GESTIÓN DE MOVILIDAD, 2014)

Se puede observar que los tiempos de viaje de los circuitos completos ida y vuelta son extremadamente altos en comparación a su distancia dándonos velocidades promedio de hasta 13 Km/h.

Con estos datos también cabe mencionar las diferencias, facilidades y dificultades de acceso que tienen las zonas de estudio referente a su transporte público, sea este convencional o integrado por ejemplo las zonas de la parroquia del Condado tienen una avenida en la que se concentra la mayoría de la oferta de transporte público, esta es la Av. San Francisco de Rumihurco y una parte menor mediante la entrada a la urbanización El Condado cuya calle se denomina Catón Cárdenas, calle de dos sentidos y de un carril por sentido.

Esta parroquia nos parece la que contiene la principal problemática puesto que sumaría la mayor demanda de las zonas estudiadas y contiene la menor cantidad de accesos además de que estos accesos son de un ancho mínimo para el tránsito vehicular.

Este único acceso es utilizado tanto por las operadoras convencionales como por los alimentadores del corredor central norte así como también por transportes escolares, institucionales, taxis y transporte privado, esto hace que en horas pico el tiempo de viaje aumente notablemente en tramos de corta distancia y en definitiva el servicio público no cumple su función.

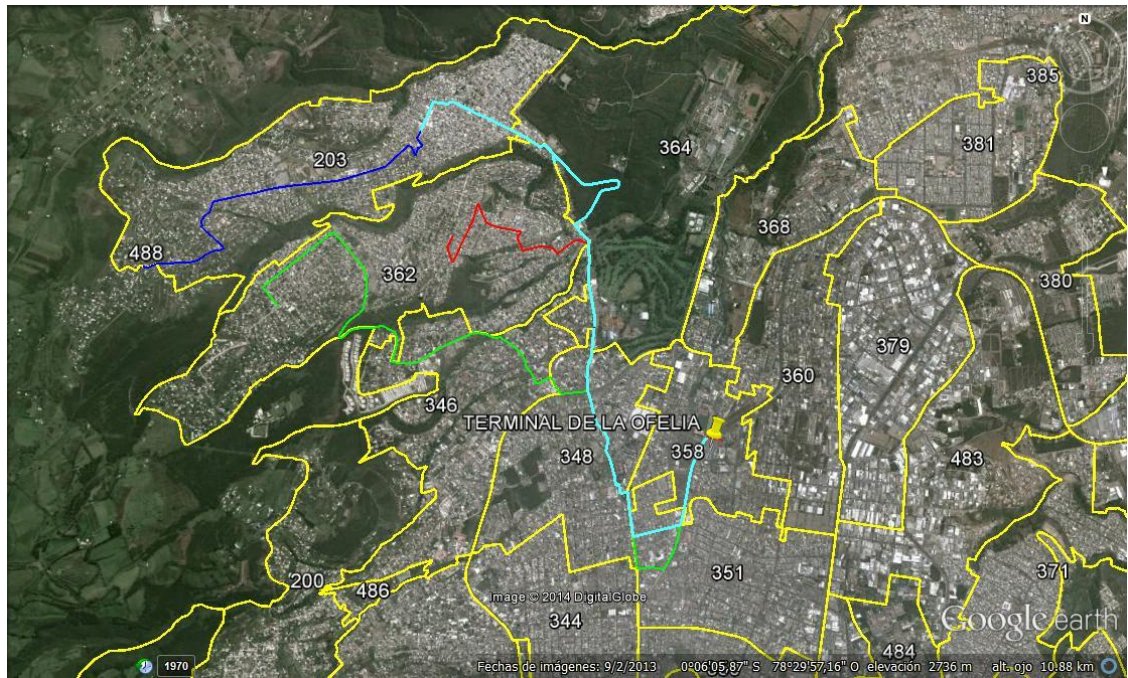


Imagen 13 Operadoras El Condado

Fuente: (DIRECCIÓN METROPOLITANA DE GESTIÓN DE MOVILIDAD, 2014)

Elaboración: Autoría propia

En el caso de las zonas de la parroquia Cochapamba se tienen tres avenidas principales que son las arterias de transporte público y privado estas son la Av. Flavio Alfaro, Bernardo de Legarda y la prolongación de la Machala que cruza la Av. Mariscal Sucre, también es una ventaja el tener algunas alternativas por las cuales el transporte público puede acceder para brindar su servicio.

También el transporte privado, dispone de calles aledañas que sirven como colectoras a la Avenida Mariscal Sucre, esto hace que en horas pico el sector de Cochapamba descargue rápidamente sus viajes a las vías principales.

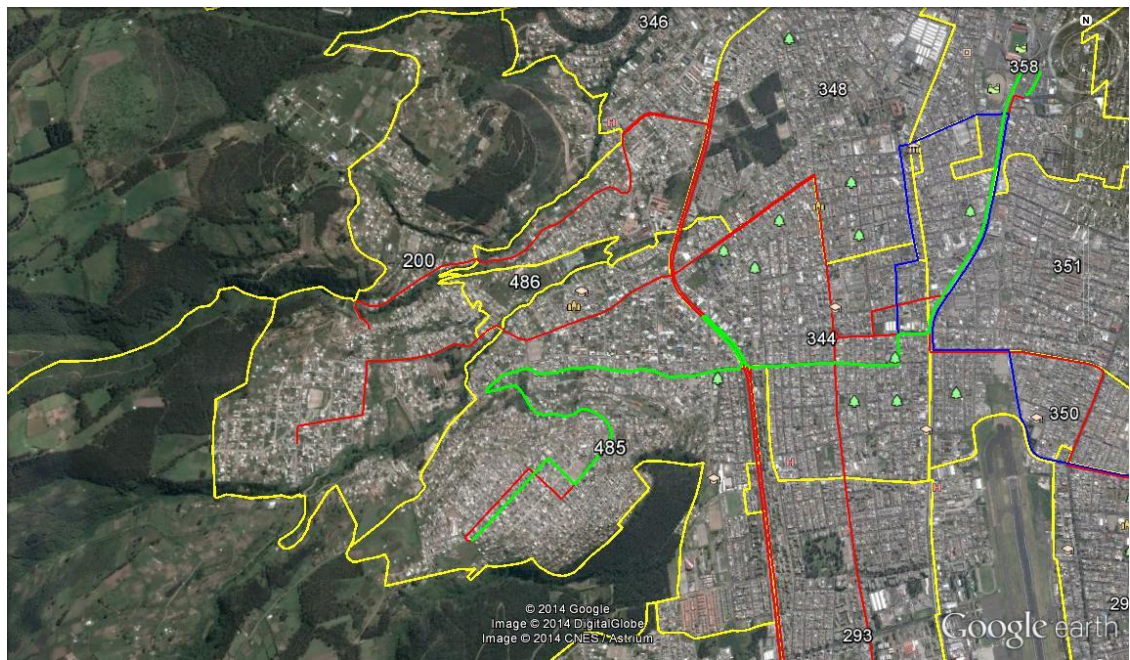


Imagen 14 Operadoras Cochapamba

Fuente: (DIRECCIÓN METROPOLITANA DE GESTIÓN DE MOVILIDAD, 2014)

Elaboración: Autoría propia

En el tercer conjunto de zonas de la parroquia Comité del Pueblo se tiene la Av. Juan Molineros con un tramo matriz por el que ingresan gran cantidad de operadoras de servicio de transporte público con la ventaja que metros después se diversifica a manera de raíces las rutas correspondientes, esto obtiene como ventaja un área de influencia con muchos más accesos y desembocaduras.

Además existen algunas calles de acceso para el uso de transporte privado además de taxis y servicio escolar e institucional, que vuelve más manejable la situación de tráfico vehicular en horas pico.

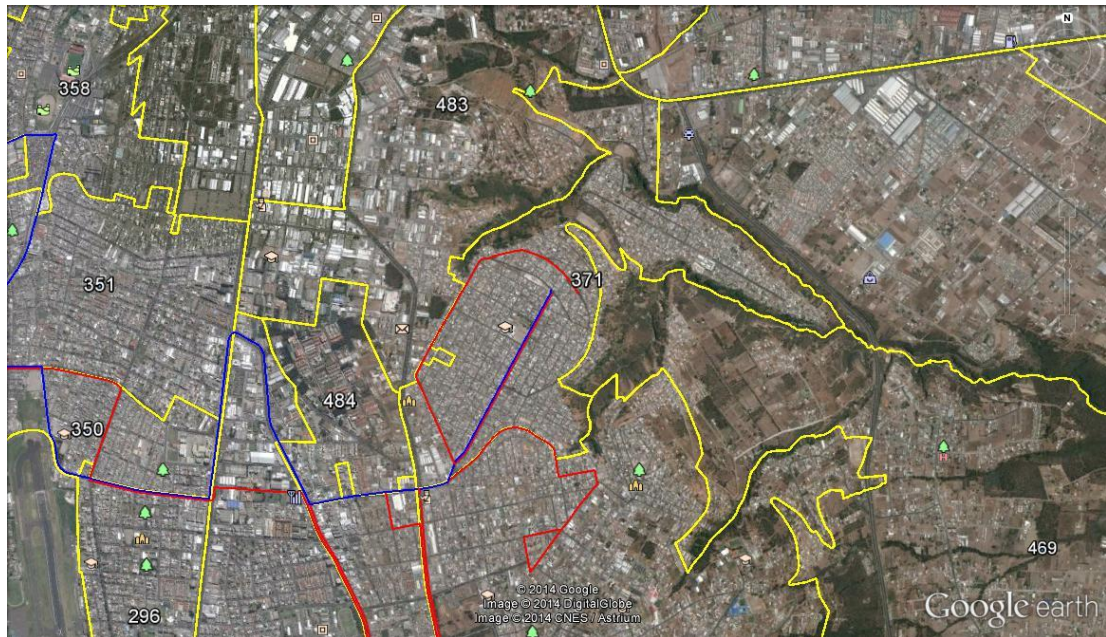


Imagen 15 Operadoras Comité del Pueblo

Fuente: (DIRECCIÓN METROPOLITANA DE GESTIÓN DE MOVILIDAD, 2014)

Elaboración: Autoría propia

2.3. Análisis y ubicación de las estaciones de carga/descarga

Para este acápite empezamos a internarnos en los diseños de los sistemas de transporte por cable en donde se necesita realizar un análisis en campo de las zonas de estudio para encontrar los sitios adecuados para la ubicación de estaciones de carga y descarga.

De esta forma se realiza un primer acercamiento a los barrios altos del norte de Quito tomando en cuenta que se necesita una superficie de alrededor de 2000 metros cuadrados como máximo para la construcción de las mencionadas estaciones que permitan el acceso con comodidad y seguridad al sistema.

Primeramente se realizó un sobre vuelo de las zonas de estudio originándonos algunos sitios posibles para la ubicación de estaciones, a nivel internacional esta

parte es muy importante, ya que por lo general los costos de los proyectos de sistema de transporte por cable van más allá de la infraestructura y equipos electro mecánicos, así se presenta la siguiente imagen que nos da una vista de las zonas de estudio de la parroquia El Condado desde la Estación Ofelia.



Imagen 16 Sobre vuelo El Condado

Fuente y Elaboración: Autoría propia

Muchas veces no son considerados los costos de la socialización de este tipo de proyectos, como son por ejemplo la accesibilidad a las estaciones desde el ámbito de la seguridad o comodidad, aunque se tenga demandas considerables que garanticen la sostenibilidad del sistema pero paradójicamente si las estaciones de carga y descarga se ubican en sitios peligrosos, desprotegidos, abandonados o sin integralidad social esto dará como resultado que el sistema no tenga un incentivo a su utilización.

Aquí se logran identificar algunos sitios los que después tendrán que ser investigados por vía terrestre y analizar el conjunto total de su ubicación, por suelo también se pueden observar condiciones específicas que hacen de una estación un lugar óptimo de transporte como por ejemplo la integralidad con otros modos de transporte esto es líneas de buses así como también la cercanía a centros de resguardo policial, esto hace que estos posibles sitios de estaciones no tengan una inversión adicional por estos motivos.



Imagen 17 Sobre Vuelo Cochapamba

Fuente y Elaboración: Autoría propia

Desde el sobre vuelo se pueden observar algunos claros de terreno donde se pudiera colocar las estaciones de carga y descarga, pero como concepto se debe establecer las mismas en un rango cercano a los centroides zonales de población donde la demanda este muy concentrada y además donde también se tenga

posible interconexión con el resto de transporte público, así los buses convencionales y alimentadores también alimentan las estaciones de transporte por cable.



Imagen 18 Sobre Vuelo Comité del Pueblo

Fuente y Elaboración: Autoría propia

Ya con las ubicaciones vistas desde el aire se realiza un recorrido a pie asegurando que los espacios vistos sean adecuados y contengan la topografía necesaria para la implantación y construcción de estaciones, también se empiezan las primeras alineaciones de los trazados tentativos de las líneas de transporte por cable y se pueden observar también si existen condiciones adecuadas o bloqueos constructivos con respecto a otras edificaciones que se encuentren cercanas a la futura estación.

Luego de varias alternativas se prefieren como se mencionó antes, los sitios que se encuentran cercanos de ciertas construcciones específicas como por ejemplo, mercados, centros comunitarios, centros de desarrollo, servicios de seguridad, colegios o escuelas incluso centros deportivos en donde por su utilización regular ya cuentan con líneas de transporte público convencional o de alimentadores.

Por otra parte se debe analizar el tema de las expropiaciones para las estaciones de carga y descarga así como para las torres, motivo por el cual también se busca la utilización de predios de propiedad de los municipios es decir espacio público, de esta forma se pueden abaratar costos en el presupuesto global del sistema.

Como parte importante del análisis de la ubicación de las estaciones de carga y descarga, nuevamente podemos revisar la matriz de origen destino del estudio realizado por la empresa Metro de Madrid, en donde podemos observar la preferencia de viajes entre las zonas del distrito metropolitano de Quito.

En el caso de la zona 203 que abarca los barrios de Pisulí, Jaime Roldós, Consejo Provincial, etc. y tenemos los siguientes resultados como los más representativos, los diez primeros sectores en orden descendente de viajes producidos y que tienen como destino los siguientes:

#	Sector	# Viajes
1	El Condado	2,848
2	Ponceano	2,380
3	Cotocollao	2,172
4	Belisario Queved	1,500
5	Iniaquito	1,226
6	Concepcion	869
7	Mariscal Sucre	621
8	Jipijapa	606
9	Centro Historico	499
10	Rumipamba	485

Tabla 14 Sectores destino desde Zona 203

Fuente: Matriz O/D, (Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, Metro de Madrid, 2010)

Elaboración: Autoría propia

Como es lógico lo habíamos visto anteriormente, gran parte de los viajes son internos del sector correspondiente, pero esta tabla nos revela las preferencias de viaje hacia los sectores de la ciudad y así nos indican que rutas posibles el usuario logra tomar para llegar a su destino, luego haremos lo mismo para los viajes internos del sector del Condado, para determinar la cantidad de viajes en la zona.

Se observa a Ponceano y Cotocollao como las principales plazas de llegada y la gran mayoría de viajes son como acercamiento al hipercentro de la ciudad, nos indica en el caso de la zona 203 que como mínimo es necesario salir a la Avenida Mariscal Sucre en donde se dispone de transporte público convencional que traslada al usuario a estos sectores o también ir hasta la estación Ofelia donde se cuenta con la troncal del corredor central norte y así también con alimentadores.

Esto nos indica que muy posiblemente para el descenso de pasajeros se tomará en cuenta las ubicaciones de la Estación Ofelia y la posibilidad de implementar una estación en la Av. Mariscal Sucre, ahora estudiaremos el sector del Condado para conocer los viajes internos, así enlistamos la siguiente tabla:

#	Zona	# Viajes
1	200	14
2	203	2,153
3	346	95
4	362	390
5	364	44
6	486	
7	488	151
	Total	2,848

Tabla 15 Zonas destino desde Zona 203

Fuente: Matriz O/D, (Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, Metro de Madrid, 2010)

Elaboración: Autoría propia

Se observa el mismo fenómeno, los viajes internos de la zona son los mayoritarios, pero la siguiente opción de destino nos interesa, es la zona 362 que también la estamos considerando en nuestro estudio, esto quiere decir que tenemos un número de 390 viajes diarios en un solo sentido entre la zona 203 y 362 al que mejoraríamos sustancialmente el nivel de servicio actual de su viaje.

Realizamos de la misma manera este análisis con la zona 362 que abarca las poblaciones de Rancho San Antonio, Rancho Bajo, Colinas del Norte, etc. Y encontramos lo siguiente:

#	Sector	# Viajes	#	Zona	# Viajes
1	El Condado	3,279	1	200	123
2	Ponceano	2,169	2	203	380
3	Cotocollao	2,073	3	346	164
4	Concepcion	1,750	4	362	2,465
5	Belisario Queved	1,549	5	364	113
6	Iniaquito	1,042	6	486	9
7	Mariscal Sucre	958	7	488	25
8	Kennedy	934		Total	3,279
9	Centro Historico	806			
10	Rumipamba	637			

Tabla 16 Sectores y Zonas destino desde Zona 362

Fuente: Matriz O/D, (Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, Metro de Madrid, 2010)

Elaboración: Autoría propia

La tendencia en la zona 362 es similar a la anterior, la mayoría de viajes son internos, se repiten los sectores destino que tienen la mayor cantidad de viajes de la zona, y en la parte interna de la zona se vuelve notoria la cantidad de viajes interzonales en este caso 362- 203 como la mayor cantidad de viajes, demostrando así nuevamente que se hace imprescindible el tener una estación en la Avenida Mariscal Sucre y otra en la Ofelia para la descarga de pasajeros, así como una estación en cada zona de carga de pasajeros.

De esta forma se propone dos estaciones de carga posibles una en la zona 203 y otra en la zona 362, parece tener mucha importancia el sector de San Enrique de Velasco que también está limitado por Quebradas y tiene una única alternativa vial para su ingreso, este pertenece a la zona 346, además dos estaciones de descarga, en donde se conoce que existe la mayor cantidad de descensos como es en la Ofelia y en la Avenida Mariscal Sucre, con estos primeros datos se realiza la

inspección en campo, las posibles alineaciones y trazados preliminares que permitan solventar el traslado de los usuarios en este sector.

En la siguiente imagen se indica la ubicación de las estaciones correspondientes al sector del Condado, considerado a las zonas de estudio dentro del sector:

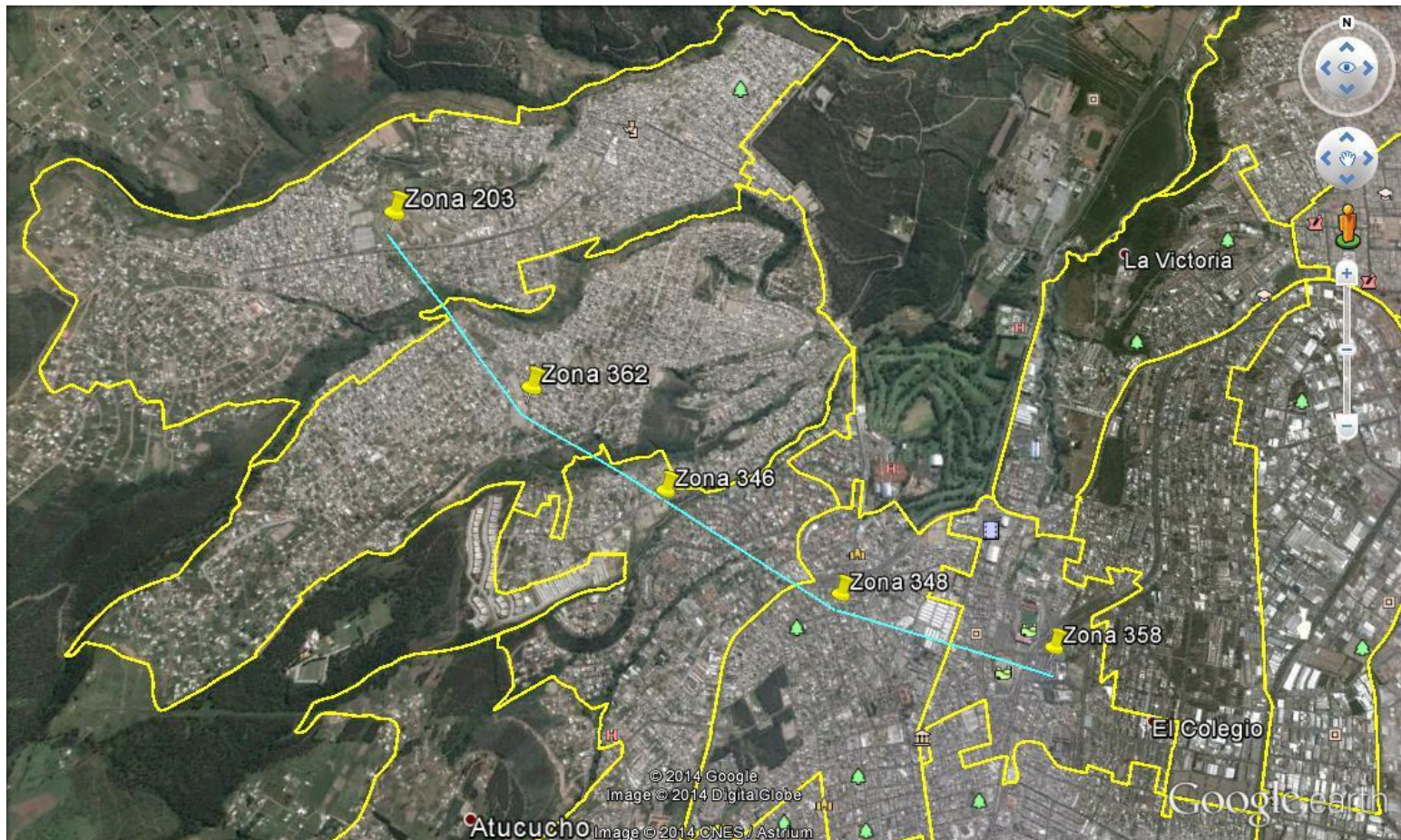


Imagen 19 Estaciones Línea Pisulí – Ofelia

Fuente y Elaboración: Autoría propia

Realizamos el mismo estudio a Cochapamba para analizar la situación en este sector y obtenemos los siguientes resultados:

#	Sector	# Viajes	#	Zona	# Viajes
1	Cochapamba	3,241	1	197	
2	Cotocollao	2,210	2	277	138
3	Concepcion	1,730	3	281	331
4	Ponceano	1,563	4	485	2,772
5	Mariscal Sucre	1,470		Total	3,241
6	Belisario Queved	1,399			
7	El Condado	1,396			
8	Rumipamba	849			
9	San Juan	812			
10	Kennedy	782			

Tabla 17 Sectores y Zonas destino desde zona 485

Fuente: Matriz O/D, (Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, Metro de Madrid, 2010)

Elaboración: Autoría propia

En el sector de Cochapamba los sectores destino por preferencia son Cotocollao, Concepción y Ponceano entre otros, esto nos hace notar que la mayor cantidad de viajes es hacia los sectores circundantes al sector en estudio, sobre todo a la parte de menor altura del norte de la ciudad, lo que nos da la pauta de una estación en algún sector de la Cotocollao, en la Avenida Mariscal Sucre, también hay una cantidad de viajes que se dirigen a Ponceano lo que nos hace pensar en una conexión hacia la estación Ofelia que solvente estos viajes.

Pero hay una cantidad significativa de viajes que se dirigen al sector Mariscal Sucre, Belisario Quevedo, San Juan, en donde el viaje empieza a tener una tendencia de hipercentro totalmente distinta al sector del Condado, nos indica la necesidad de una conexión que acerque mucho más a los sectores cercanos al centro de la ciudad.

Con estos antecedentes podemos pensar en que se puede realizar en principio dos trazados que provengan de una estación de carga en la población de Atucucho y en un trazado posiblemente dos estaciones de descarga una a la altura de la Avenida Mariscal Sucre en donde los usuarios puedan viajar con el servicio convencional actual y otra lo más al sur posible, por otra parte el otro trazado con una estación en un sitio que pueda relacionar el sector de Cotocollao y una estación final en la Ofelia.

La última estación del primer trazado necesita la particularidad de ser una conexión intermodal con algún corredor de transporte público o que sirva como línea de alimentación del futuro corredor de transporte masivo el Metro de Quito, esto es que se pueda acercar a la estación Labrador, para lo cual se indica una tentativa del trazado en la siguiente imagen:



Imagen 20 Estaciones Línea Atacama – Ofelia y Atacama – Labrador

Fuente y Elaboración: Autoría propia

Por último analizamos el sector de Comité del Pueblo en base a la matriz de Origen

Destino obtenemos los siguientes resultados:

#	Sector	# Viajes	#	Zona	# Viajes
1	Comite del Pueblo	2,604	1	371	2,448
2	Iniaquito	2,217	2	483	156
3	Kennedy	1,763		Total	2,604
4	Mariscal Sucre	1,631			
5	Calderon	1,271			
6	Jipijapa	1,151			
7	Centro Historico	964			
8	Ponceano	875			
9	Belisario Queved	823			
10	Itchimbia	813			
11	S.Isidro del Inc	611			
12	Rumipamba	562			
13	El Condado	540			
14	Concepcion	489			
15	San Juan	389			
16	Carcelen	327			
17	Cotocollao	283			
18	Cumbaya	186			
19	Cochapamba	178			
20	Chimbacalle	170			

Tabla 18 Sectores y Zonas destino desde zona 371

Fuente: Matriz O/D, (Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, Metro de Madrid, 2010)

Elaboración: Autoría propia

En el sector del Comité del Pueblo que es un sector Nor-Oriental, tenemos los sectores destinos muy distintos, Ñaquito, Kennedy, Mariscal Sucre, Calderón y Jipijapa, es decir tiene una apertura de transporte más diverso y que llega a más zonas de influencia, cabe recalcar que se tiene este análisis preliminar también para saber si el sistema de transporte por cable es lo más óptimo, puesto que no en todas las situaciones se propondrá este tipo de sistema.

Se debe también conocer las intenciones de la municipalidad en las alternativas de ampliar el corredor Labrador-Carapungo, el cual brindará una mejora en los traslados de usuarios desde el sector del Comité del Pueblo, así como también mejorará los niveles de servicio actuales de transporte del sector, con esto necesitaremos trabajar en conjunto para que el sistema de transporte por cable sirva también como alimentador del mencionado corredor.

En resumen en el sector del Comité del Pueblo no tendríamos la necesidad de utilizar un sistema de transporte por cable que viaje hacia el hipercentro de Quito, el futuro corredor Labrador-Carapungo cumpliría con este traslado de mejor manera y en tal caso lo que se puede realizar es una conexión hacia él, pero nos queda un tramo que aunque el corredor llega a solventar, parecería de especial importancia, sobre todo por el ahorro de tiempo de viaje que pueda resultar.

Al unir al Comité del Pueblo con Calderón, se crea un tramo interesante puesto que supera una pendiente existente entre los dos sectores y es donde el transporte por cable puede generar un buen rendimiento, lastimosamente en inicio se cuenta con 1271 viajes diarios desde la zona 371 a Calderón, pero se puede estudiar la cantidad de viajes que pueden existir desde Calderón específicamente desde las zonas 384 y 398 hacia el hipercentro de la ciudad y que interesen hacerlo mediante un sistema de transporte por cable.

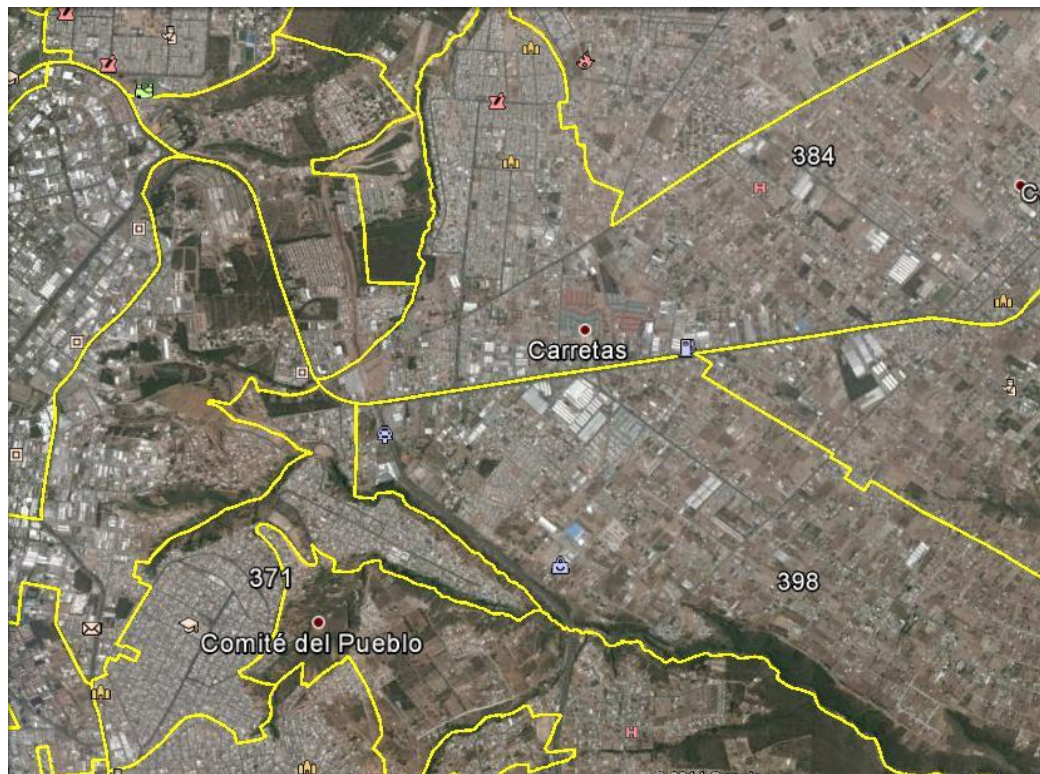


Imagen 21 Zonas 384 y 398 Carapungo

Fuente y Elaboración: Autoría propia

Así entonces realizamos el estudio necesario en la matriz de Origen Destino proporcionada por la empresa Metro de Quito y se obtienen los siguientes resultados:

#	Sector	# Viajes	#	Zona	# Viajes
1	Calderon	17,684	1	384	7,774
2	Iniaquito	2,370	2	398	1,388
3	Ponceano	2,219	3	403	5,830
4	Jipijapa	1,972	4	405	1,026
5	Carcelen	1,833	5	406	824
6	Belisario Queved	1,833	6	408	842
7	Mariscal Sucre	1,735			17,684
8	Kennedy	1,663			
9	Centro Historico	1,600			
10	Concepcion	1,306			
11	San Juan	1,163			
12	Itchimbia	857			
13	Comite del Puebl	848			

Tabla 19 Sectores y Zonas destino desde zona 384

Fuente: Matriz O/D, (Estudio de Factibilidad de la primera linea de Metro de Quito, Metro de Madrid, 2010)

Elaboración: Autoría propia

En la zona 384 es interesante conocer que hacia los sectores de Ponceano, Kennedy y Comité del Pueblo existe una gran cantidad de viajes diarios, alrededor de 4731 viajes diarios, esto nos indica que es posible realizar un tramo entre Carapungo y Ponceano como la alternativa de menor distancia y la posibilidad de un tramo hacia el Comité del Pueblo, pero también es evidente que hay una gran cantidad de viajes que van a los sectores de Ñaquito, Belisario Quevedo, Mariscal Sucre con alrededor de 6000 viajes diarios, que hacen pensar en que se pudiera tener una estación del mismo trazado más al Sur-Occidente del Comité del Pueblo.

Algo semejante sucede en la zona 398 en cuyo caso la zona destino de mayor cantidad de viajes es el Centro Histórico, es imaginable el viaje que tienen que realizar los usuarios en este tramo, aunque tiene una demanda relativamente baja.

#	Sector	# Viajes		#	Zona	# Viajes
1	Calderon	3,864		1	384	1,407
2	Centro Historico	995		2	398	1,596
3	Iniaquito	867		3	403	174
4	Belisario Queved	643		4	405	374
5	Kennedy	537		5	406	257
6	Ponceano	452		6	408	57
7	Jipijapa	397				3,864
8	San Juan	390				
9	El Condado	366				
10	Mariscal Sucre	328				

Tabla 20 Sectores y Zonas destino desde zona 398

Fuente: Matriz O/D, (Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, Metro de Madrid, 2010)

Elaboración: Autoría propia

Podemos enlazar de esta manera una estación de carga en un sector estratégico de Carapungo donde confluyen las zonas 384 y 398 para enviar el trazado hasta el Comité del Pueblo en la zona 371 de esta forma:

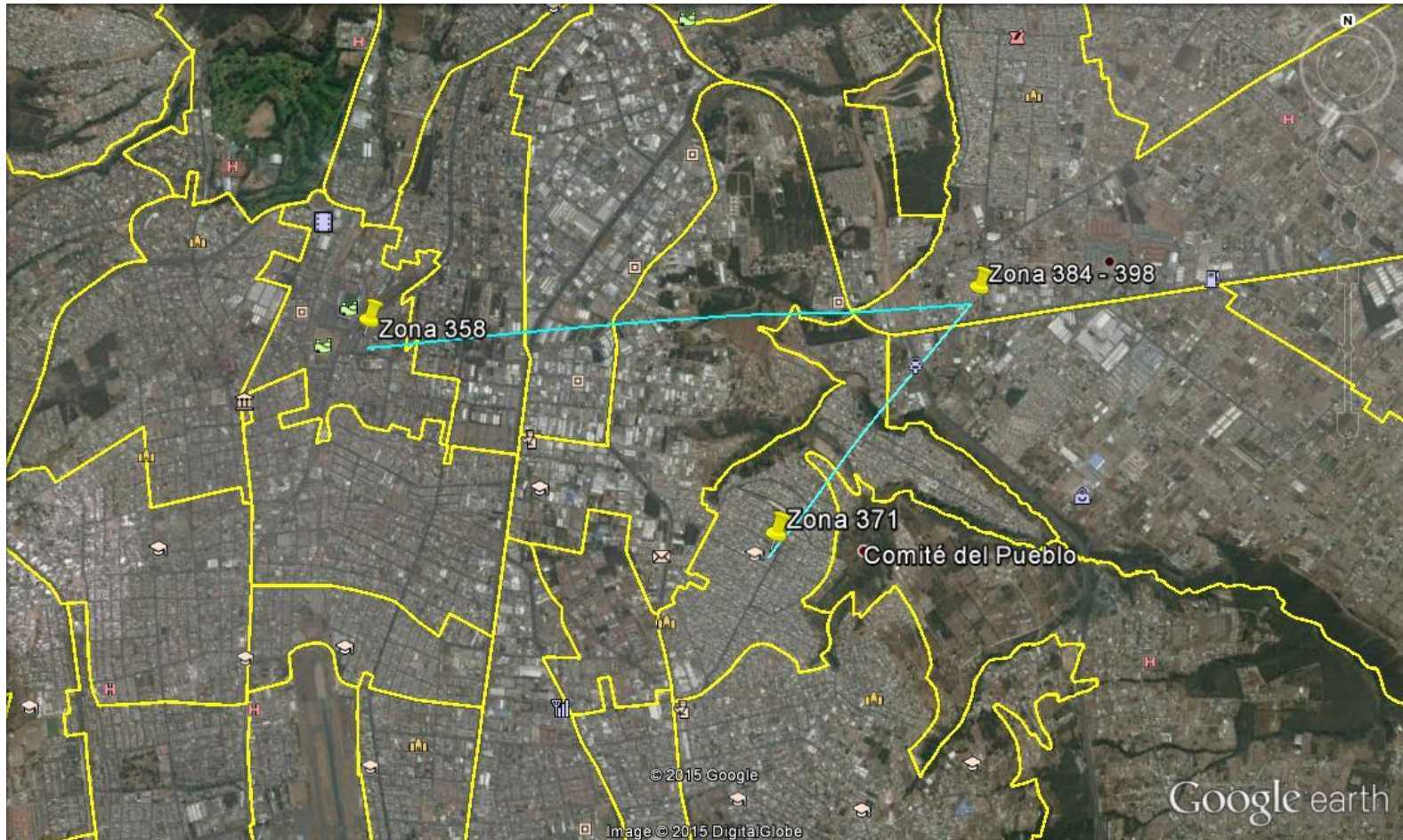


Imagen 22 Estaciones Línea Carapungo – Ofelia y Comité del Pueblo - Carapungo

Fuente y Elaboración: Autoría propia

De esta forma tenemos ya definidas las ubicaciones de las estaciones de carga y descarga en los tres sectores del norte de Quito y a continuación se realizará la macro simulación de las tres líneas y analizar sus ventajas comparativas de tiempos de viaje en equilibrio con la infraestructura a implementar.

2.4. Macro simulación en TRANUS

Para la macro simulación en el programa computacional Tranus es necesario la recolección de ciertos datos que son utilizados como alimentación del software y que en base a estos se realiza la simulación del sistema de transporte por cable, se detallará a continuación la obtención de estos parámetros necesarios para el funcionamiento y calibración del modelo.

A. Categoría: Pasajeros

Datos: Aquí se especifican los valores del tiempo, la disponibilidad vehicular y las funciones de generación de viajes, se estimó el valor del tiempo de viaje (1/3 del ingreso familiar promedio por hora), y generalmente se especifica el valor del tiempo de espera como el doble del tiempo de viaje. El porcentaje de disponibilidad de vehículo permite afectar el reparto modal, pero no se recomienda su utilización, los tres parámetros que se relacionan con la generación de viajes no tienen efecto en este modelo, ya que el número de viajes a asignar es exógeno.

Con este antecedente se realiza un primer análisis de los ingresos promedios familiares que existen en la ciudad de Quito y se enuncian los siguientes resultados:



El ingreso total promedio mensual en el área urbana es de 1.046,3, mientras en el área rural es de 567,1 dólares.

Ingreso total promedio y Gasto total mensual promedio (monetario y no monetario), según área geográfica

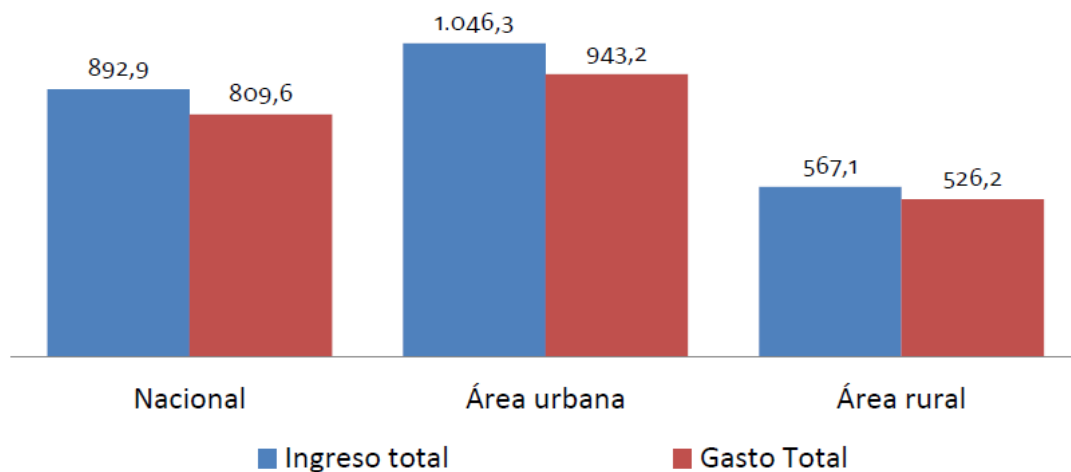


Imagen 23 Ingreso Total Promedio y Gasto Total mensual Promedio

Fuente y Elaboración: (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2011- 2012)

Es así como tomamos el ingreso total promedio del sector urbano que se encuentra en \$1046,30 y que nos servirá para el cálculo del valor del tiempo de viaje así como el valor del tiempo de espera:

VALORES DE TIEMPO				
Pasajeros	mes	hora	1/3	
Tiempo Viaje	\$ 1,046.30	\$ 5.94	\$ 1.98	/Hora
Tiempo Espera			\$ 3.96	/Hora

Tabla 21 Cálculo del Valor del Tiempo de Viaje y Tiempo de Espera

Fuente: (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2011- 2012)

Elaboración: Autoría propia

De acuerdo al Estudio de Viabilidad Socio Económica que es parte del Estudio de Factibilidad de la primera línea del Metro de Quito, para obtener un valor lo más fiable posible del valor del tiempo de viaje, se han utilizado las siguientes técnicas:

- Metodología de las Naciones Unidas
- Trasposición de valores de otros estudios
- Datos procedentes de estudios previos realizados en Quito
- Utilización del salario digno
- Empleo de la renta media en el DMQ y la distribución de ingresos por quintiles

Así se muestra la imagen siguiente

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES SOBRE LA VALORACIÓN DEL TIEMPO

En la siguiente tabla se resume la valoración del tiempo obtenida con las diferentes metodologías que se han descrito anteriormente:

Metodología	Valor del tiempo (USD de 2010/hora)
Naciones Unidas	1,91
Trasposición de valores empleados en otros países	2,74 (Europa) 1,97 (Colombia)
Estudios previos realizados en Quito	0,15 a 85,50 (Cal y Mayor) 2,0 (Roberto Mosquera) 1,5 (UNMQ)
Salario digno	2,0
Distribución de ingresos por quintiles	1,91 para usuarios de transporte colectivo 4,53 para usuarios de vehículo particular

Tabla 18: Recapitulativo del valor del tiempo según las diferentes metodologías empleadas.

Imagen 24 Valor del Tiempo

Fuente y Elaboración: (Estudio de Viabilidad Socio Económica, Metro de Madrid, 2010)

El estudio adopta los últimos valores para el valor del tiempo es decir el de distribución por quintiles, para nuestra investigación vamos a redondear las cifras, 2,00 US Dólares para el tiempo de viaje y 4,00 US Dólares para el tiempo de

espera, esto nos ayuda a conocer la diferencia entre las posibles rutas que existan entre un origen y destino.

Elección: Esta ventana contiene los parámetros de los modelos de decisión, que pueden ser la elección de modos y/o la elección de caminos, hay un modo: transporte público, por lo que los parámetros que regulan la elección de modo no se aplican, los parámetros de elección de camino sí tienen efecto. En este caso el parámetro del modelo logit se definió en un valor de 3.0 y el parámetro de escalamiento del logit se especificó en 1.0, lo cual quiere decir que se adopta un modelo logit con utilidades completamente escaladas.

B. Modos: Público

Lo que se puede regular aquí es el número máximo de caminos que un usuario puede tomar desde su origen a su destino y lo cuantificamos con el número 3.

C. Operadores:

En este menú creamos dos tipos de operadores el primero **STC (Sistema de Transporte por Cable)** y el segundo **Peatón**, ambos pertenecen al modo público de transporte, pero aquí se definen las características de cada operador como por ejemplo el Peatón es del tipo no motorizado mientras que Quito Cable es del tipo de Transito con Rutas, quiere decir que este operador espera que se le asigne una ruta en la que se desempeñará.

En la pestaña **Esencial** se puede manipular la **Constante Modal** que es la que afecta las probabilidades de elección al competir con otros operadores, en este caso es del número 1, luego se puede cambiar la **Ocupación** que es la cantidad de pasajeros por unidad de transporte en el caso de las cabinas de transporte por cable le damos una ocupación de 10 personas por cabina que es un número de operación de telecabinas o sistemas de transporte monocable. Este número de ocupación luego se multiplicara por la frecuencia para obtener la capacidad total de una ruta.

El **Factor Tiempo** define el tiempo que se va a realizar la simulación y de esto también depende la capacidad, porque los datos de frecuencia se toman de acuerdo al tiempo como son unidades por hora, lo fijamos en un número de 20 horas ósea todo el día, luego simularemos algunos escenarios variando este factor para la simulación de hora pico.

Existe también el **Tiempo Fijo de Espera** que es un parámetro que fija un tiempo de espera mínimo para las rutas del operador a parte a este tiempo se aumenta el tiempo que depende de las frecuencias y de eventuales congestiones, no se hace uso de este parámetro temporalmente para observar luego la variación de resultados, **Ocupación Objetivo** define un porcentaje que permite variar las frecuencias entre un máximo y un mínimo, un porcentaje alto funciona restringiendo esa variación de frecuencias, tomamos el valor por defecto de 60%.

En la siguiente pestaña **Tarifa** se puede definir tres tipos de pago: por embarque, por distancia y por tiempo, usamos solamente la tarifa por embarque y usamos el valor actual del transporte público de 25 centavos y luego simularemos algunas propuestas.

Las siguientes dos pestañas son muy importantes Energía y Costo, para el ingreso de estos parámetros debemos realizar un análisis del costo de la energía motriz que se utiliza en los sistemas de transporte esto puede ser energía eléctrica o energía a base de motores de combustión interna, así como también un análisis de los costos de inversión en las unidades de los sistemas de transporte sumado el costo de operación de los ingresos que perciben los choferes u operadores del sistema, de esta forma se realizan los siguientes análisis:

D. Rutas:

En este menú se definen las posibles rutas que interactúan en el sistema de transporte, dentro de ellas se escoge el operador que llevara a cabo la ruta así como también se puede definir la frecuencia con la que sirve a los usuarios, que está dada en unidades por hora.

E. Tipos de Enlaces:

Con esta herramienta se puede modificar ciertos parámetros especialmente en la pestaña de **Datos del Operador** los parámetros organizados en forma de matriz son de vital importancia, como son la velocidad de flujo libre dada para cada operador en Km/h, las cargas que pueden ser posibles peajes, la penalización se utiliza para especificar condiciones de circulación que puedan afectar la elección de los usuarios, condiciones de seguridad, señalización, iluminación, etc., esta también el costo por distancia que representa el costo de operación por unidad de distancia, y se indica en esta parte de la base de datos porque puede variar por tipo de vía para un mismo operador estos entre los más importantes.

F. Viajes Exógenos:

Aquí se ingresan los datos de la matriz origen-destino elaborada por la empresa Metro de Quito que nuevamente es el principal insumo en este caso directo para la simulación del escenario propuesto en inicio como posible hipótesis, se toman los valores enunciados específicamente de transporte público.

Pisuli - Ofelia						
	203	346	348	358	362	351
203	2153	95	1771	990	390	1038
346	95	819	1718	569	164	379
348	1577	1647	733	481	1832	295
358	877	622	537	476	1100	492
362	380	164	1493	1125	2465	597
351	1021	390	288	675	660	793

Tabla 22 Matriz de Viajes Exógenos Pisulí – Ofelia

Fuente: Matriz O/D, (Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, Metro de Madrid, 2010)

Elaboración: Autoría propia

Analizando la Matriz anterior deducimos que no es necesario ingresar los viajes internos de cada zona, como habíamos dicho antes, estos no ingresan en nuestra investigación, además los viajes que tienen como origen y destino las zonas 346 y 348 necesitan estudiarse de mejor manera ya que la estación colocada en la zona 346 no serviría para toda la zona.

De esta manera tendremos que estimar un porcentaje de estos viajes para incluirlos en la simulación y empezaremos con un 20 % de los viajes de estas zonas, de tal forma la matriz queda así:

Pisuli - Ofelia						
	203	346	348	358	362	351
203		95	1771	990	390	1038
346	95		344	569	164	379
348	1577	329		481	1832	295
358	877	622	537		1100	492
362	380	164	1493	1125		597
351	1021	390	288	675	660	

Tabla 23 Matriz de Viajes Exógenos Pisulí – Ofelia Corregida

Fuente: Matriz O/D, (Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, Metro de Madrid, 2010)

Elaboración: Autoría propia

Este sería el caso de transporte máximo de la línea y la sumatoria de la matriz nos da como resultado cerca de 15000 viajes diarios, si para el cálculo de la hora pico tomamos el 20% de estos valores tendremos aproximadamente 3000 viajes por hora por sentido, que se aproximan a la capacidad del sistema de transporte por cable que es de 3600 pasajeros por hora por sentido.

Estos datos se deben validar con la realización de encuestas en las zonas relacionadas a las preferencias de modos de transporte para conocer la demanda real, pero en inicio es un insumo que nos indicaría el caso extremo del diseño del sistema de transporte por cable.

Para la línea Atucucho – Labrador se analiza las zonas circundantes de influencia en el sector del Labrador y en principio las usamos para conocer los viajes existentes entre las mismas y conocer un posible comportamiento de los traslados asemejándolos con el trazado de nuestro sistema.

Atucucho - Labrador						
	281	287	292	293	312	485
281	629	103	143	436	112	163
287	55	376	74	177	132	352
292	143	106	400	300	125	205
293	300	177	231	1200	233	1024
312	190	46	149	250	1161	248
485	331	335	420	1075		2772

Tabla 24 Matriz de Viajes Exógenos Atucucho – Labrador

Fuente: Matriz O/D, (Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, Metro de Madrid, 2010)

Elaboración: Autoría propia

También mostramos la matriz de la línea Atucucho - Ofelia, que en inicio la vamos a tomar como una línea adicional que funcione a parte de la que se dirige a Labrador, así sabremos las ventajas o contrariedades entre ambas líneas.

Atucucho - Ofelia					
	344	348	358	485	351
344	858	914	574	1845	353
348	809	733	481	880	295
358	579	537	476	927	492
485	1330	880	842	2772	106
351	519	288	675	227	793

Tabla 25 Matriz de Viajes Exógenos Atucucho – Ofelia

Fuente: Matriz O/D, (Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, Metro de Madrid, 2010)

Elaboración: Autoría propia

De la misma manera que en la línea Pisulí de estas dos matrices también descontamos los viajes dentro de cada zona.

Atucucho - Labrador						
	281	287	292	293	312	485
281		103	143	436	112	163
287	55		74	177	132	352
292	143	106		300	125	205
293	300	177	231		233	1024
312	190	46	149	250		248
485	331	335	420	1075		

Tabla 26 Matriz de Viajes Exógenos Atucucho – Labrador Corregida

Fuente: Matriz O/D, (Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, Metro de Madrid, 2010)

Elaboración: Autoría propia

Atucucho - Ofelia					
	344	348	358	485	351
344		914	574	1845	353
348	809		481	880	295
358	579	537		927	492
485	1330	880	842		106
351	519	288	675	227	

Tabla 27 Matriz de Viajes Exógenos Atucucho – Ofelia Corregida

Fuente: Matriz O/D, (Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, Metro de Madrid, 2010)

Elaboración: Autoría propia

En la matriz corregida notamos que los viajes entre zonas son bajos en comparación con la línea de Pisulí, la sumatoria de la matriz nos da como resultado 7600 viajes diarios aproximadamente y si hacemos el mismo cálculo para conocer una posible demanda en hora pico con el 20% del total de los viajes, esto nos da como resultado aproximadamente 1500 viajes por hora por sentido, solamente de la extracción de viajes entre las zonas correspondientes a la línea de intensión de Atucucho – Labrador.

Para finalizar este tipo de análisis tenemos las líneas de Carapungo – Ofelia y Comité del Pueblo – Carapungo, examinamos al igual que el Labrador las zonas circundantes a la implantación de la posible estación en la entrada de Carapungo, así entonces tenemos las siguientes matrices:

Carapungo - Ofelia						
	351	358	379	384	398	483
351	793	675	210	688	141	33
358	492	476	177	483	0	64
379	188	135	218	476	229	105
384	826	507	539	7774	1388	495
398	39	0	177	1407	1596	0
483	33	16	75	536	22	183

Tabla 28 Matriz de Viajes Exógenos Carapungo – Ofelia

Fuente: Matriz O/D, (Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, Metro de Madrid, 2010)

Elaboración: Autoría propia

Comité - Carapungo			
	371	384	398
371	2448	538	244
384	353	7774	1388
398	287	1407	1596

Tabla 29 Matriz de Viajes Exógenos Comité - Carapungo

Fuente: Matriz O/D, (Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, Metro de Madrid, 2010)

Elaboración: Autoría propia

Al igual que las matrices anteriores esta necesita de una corrección de descuento de los viajes que se desarrollan dentro de las zonas que no se los considerará para el estudio de estaciones de carga y descarga.

Carapungo - Ofelia						
	351	358	379	384	398	483
351		675	210	688	141	33
358	492		177	483	0	64
379	188	135		476	229	105
384	826	507	539		1388	495
398	39	0	177	1407		0
483	33	16	75	536	22	

Tabla 30 Matriz de Viajes Exógenos Carapungo – Ofelia Corregida

Fuente: Matriz O/D, (Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, Metro de Madrid, 2010)

Elaboración: Autoría propia

Comité - Carapungo			
	371	384	398
371		538	244
384	353		1388
398	287	1407	

Tabla 31 Matriz de Viajes Exógenos Comité - Carapungo Corregida

Fuente: Matriz O/D, (Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, Metro de Madrid, 2010)

Elaboración: Autoría propia

El resto de menús son de la elaboración propia de redes de transporte como la creación de nodos, enlaces, centroides y demás propiedades relacionadas, se ha tratado de describir los más importantes para nuestro uso en la modelación en las zonas seleccionadas y propuestas de líneas de sistemas de transporte.

De esta manera se comienza la simulación en el software libre TRANUS y vamos a analizar línea por línea con diferentes escenarios para entender el funcionamiento, obtener propias conclusiones y preparar las recomendaciones necesarias para la optimización de los sistemas de transporte por cable.

Así abordamos la Línea Pisulí – Ofelia, de la cual se avanzó previamente con la estructuración de la red sobre un archivo del catastro del norte de Quito que corresponde a la zona de estudio, utilizando un primer factor de tiempo de 20 horas, esto quiere decir que simularemos un día completo de operación del sistema, con la ubicación de las estaciones de carga y descarga dando la siguiente imagen.

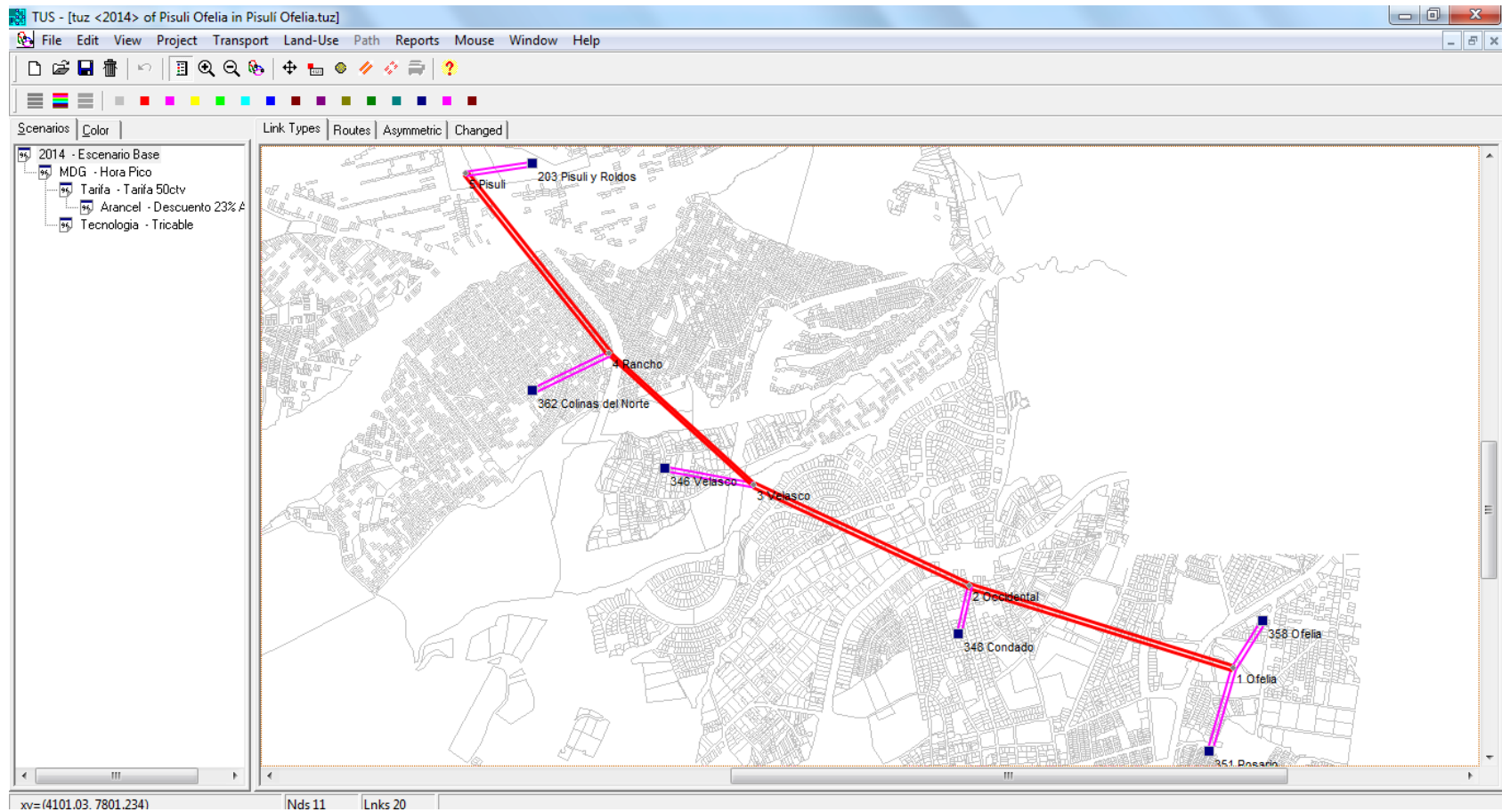


Imagen 25 Simulación Línea Pisulí – Ofelia Escenario Base

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

Es así como los tramos desde Colinas del Norte - Velasco - Occidental son los más cargados de demanda y el software los muestra en la pestaña de relación Demanda/Capacidad, lógicamente al simular para un día completo, las condiciones extremas no están siendo tomadas en cuenta, pero ya nos da los primeros indicios del comportamiento de la ruta de acuerdo a la matriz de viajes exógenos que alimentamos al programa, simulando la ruta otorgándole una frecuencia de 42 vehículos por hora estos son los primeros resultados:

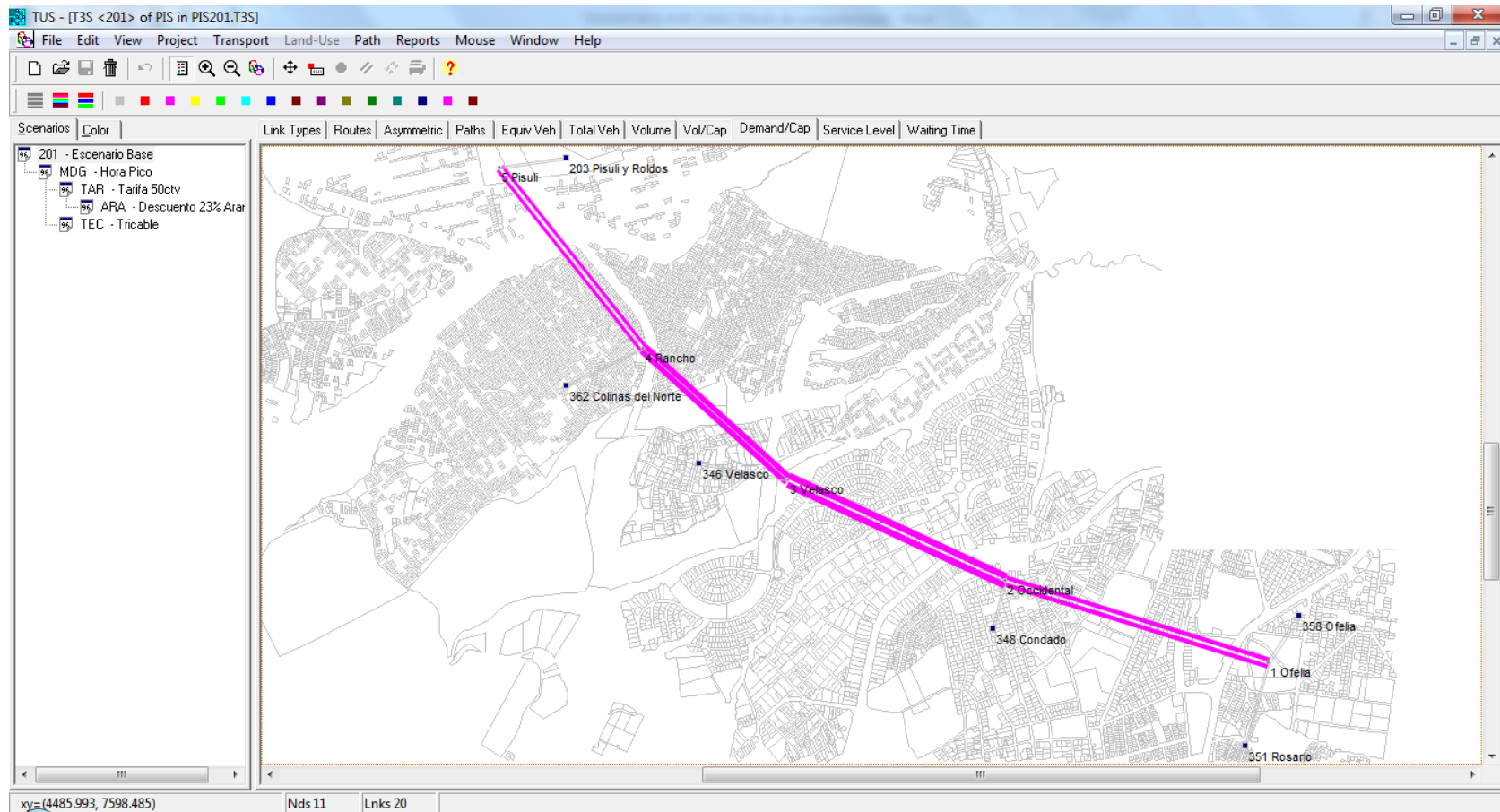


Imagen 26 Resultado Grafico Demanda/Capacidad

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

El programa nos muestra el porcentaje en que se encuentra esta relación que es del 100,1% en el tramo Velasco – Occidental, la capacidad de oferta de 8400 pasajeros se obtiene de la multiplicación de 42 vehículos por 20 horas de simulación y por 10 pasajeros que puede llevar una cabina o vehículo de transporte en nuestro caso:

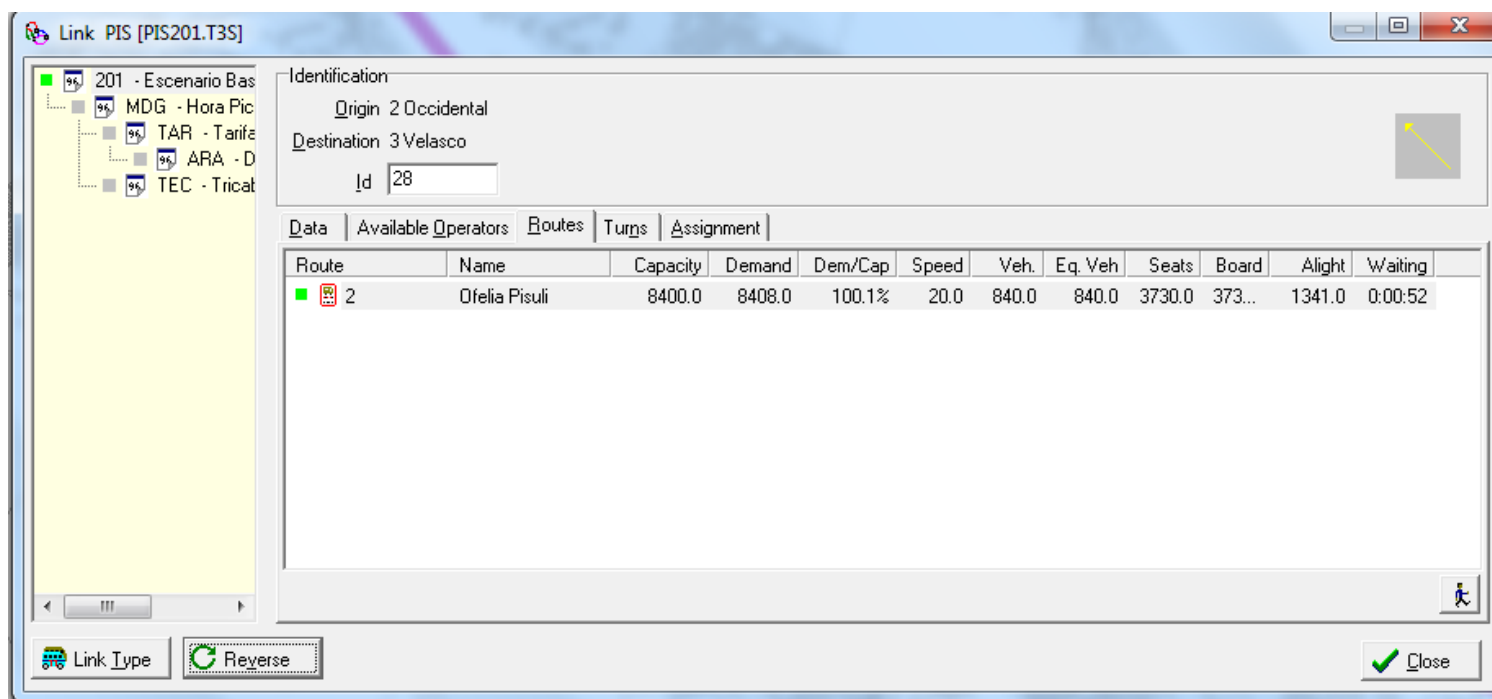


Imagen 27 Porcentaje Demanda/Capacidad Línea Pisulí – Ofelia

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

De esta manera vamos a crear un escenario con las mismas características que el anterior, pero vamos a modificar el factor del tiempo a una sola hora de operación la que será la hora pico de la línea y que asumiremos para la simulación un 10% del total de la matriz de viajes externos, esto lo asumimos en base al flujo del sistema Trolebús en donde la hora pico representa aproximadamente este porcentaje del total de la demanda diaria, para lo cual vamos a alimentar de esa manera al programa, con la misma matriz del escenario anterior ubicamos la pestaña Factors, colocamos el porcentaje y aplicamos a todo, a este escenario lo llamaremos Hora Pico:

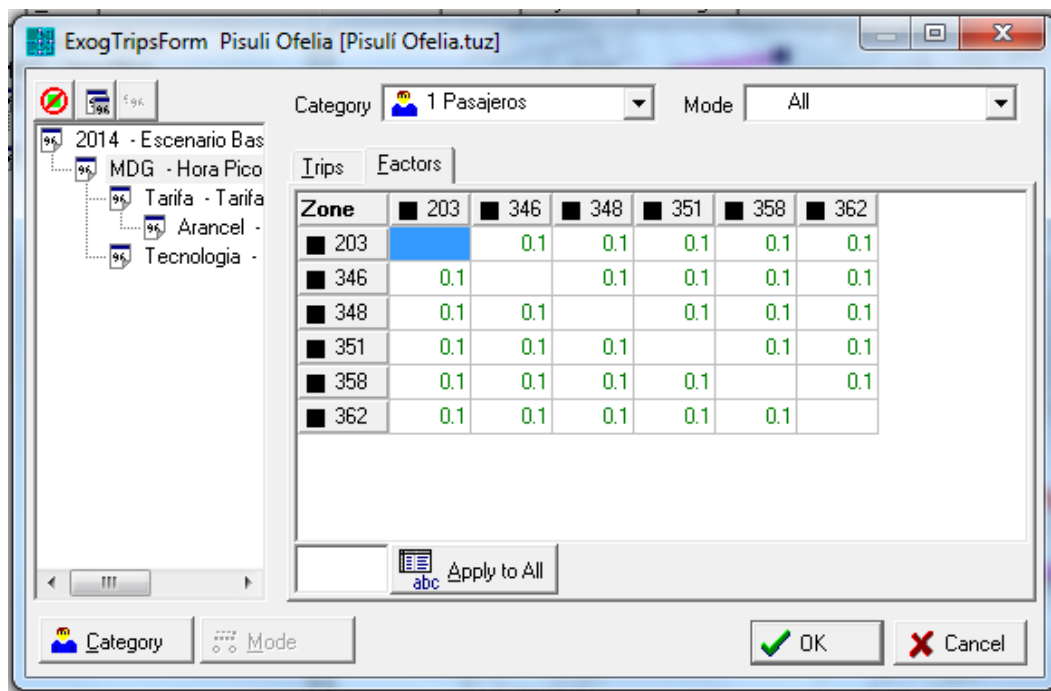


Imagen 28 Matriz de Viajes Exógenos con Factor del 10% Hora Pico

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

Así es como obtenemos nuestro escenario más coherente con la realidad de la zona de estudio, con las circunstancias verdaderas que lo rodean y que servirá para la calibración del modelo, la relación de la Demanda/Capacidad es semejante, pero aquí podemos dimensionar el sistema de transporte necesario para mitigar la demanda del sector, de esta manera la capacidad máxima de los tramos del sistema por cable no cambia.

Necesitamos realizar las iteraciones necesarias para encontrar la frecuencia adecuada que pueda servir de buena manera a la demanda de la hora pico, el software tiene la capacidad de analizar la demanda y su capacidad en cada sentido de la circulación y esto es importante puesto que es posible que en un tramo el sentido norte sur no esté tan cargado como en otro tramo, TRANUS brinda esta gama de posibilidades.

The screenshot shows the TRANUS software interface. On the left, there is a tree view with folders: '201 - Escenario Bas', 'MDG - Hora Pic', 'TAR - Tarife', 'ARA - D', and 'TEC - Tricat'. The main window displays 'Identification' with 'Origin 2 Occidental' and 'Destination 3 Velasco'. Below this, there is a table with columns: Route, Name, Capacity, Demand, Dem/Cap, Speed, Veh., Eq. Veh, Seats, Board, Alight, and Waiting. The table contains one row for Route 2, 'Ofelia Pisuli', with a Capacity of 850.0, Demand of 840.8, and Dem/Cap of 98.9%.

Route	Name	Capacity	Demand	Dem/Cap	Speed	Veh.	Eq. Veh	Seats	Board	Alight	Waiting
2	Ofelia Pisuli	850.0	840.8	98.9%	20.0	85.0	85.0	383.0	373.8	134.1	0:00:22

Imagen 29 Porcentaje Demanda/Capacidad Hora Pico Línea Pisulí – Ofelia

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

Se establece en 360 vehículos por hora como capacidad máxima de los tramos del sistema de transporte por cable, mientras que la frecuencia ya se necesita calibrar y le vamos a otorgar un número de 85 vehículos por hora, con esta frecuencia como dice el cuadro resumen, se logra solventar la cantidad de 840,8 pasajeros con una oferta de 850 pasajeros por hora por sentido, esta capacidad se obtiene de multiplicar 85 vehículos por 1 hora pico por 10 pasajeros por vehículo que se transporta, resultando una relación de Demanda/Capacidad de 98,9% con la velocidad promedio de 20 Km/h, en el tramo de mayor demanda Velasco – Occidental.

Acción similar se realiza para la línea de Atucucho – Labrador en la cual se ha realizado el trabajo previo de estructuración de la red correspondiente a su sistema de transporte, de igual forma sobre un archivo de catastro de la zona en estudio, utilizando inicialmente un Factor de Tiempo de 20 horas simulando un día completo, también con una capacidad máxima de 360 vehículos por hora en los tramos del sistema de transporte por cable, la diferencia con el sector anterior es que en este caso la ubicación de estaciones de carga y descarga se alimenta con más conectores puesto que las mencionadas estaciones se encuentran en sitios en donde existen zonas que también generan viajes a las demás estaciones de la misma línea y así se muestra en la siguiente imagen:

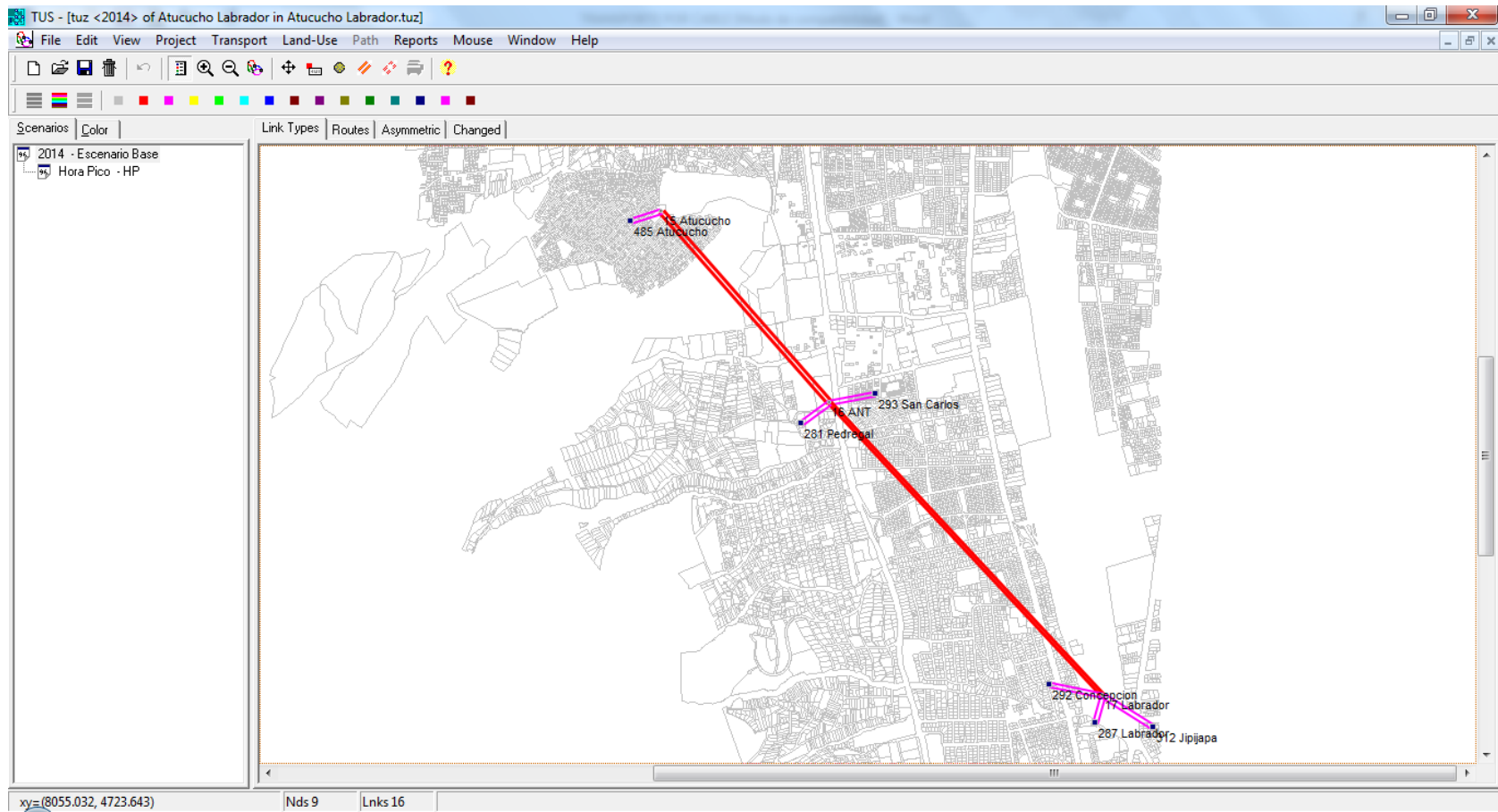


Imagen 30 Simulación Línea Atucúcho – Labrador Escenario Base

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

De la misma forma se corre el programa y se notan las demandas de los tramos desde Atucucho - Pedregal - Labrador advirtiendo que el Tramo Atucucho – Pedregal es el más cargado, y con el estimativo de 11 vehículos por hora nos resulta un 98.2% aproximadamente de la relación Demanda/Capacidad, lo que nos hace presumir que esta línea tendrá una menor oferta para solventar los viajes en las zonas de estudio.

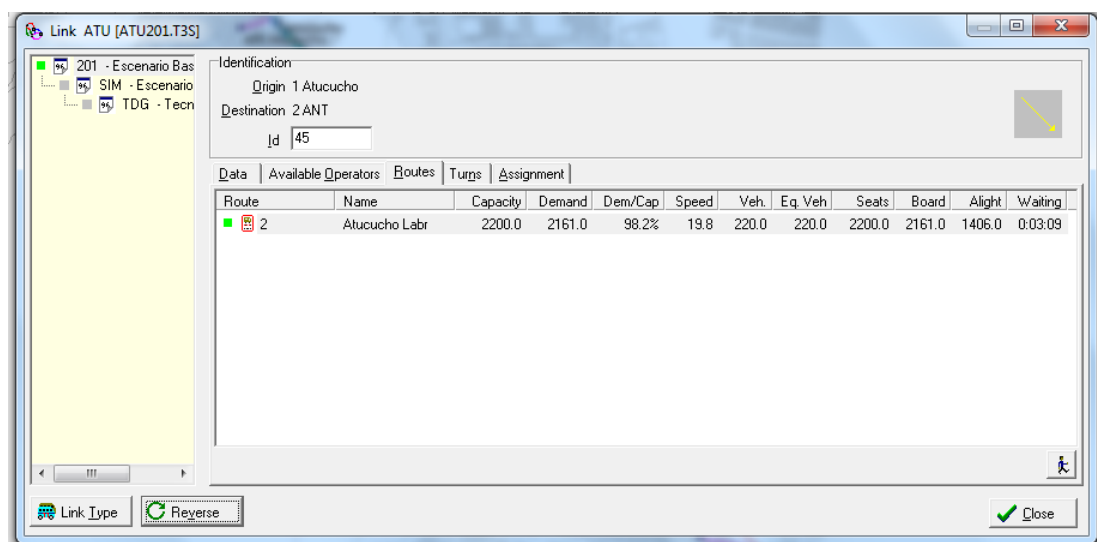


Imagen 31 Porcentaje Demanda/Capacidad Línea Atucucho – Labrador

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

Modificando igualmente la matriz de viajes exógenos, asumimos el 10% de los viajes para la simulación de la Hora Pico y alimentamos el programa con 22 vehículos por hora por sentido como frecuencia que multiplicados por una hora y por 10 pasajeros por vehículo nos da 220 pasajeros por hora por sentido que nos muestra la imagen a continuación y que solventa la demanda de viajes:

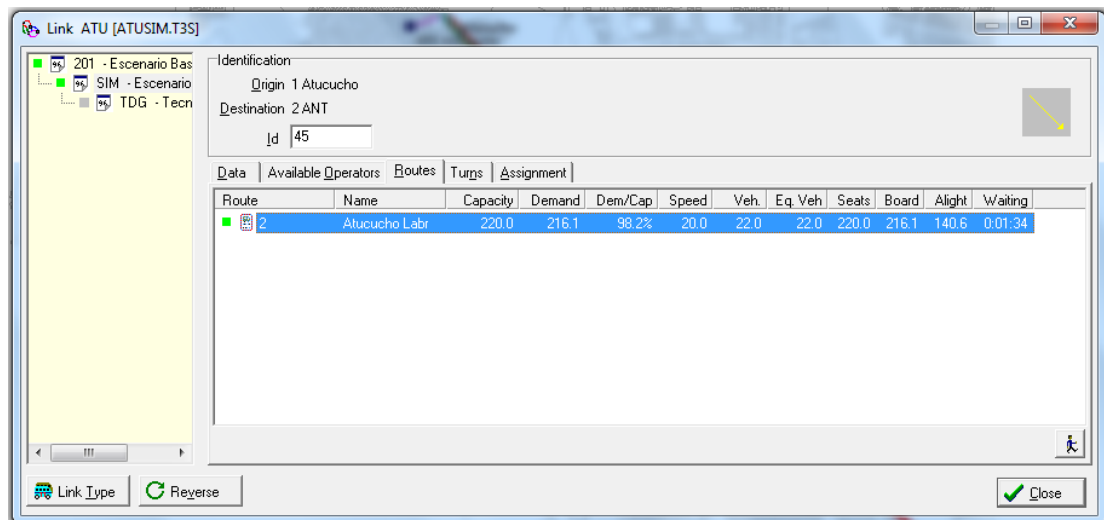


Imagen 32 Porcentaje Demanda/Capacidad Hora Pico Línea Atucucho – Labrador

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

De igual manera se realiza el ejercicio con el trazado Atucucho - Ofelia, en un comienzo con los datos originales de la matriz exógena de viajes y el factor de tiempo igual a 20 horas, y en la segunda simulación se ejecuta el programa con el 10% de la matriz exógena de viajes, asumiendo la hora pico y se modifica el factor del tiempo a una sola hora.

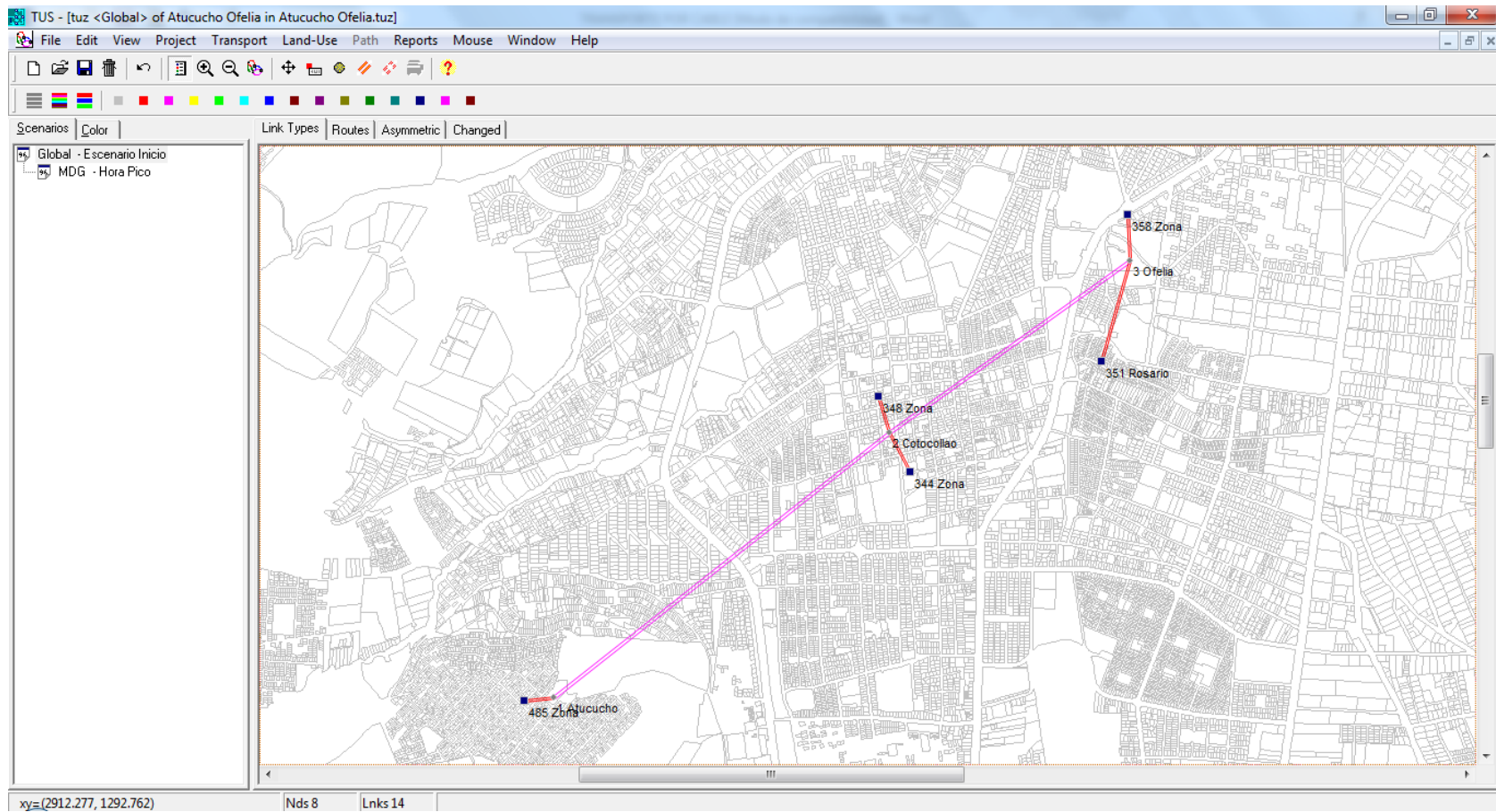


Imagen 33 Simulación Línea Atacucho – Ofelia Escenario Base

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

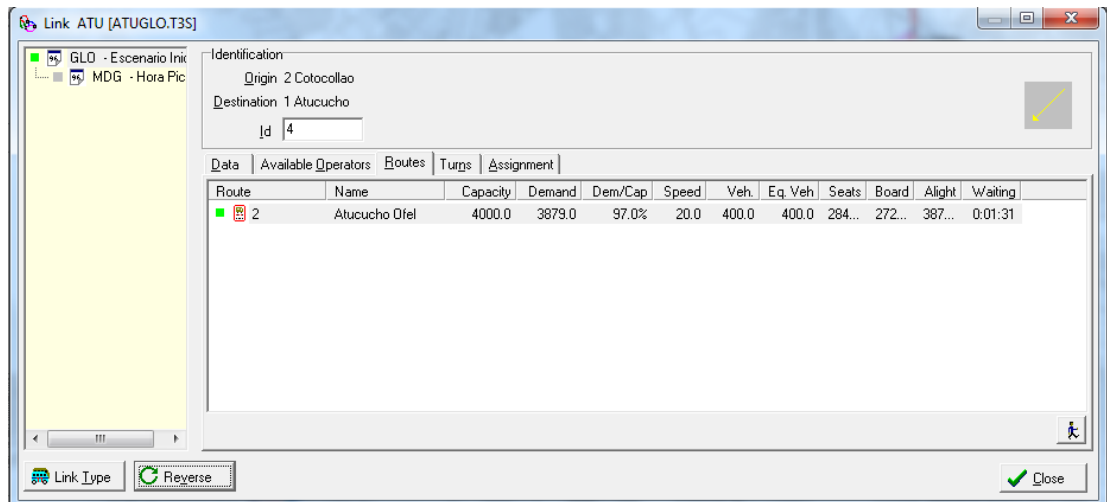


Imagen 34 Porcentaje Demanda/Capacidad Línea Atucucho – Ofelia

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

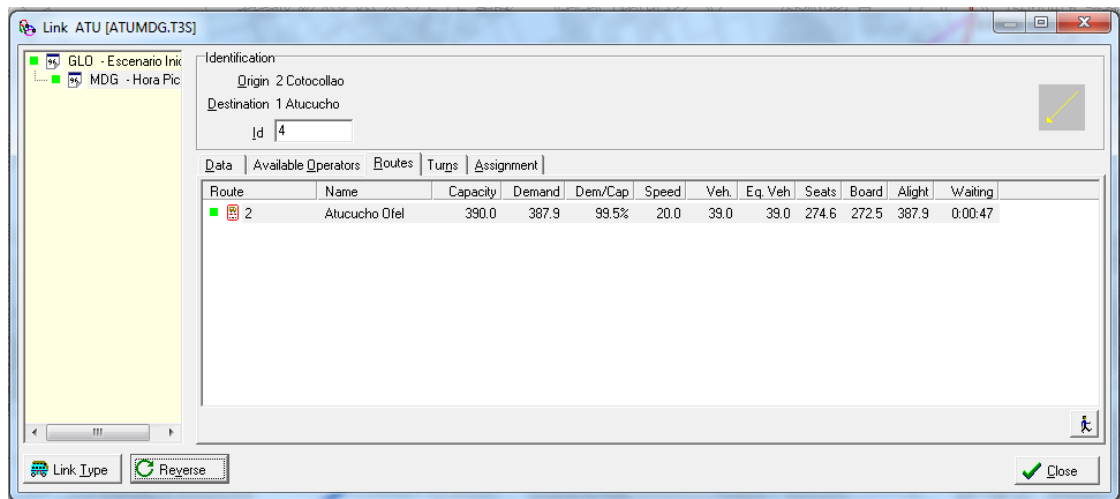


Imagen 35 Porcentaje Demanda/Capacidad Hora Pico Línea Atucucho – Ofelia

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

Para finalizar hacemos lo mismo con las líneas de Carapungo – Ofelia y Comité del Pueblo – Carapungo, se realiza la estructuración de la red sobre un archivo catastral del sector en estudio, con las condiciones similares a los sectores

anteriores se va alimentando el software, con un Factor de Tiempo inicial de 20 horas para simular el día completo, y partiendo de una capacidad máxima en el tramo de 360 vehículos por hora, en el primer tramo existen tres estaciones de carga y descarga con dos conectores peatonales en cada estación, ya que existe aporte de las zonas cercanas a la edificación que servirá como estación, esto es en la Ofelia las zonas 351 y 358, en una estación intermedia las zonas 379 y 483, y en la estación Carapungo las zonas 384 y 398.

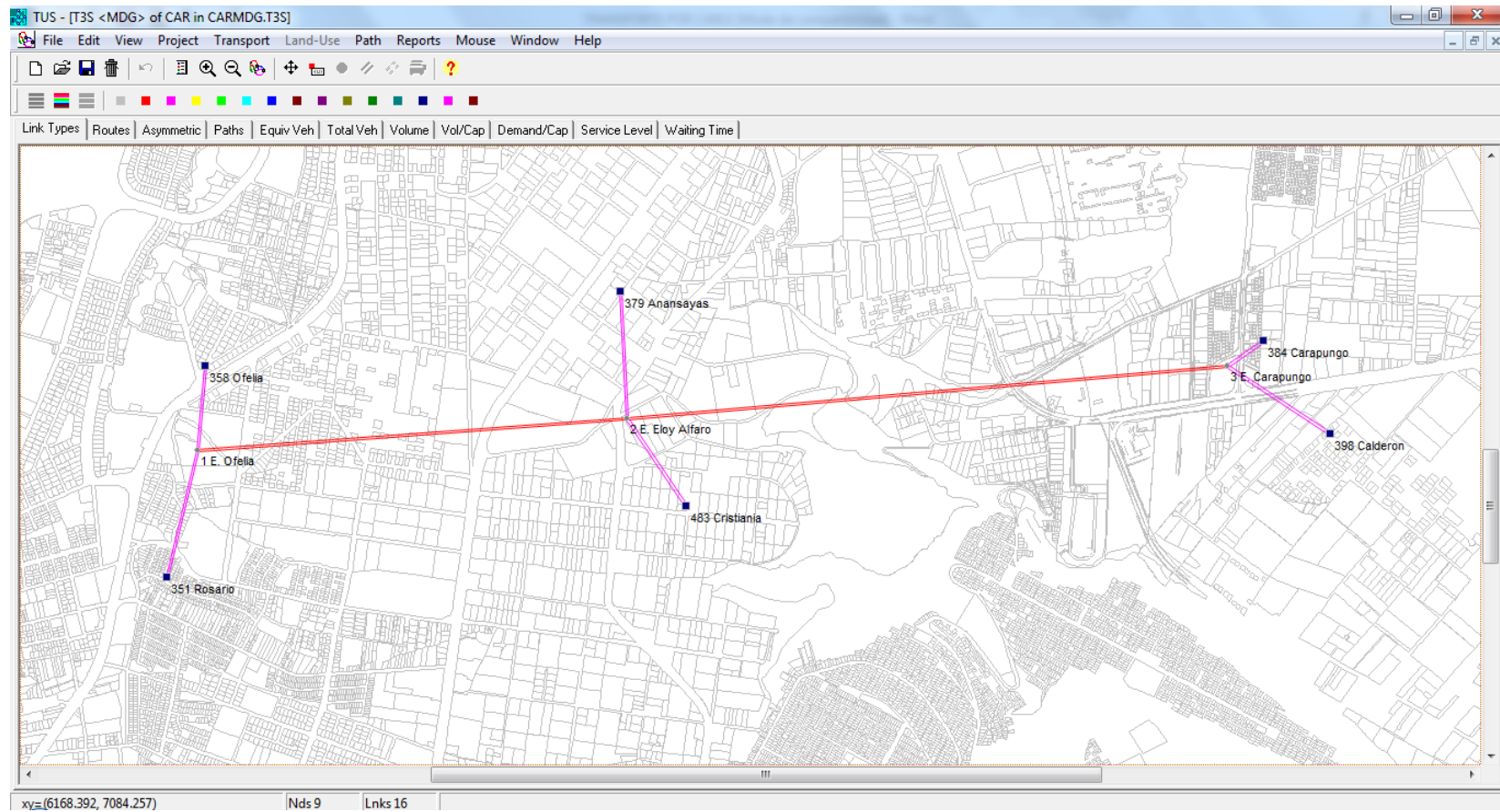


Imagen 36 Simulación Línea Carapungo – Ofelia Escenario Base

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

En el tramo más cargado de la ruta Carapungo – Ofelia que se encuentra entre la estación Eloy Alfaro y la estación Carapungo, con trece vehículos por hora podemos solventar la demanda, pero es en la simulación de Hora Pico tal como habíamos simulado las líneas anteriores, que se puede observar la real oferta de vehículos para su operación.

Route	Name	Capacity	Demand	Dem/Cap	Speed	Veh.	Eq. Veh	Seats	Board	Alight	Waiting
2	Carapungo Ofe	2600.0	2583.0	99.3%	20.0	260.0	260.0	2600.0	2583.0	1211.0	0:02:41

Imagen 37 Porcentaje Demanda/Capacidad Línea Carapungo – Ofelia

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

Se crea un nuevo escenario llamado MDG - Hora Pico en donde se realiza el ajuste del factor en la matriz de viajes exógenos al 10% de los viajes totales, también se modifica el valor del Factor Tiempo a una hora pico en este caso, y se modifica la frecuencia a 26 vehículos por hora dándonos una relación Demanda/Capacidad de 99.3%.

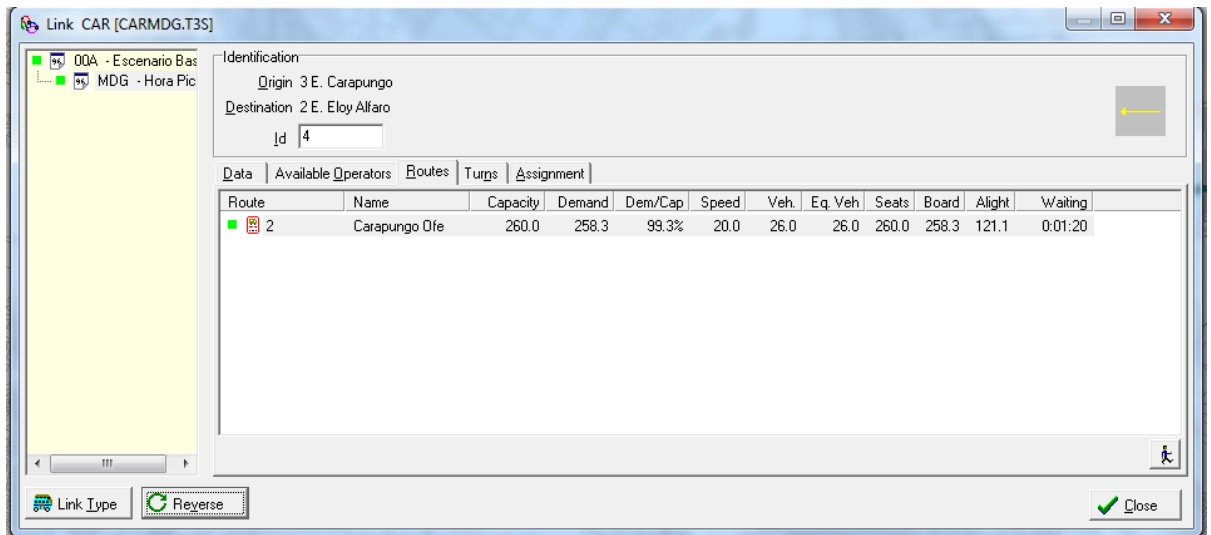


Imagen 38 Porcentaje Demanda/Capacidad Hora Pico Línea Carapungo – Ofelia

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

A diferencia en este tramo existen solamente dos estaciones de carga y descarga y los conectores que alimentan a las estaciones son tres en total, puesto que el sector del Comité del Pueblo maneja una zona bastante amplia que enmarca todos los acercamientos peatonales, en cambio en el sector de Carapungo la estación se alimenta de dos conectores, el primero de la zona # 384 y el segundo de la zona frente a la anterior # 398, luego presumimos una baja cantidad de viajes como vimos en el literal F de la alimentación de datos al programa y la matriz de viajes exógenos en este caso resulta ser la menor con respecto a las dos anteriores, cabe aclarar que la matriz corresponde a las zonas que se creen pertinentes, para ser tomadas en cuenta en la cuantificación de viajes.

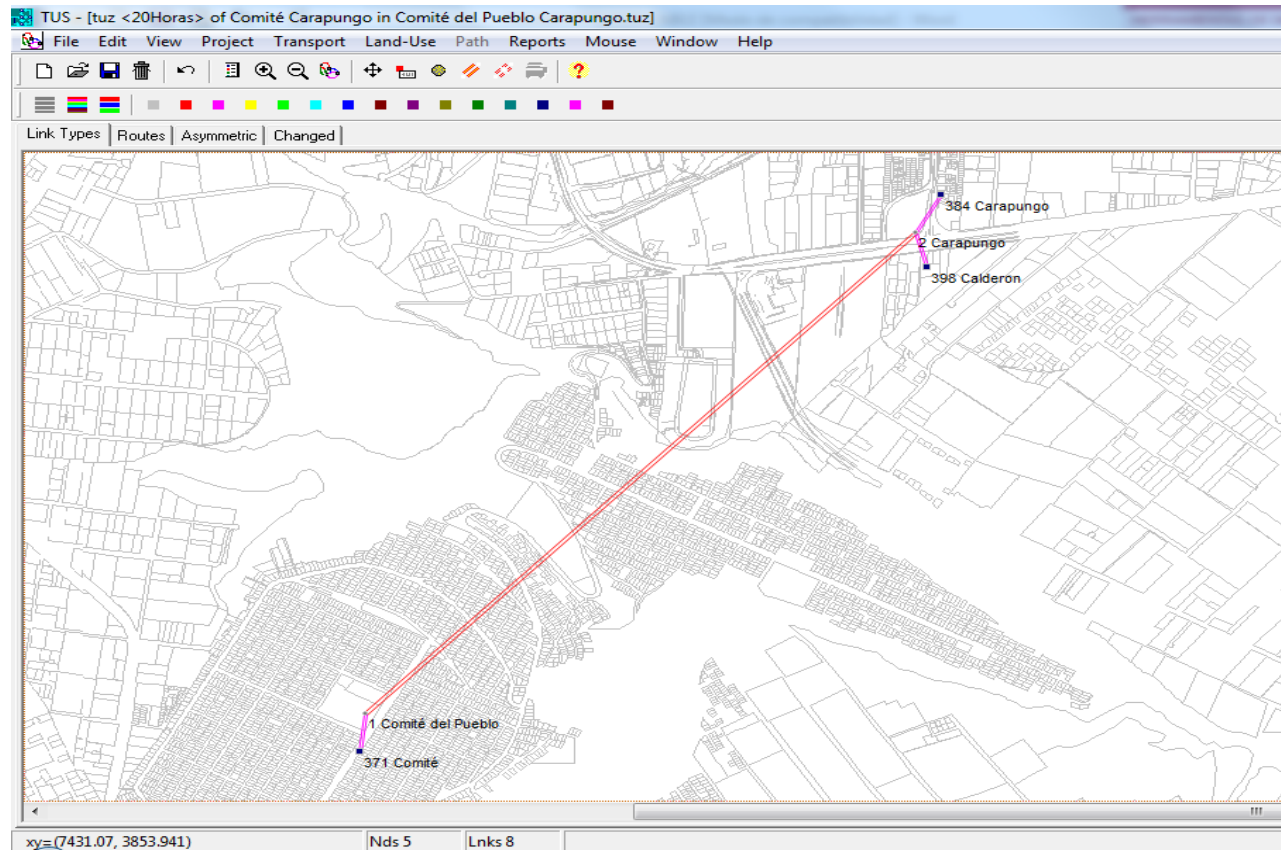


Imagen 39 Simulación Línea Comité – Carapungo Escenario Base

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

Con cuatro vehículos por hora podemos observar que se podría solventar la demanda de viajes, esto nos da un indicio que la cantidad de vehículos también será menor en esta línea que en las anteriores, y en ese caso se tendrá que analizar si es realmente necesaria la implementación de un sistema de transporte por cable, ya que si no existe un equilibrio con los costos operacionales y de mantenimiento, no tendría la característica de ser sustentable.

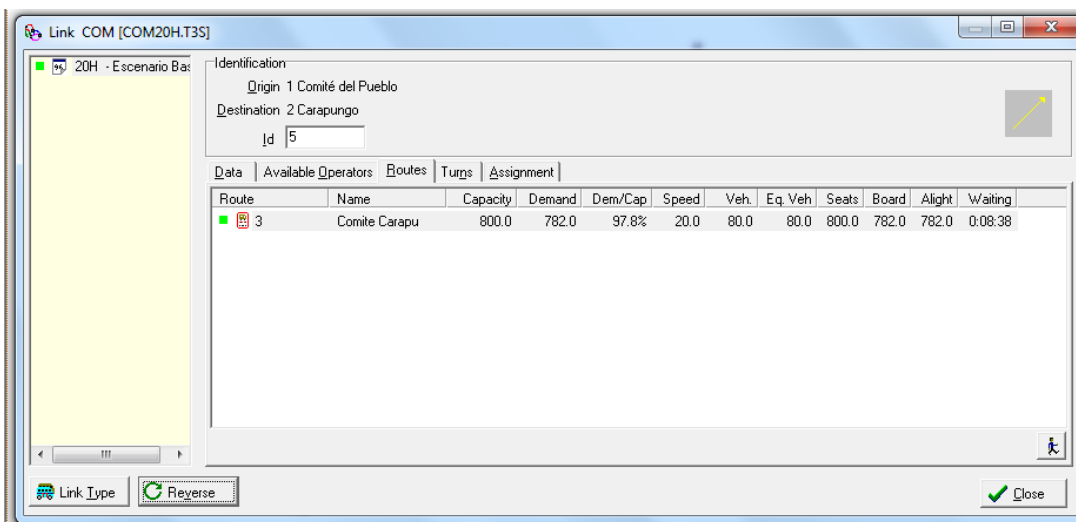


Imagen 40 Porcentaje Demanda/Capacidad Línea Comité – Carapungo

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

Se crea un nuevo escenario llamado MDG - Escenario Hora Pico en donde se realiza el ajuste del factor en la matriz de viajes exógenos al 10% de los viajes totales, también se modifica el valor del Factor Tiempo a una hora pico en este caso, y se modifica la frecuencia a 8 vehículos por hora dándonos una relación Demanda/Capacidad de 97.7%.

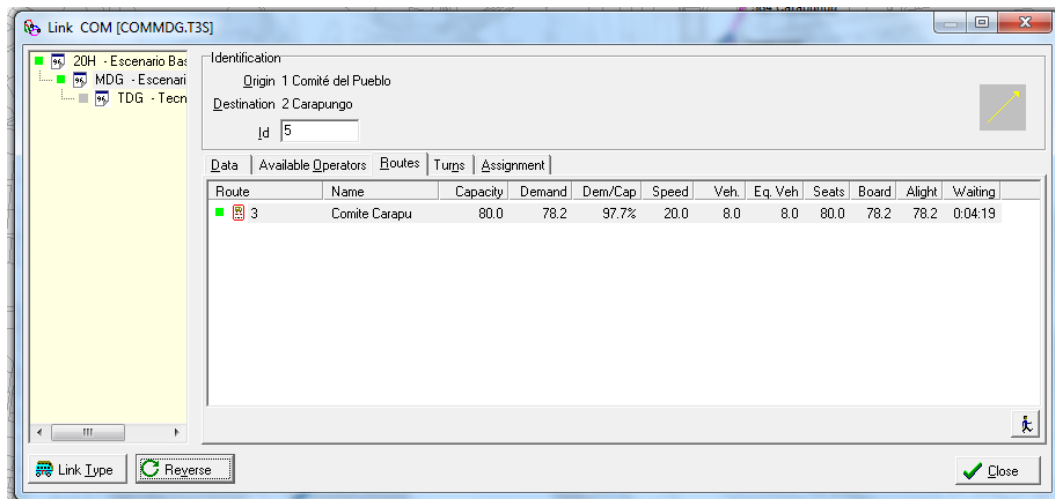


Imagen 41 Porcentaje Demanda/Capacidad Hora Pico Línea Comité – Carapungo

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

También realizaremos una práctica para conocer en resumen como podemos obtener un número relativo de cabinas para la operación de los sistemas de transporte, así como determinar el distanciamiento entre ellas para conocer luego las tensiones provocadas por el funcionamiento del sistema, de esta manera y con los datos de capítulos anteriores hacemos este cálculo con el ejemplo siguiente.

LINEA	LONGITUD (Km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (Horas)	# DE ESTACIONES	Tiempo de Carga/Descarga	T TOTAL	T CIRCUITO
PISULI - OFELIA	4.330	20	0:12:59	5	0:02:05	0:15:04	0:30:09
ATUCUCHO - LABRADOR	3.990	20	0:11:58	3	0:01:15	0:13:13	0:26:26
ATUCUCHO - OFELIA	3.270	20	0:09:49	3	0:01:15	0:11:04	0:22:07
CARAPUNGO - OFELIA	3.750	20	0:11:15	3	0:01:15	0:12:30	0:25:00
COMITE - CARAPUNGO	1.950	20	0:05:51	2	0:00:50	0:06:41	0:13:22

Tabla 32 Estimación Tiempo de Circuito de Viaje

Fuente y Elaboración: Autoría propia

En la tabla anterior obtenemos el tiempo del circuito total de ida y vuelta de un vehículo por cada trazado de STC en base a su longitud, su velocidad de transportación y la estimación de un tiempo de carga y descarga por cada estación

a lo largo de la ruta que lo asumimos en 25 segundos por cada estación, con este Tiempo de Circuito podemos obtener el número de viajes por hora que nos sirve para desarrollar la siguiente tabla.

LINEA	# de VIAJES/h	CAPACIDAD (pas/h)	DEMANDA (pas/h)	# de CABINAS	# de SALIDAS	INTERVALO (segundos)
PISULI - OFELIA	2	20	980.15	49	98	0:00:37
ATUCUCHO - LABRADOR	2	20	313.35	16	31	0:01:56
ATUCUCHO - OFELIA	3	30	591.58	20	59	0:01:01
CARAPUNGO - OFELIA	2	20	300.70	15	30	0:02:00
COMITE - CARAPUNGO	4	40	71.10	2	7	0:08:34

Tabla 33 Estimación Intervalo de separación entre Vehículos

Fuente y Elaboración: Autoría propia

En esta hoja de cálculo la cantidad de viajes por hora resulta del tiempo del circuito con bastante lógica sabemos que si se demora un recorrido 30 minutos, solamente puede realizarse un máximo de 2 viajes por hora, que multiplicados por la capacidad de cada vehículo se obtiene una capacidad por hora como oferta, luego la demanda dividida para esa capacidad nos da el número de cabinas necesarias, el número de salidas se obtiene de la relación entre la demanda y la capacidad de pasajeros en cada vehículo y por último el intervalo de tiempo que separa las telecabinas se obtiene de la relación inversa del número de salidas que existen en una hora de transporte.

Cabe recalcar en esta estimación, que estamos considerando una sola demanda en el tramo desde Pisulí hasta la Ofelia, al igual que en Atucucho - Labrador, algo que no corresponde a la realidad pero que de ser el caso de la línea Comité - Carapungo que consta de un solo tramo se acerca más a la realidad, esto como un inicio de distribución y cuantificación de los vehículos de un STC.

Del análisis con el software TRANUS, se obtiene la siguiente tabla de comparación entre las líneas de los Sistemas de Transporte por Cable:

LINEA	FRECUENCIA	OFERTA	DEMANDA	%
PISULI - OFELIA	85	850	840.8	98.92%
ATUCUCHO - LABRADOR	22	220	216.1	98.23%
ATUCUCHO - OFELIA	39	390	387.9	99.46%
CARAPUNGO - OFELIA	26	260	258.3	99.35%
COMITE - CARAPUNGO	8	80	78.2	97.75%

Tabla 34 Comparación Oferta/Demanda en cada Línea

Fuente y Elaboración: Autoría propia

Si conocemos que la proximidad a tener 360 vehículos por hora en un tramo de los STC nos brinda la capacidad máxima de 3600 pasajeros por hora por sentido, que es la máxima capacidad de un Mono Cable, nos damos cuenta que una de las líneas estaría apta a implementarse, sin antes realizar un estudio de demanda con encuestas origen - destino, en el que se consulte a los usuarios sobre sus desplazamientos si existiese esta línea adicional de transporte, que en el caso de la Pisulí - Ofelia consta de una demanda nada despreciable y que sería la que más se acerca a un transporte público urbano, a continuación en cantidad de demanda estaría la línea Atucucho – Ofelia.

Sin embargo los trazados de Atucucho - Labrador y Comité - Carapungo, tendrían que pensarse en un estudio posterior en el que se considere también la extensión del corredor Nor Oriental (Ecovia) y la implementación del Metro de Quito, que le aportarían gran cantidad de viajes a ambas líneas.

Capítulo III

3. Aplicación

3.1. Selección de tecnología más eficiente

El objeto de esta sección es presentar situaciones en las cuales es más adecuado cada uno de los sistemas de transporte presentados y proponer procedimientos para realizar la selección. Es así como mostramos las tablas de adecuación de Vonroll que es una de las maneras para seleccionar tecnología de un STC.

Descripción	V max (m/s)	Capacidad max (pphs)	Vehículos		Trazado	
			Tipo	Capacidad	Pendiente	Alineaciones
Telecabinas	6.00	> 3000	Cerradas	12	100%	Rectas, curvas en estaciones de angulo.
Telesilla Desembragable	5.00	> 2800	Abiertas o cerradas	4	100%	Rectas, curvas poligonos en estaciones de angulo.
Telesilla Fija	2.30	> 1800	Abiertas	4	100%	Rectas, curvas poligonos en estaciones de angulo.
Telesky	3.50	> 1200	Perchas	2	90%	Curvas poligonales
Sistema Tricable 3S	8.00	> 3000	Cerradas	30	> 100%	Rectas, curvas poligonos en estaciones de angulo.
Teleferico de Vaiven	12.50	> 1500	Cerradas	> 150	> 100%	Rectas
Funicular	12.00	5000	Coches, trenes	125/ > 500	> 100%	Rectas o curvas

Tabla 35 Tabla #1 de Adecuación Vonroll

Fuente y Elaboración: (Alfonso Orro Arcay, 2003)

Descripción	Aplicaciones en transporte de personas					
	Turismo verano	Turismo invierno	Transporte Urbano	Complejos	Parques	Transporte materiales
Telecabinas	X	X	X	X	X	
Telesilla Desembragable	X	X		X	X	
Telesilla Fija	X	X		X	X	
Telesky		X				
Sistema Tricable 3S	X	X	X	X	X	X
Teleferico de Vaiven	X	X	X	X	X	X
Funicular	X	X	X	X	X	

Tabla 36 Tabla #2 de Adecuación Vonroll

Fuente y Elaboración: (Alfonso Orro Arcay, 2003)

Se puede observar en las tablas anteriores que aunque ya aportan en la selección de tecnología, aun no es muy específico el tipo de STC que se puede escoger, también existe el método de selección de Artur Doppelmayer, aquí exponemos sus tablas que en síntesis califican las cualidades de cada STC según las condiciones que se requieren en cada caso, con una escala de 0 a 4 siendo 0 lo más inadecuado y 4 la calificación de excelente.

TABLA # 1	Bajos costos de inversion	Bajos costos de operacion	Bajos costos globales	Operacion continua	Bajo riesgo al embarque	Bajo riesgo en linea	Bajo riesgo al desembarque	Necesarias interferencias con pistas	Minima preparacion area de	Minima preparacion de linea	Minima preparacion area de salida
Gondola con dos cables portantes (Funitel)	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4
Teleferico de Grupo	4	4	3	2	4	4	4	4	4	4	4
Telecabina Desembragable	1	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4
Telesilla Desembragable	2	3	2	4	3	3	3	4	2	4	2
Telesilla Pinza Fija	3	4	3	3	2	4	2	4	2	4	2
Telesky	4	3	4	3	2	2	2	1	1	1	1

Tabla 37 Tabla #1 Selección del Tipo de Instalación más Adecuado

Fuente y Elaboración: (Alfonso Orro Arcay, 2003)

TABLA # 2															
	Como alimentador	Para viajes repetitivos	Solo para subida	Subida y bajada	Necesario llevar cargas	Para esquiadores	Para snow-board	Para bicicletas	Para esquiadores y peatones	Para discapacitados y ancianos	En zonas expuestas al viento	En terrenos con pendientes opuestas	Para invierno solamente	Para verano solamente	Para invierno y verano
Funicular	4	2	4	4	4	3	4	4	4	4	4	0	4	4	4
Teleferico bicable de vaiven	1	1	2	3	4	2	3	3	3	4	2	4	2	3	2
Teleferico bicable circulante	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
Gondola con dos cables portantes (Funitel)	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Teleferico de grupo	1	1	2	3	1	2	2	4	2	2	2	4	2	3	2
Gondola desembragable	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
Telesilla desembragable	4	4	4	2	1	4	3	2	2	1	3	4	4	1	2
Telesilla de pinzas fijas	1	4	4	1	1	3	1	1	1	1	3	4	4	1	2
Telesky	1	4	2	0	0	4	3	0	0	1	4	1	4	0	0

Tabla 38 Tabla #2 Selección del Tipo de Instalación más Adecuado

Fuente y Elaboración: (Alfonso Orro Arcay, 2003)

TABLA # 3																		
	Pendiente media < 30%	30% < Pendiente media < 60%	Pendiente media > 60%	Capacidad < 1440 pph	1440 pph < Capacidad < 2880 pph	Capacidad > 2880 pph	Desnivel < 100 m	100 m < Desnivel < 500 m	Desnivel > 500 m	Usuarios poco expertos	Usuarios medianamente expertos	Facilidad de mantenimiento	Esencial poco personal	Necesaria proteccion indermencias	Cruce de un valle (canon o Garganta)	Terreno intransitable	Elevado confor de viaje	Bajo nivel de ruido
Funicular	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	0	1	1	4	0	0	4	3
Teleferico bicable de vaiven	1	3	4	1	0	0	1	2	4	2	2	2	2	4	4	3	2	4
Teleferico bicable circulante	4	4	4	3	4	2	4	4	4	1	1	1	2	4	4	3	4	3
Gondola con dos cables portantes (Funitel)	4	4	4	2	4	4	4	4	4	1	1	2	2	4	3	4	4	4
Teleferico de grupo	4	4	4	1	0	0	4	4	4	4	4	4	3	4	1	2	3	3
Gondola desembragable	4	4	4	4	3	4	4	4	4	2	3	2	2	4	3	3	4	3
Telesilla desembragable	4	4	4	2	4	3	4	4	4	2	1	2	2	3	1	1	3	3
Telesilla de pinzas fijas	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	1	1	1	2	3
Telesky	4	3	1	3	1	0	4	2	1	3	3	2	4	0	0	0	1	3

Tabla 39 Tabla #3 Selección del Tipo de Instalación más Adecuado

Fuente y Elaboración: (Alfonso Orro Arcay, 2003)

Existe un método de selección de Gilberto Greco, que es una metodología con importantes consideraciones pero que no considera tecnologías más recientes, se enlistan los tipos de instalaciones que considera la metodología:

- B1:** teleférico bicable de vaivén de tramo único.
- B2:** teleférico bicable de vaivén de varios tramos y con cabinas de gran capacidad.
- B3:** teleférico bicable de vaivén de varios tramos y con cabinas de pequeña capacidad (teleféricos económicos).
- B4:** teleférico bicable de movimiento continuo con cabinas de 4 a 6 plazas acopladas temporalmente al cable tractor.
- M1:** telesilla monoplaza de acoplamiento permanente.
- M2:** telesilla biplaza para esquiadores de acoplamiento permanente.
- M3:** telecabina biplaza de acoplamiento permanente.
- M4:** telecabina o telesilla de varias plazas con acoplamiento temporal al cable tractor.
- S1:** telesquí pesado.
- S2:** telesquí ligero.

A continuación se enlistan los criterios que toman en cuenta los tipos de instalaciones

a) Forma de la línea.

En general los perfiles cóncavos son convenientes para las instalaciones B1, B2 y B3, mientras que los perfiles convexos resultan convenientes para los tipos M

y S. Los tipos B no admiten pilonas de retención y en los tipos S deben evitarse las contrapendientes. Los tipos M y S presentan limitaciones al valor de la pendiente máxima.

b) Altura desde el suelo.

Los reglamentos vigentes en ese momento determinaban, en función de los efectos psicológicos y de las modalidades de salvamento, valores máximos de altura más elevados para los tipos B que para los tipos M, y, dentro de este último, variables desde M1 (8 a 15 m) a M4 (25 a 60 m).

c) Cruces.

En general, cuando se producen con líneas eléctricas, los cruces inferiores afectan a los tipos B1, B2 y B3 y los superiores a todos los demás. Los cruces con caminos deben regularse principalmente en instalaciones de tipo S.

d) Características del terreno.

Excepto para el tipo S, en el resto de los tipos incide principalmente en las modalidades de salvamento. En los tipos B1, B2 y B3 no afecta si se emplea un vehículo de auxilio que recorra el cable portante.

De esta forma la selección de un sistema de transporte por cable sobre otro se vuelve bastante empírico y podemos realizar un ejercicio para escoger la tecnología que más conviene a nuestro proyecto, es así que de la primera metodología podemos revisar en la Tabla #31, la Telecabina es la opción más acertada según las demandas y velocidad de traslado, de la Tabla #32 obtenemos que la Telecabina tiene también la característica de servir para transporte urbano.

De la segunda metodología vamos a realizar una compilación en un solo cuadro de las calificaciones que tiene la Telecabina o Góndola desembragable, recordando que 0 es lo más inadecuado y 4 la calificación de excelente:

TABLA # 1		TABLA # 2	
1	Bajos costos de inversion	4	Como alimentador
2	Bajos costos de operacion	3	Para viajes repetitivos
2	Bajos costos globales	4	Solo para subida
4	Operacion continua	4	Subida y bajada
4	Bajo riesgo al embarque	3	Necesario llevar cargas
4	Bajo riesgo en linea	4	Para esquiadores
4	Bajo riesgo al desembarque	4	Para snow-board
4	Necesarias interferencias con pistas	4	Para bicicletas
4	Minima preparacion area de embarque	4	Para esquiadores y peatones
4	Minima preparacion de linea	4	Para discapacitados y ancianos
4	Minima preparacion area de salida	3	En zonas expuestas al viento
		4	En terrenos con pendientes opuestas
		4	Para invierno solamente
		4	Para verano solamente
		4	Para invierno y verano

TABLA # 3	
4	Pendiente media < 30%
4	30% < Pendiente media < 60%
4	Pendiente media > 60%
4	Capacidad < 1440 pph
4	1440 pph < Capacidad < 2880 pph
3	Capacidad > 2880 pph
4	Desnivel < 100 m
4	100 m < Desnivel < 500 m
4	Desnivel > 500 m
2	Usuarios poco expertos
3	Usuarios medianamente expertos
2	Facilidad de mantenimiento importante
2	Esencial poco personal
4	Necesaria proteccion inclemencias
3	Cruce de un valle (canon o Garganta)
3	Terreno intransitable
4	Elevado confort de viaje
3	Bajo nivel de ruido

PROMEDIO
3.52

Tabla 40 Metodología de Artur Doppelmayr Caso de estudio

Fuente y Elaboración: (Alfonso Orro Arcay, 2003)

Podemos observar que el menor índice es el de Bajos costos de inversión, esto es relativo al beneficio que se obtendrá y es comparado con un sistema de telesquí o uno de Teleférico de Grupo que tienen la máxima calificación y que su inversión comparada es muy barata, logrando un promedio de calificación de 3.52, que es un índice alto para lo que queremos conseguir.

Terminando con las metodologías de investigación tenemos la de Gilberto Greco, en donde escogemos el tipo de tecnología M4, en donde nos indica

- Los perfiles convexos resultan convenientes para los tipos M, también presentan limitaciones al valor de la pendiente máxima.
- La altura desde el suelo del tipo M4 va desde 25 a 60 m.
- Los cruces superiores afectan a los perfiles M.
- Las características del terreno inciden principalmente en las modalidades de rescate.

A la par de la selección de la tecnología anteriormente practicada hemos realizado la simulación de la línea más representativa de los sistemas de transporte por cable como es el caso de la Línea Pisulí - Ofelia, con dos ejemplos de tecnología, como son el mono cable o MDG y la tecnología 3S o TDG, para contrastar los resultados de las líneas según sus características y así conocer cuan beneficioso es usar uno u otro sistema.

De tal forma la cabina de un 3S la vamos a simular con 30 asientos y con una velocidad promedio de 30 Km/h, la capacidad máxima de un sistema 3S como lo

habíamos considerado anteriormente es de alrededor de 6000 pasajeros por hora por sentido, esto quiere decir que en función de los asientos tendríamos un máximo de 200 cabinas por hora por sentido en los tramos del sistema a simular, pero con el ejemplo de la línea Pisulí - Ofelia, para solventar la demanda es necesario solamente 43 cabinas.

Con estos antecedentes se crea un escenario adicional en el software libre TRANUS para la línea Pisulí – Ofelia que lo llamaremos Tecnología – Tricable, en donde modificaremos el nombre de mono cable por Cable solamente y la ocupación la aumentamos a 30 pasajeros por vehículo, la frecuencia a 43 vehículos por hora por sentido, el resto de valores los mantenemos igual al escenario de hora pico para la simulación de las mismas condiciones.

De la simulación del escenario de Hora Pico en sistema de transporte por cable MDG (Mono Cable), se obtiene un tiempo de viaje entre la estación de Pisulí y la estación de Ofelia de 21 minutos 34 segundos y un tiempo de espera de 13 segundos, mientras que de la simulación del escenario nuevo llamado Tecnología – Tricable con un sistema TDG se obtiene un tiempo de 17 minutos con 13 segundos y un tiempo de espera de 41 segundos.

Además el programa nos da algunos otros datos interesantes como son el costo generacional que está basado en el valor del tiempo de viaje y tiempo de espera que alimentamos en los pasos anteriores, y nos entrega un resumen de los costos por utilizar cierto trayecto en cada escenario, en el MDG el costo es de 0.258 US

Dólares por la ruta completa desde Pisulí hasta la Ofelia, mientras que en el escenario de TDG el costo es de 0.273 US Dólares, existiendo ya una diferencia de 0.015 US Dólares por cada viaje.

Pese a que el tiempo de viaje es mayor en un MDG que en un TDG ya que la velocidad pasa de 20 a 30 Km/h, el pasajero espera menos tiempo para que llegue una cabina MDG en contraste de la demora de una cabina TDG, esto es lógico puesto que la cabina de un TDG o 3S demora más en cargar y descargar a sus 30 pasajeros versus los 10 que lleva la cabina de un MDG.

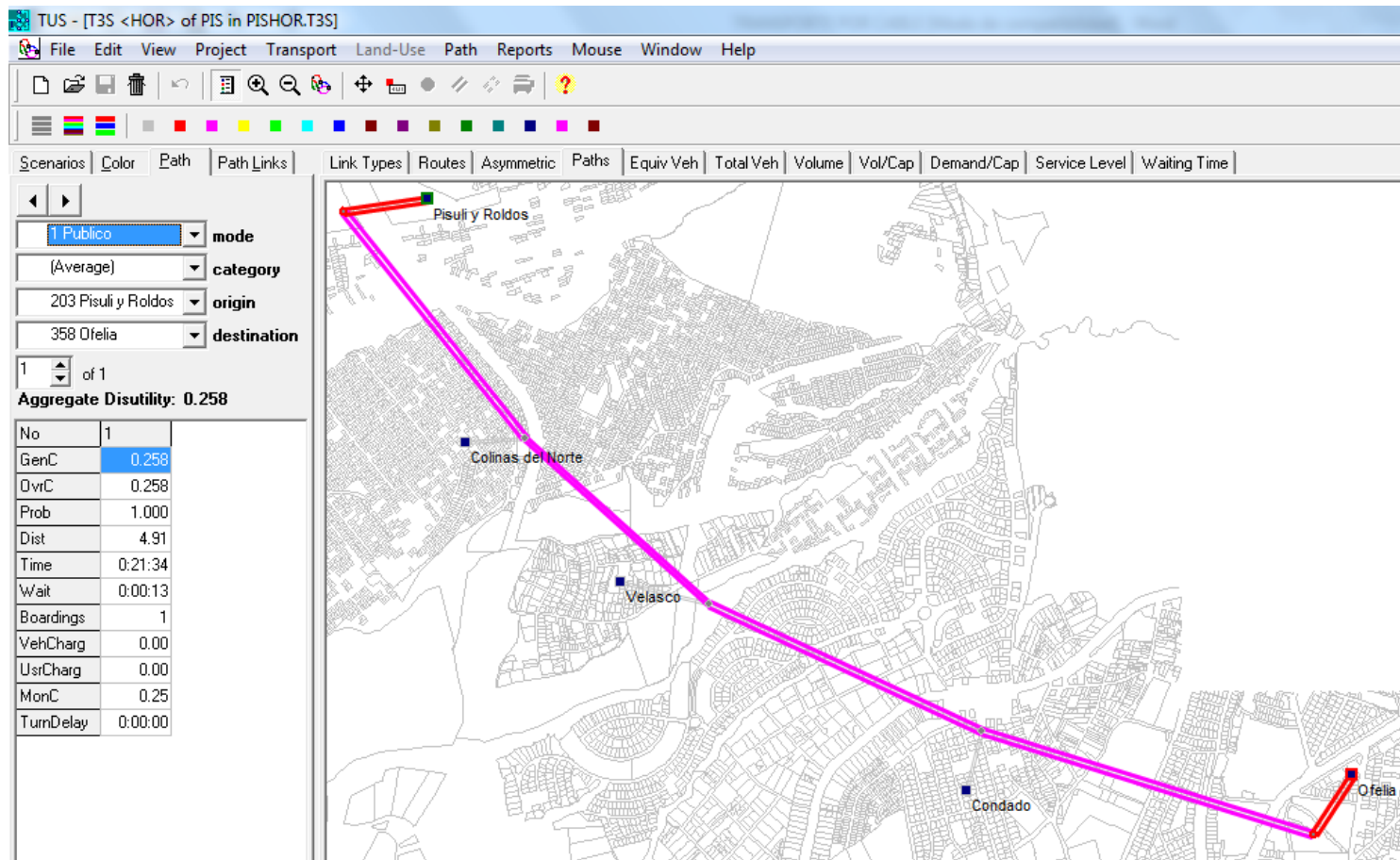


Imagen 42 Simulación Tecnología MDG

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

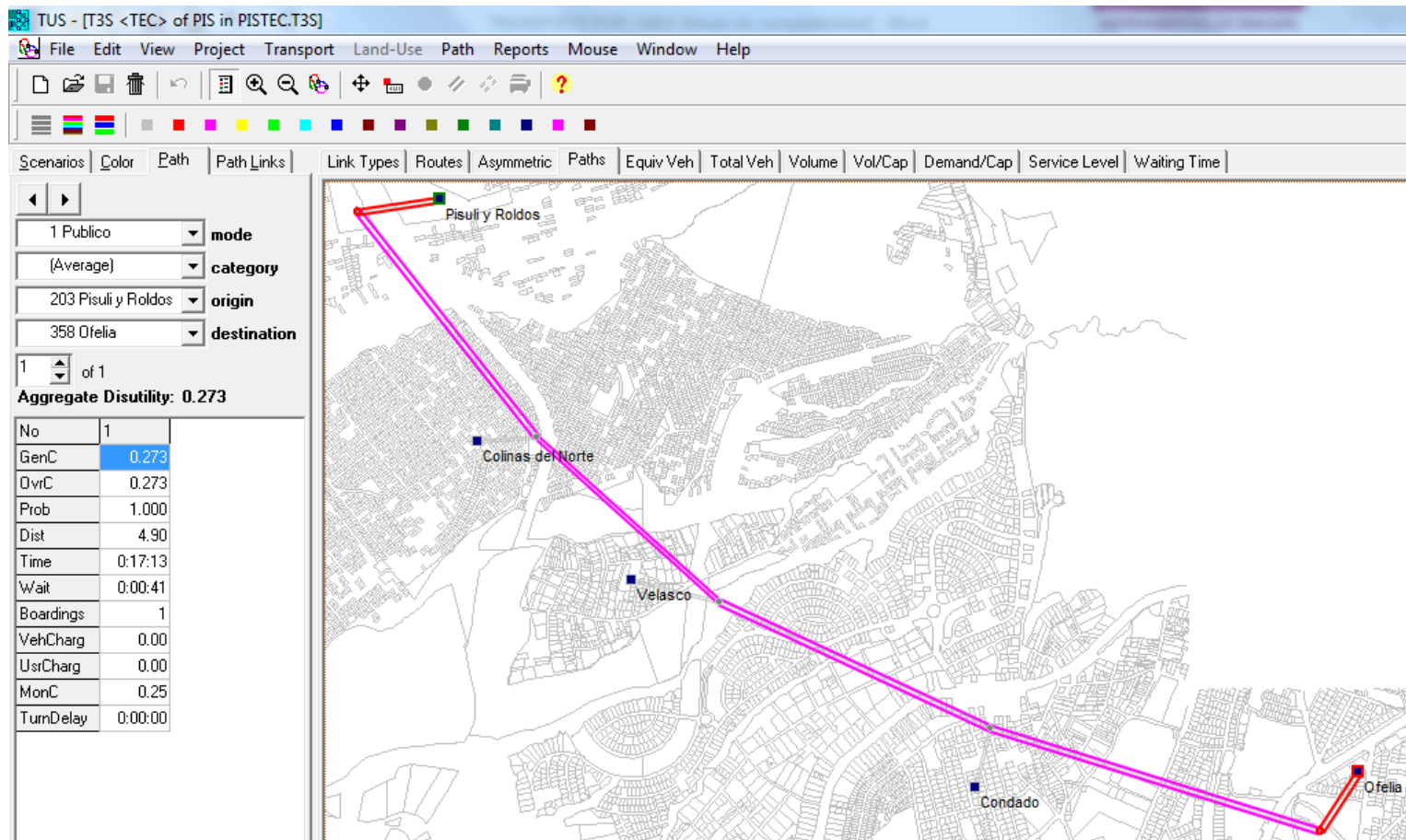


Imagen 43 Simulación Tecnología TDG

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

En este breve ejercicio adaptado para nuestras condiciones de simulación, es evidente que la tecnología que nos generara los mayores beneficios es la del MDG puesto que nuestras demandas no superan la capacidad máxima de este tipo de sistema de transporte por cable, así como también se vio en los capítulos anteriores, el costo de la implementación de un sistema MDG en comparación con un TDG, sin tomar en cuenta la operación y mantenimiento que analizaremos posteriormente.

En otros casos de demandas mayores a las que estamos manejando en las zonas de estudio, es posible que una tecnología de un STC del tipo Tricable, tenga la posibilidad de solventar de mejor manera las necesidades de los usuarios, siempre que también justifique su inversión y sobre todo los costos de operación y mantenimiento.

Así vamos adquiriendo extractos de los resultados de cada simulación para analizarlos y revisar.

PERFIL DE RUTAS					
Scenario	MDG	SIM	MDG	MDG	MDG
RutId	2	2	2	2	3
Name	Ofelia Pisuli	Atucucho Labr	Atucucho Ofel	Carapungo Ofe	Comite Carapu
OpId	1	1	1	1	1
Name	STC	STC	STC	STC	STC
Freq	85	22	39	26	8
FreqMin	85	22	39	26	8
FreqMax	85	22	39	26	8
TotalDist	8.700	8.000	6.500	7.500	3.900
TotalTime	0:26:02	0:23:59	0:19:37	0:22:30	0:11:42
Pass-Dist	5432	1543	2126	1682	278
Vehic-Dist	738	176	255	195	31
Vehic-Hours	37	9	13	10	2
PasDis/VehHrs	147.2	175.5	166.7	172.5	177.8
AvgSpeed	20	20	20	20	20
Fleet	36.9	8.8	12.8	9.8	1.6
CritVol	841	216	388	258	78
CritVo/Cap	0.99	0.98	0.99	0.99	0.98
CriOr	2	1	2	3	1
CritDes	3	2	1	2	2
Boardings	1960	627	1066	601	142
TargetOccup	60	60	60	60	60
AvgOccup	73.6	87.7	83.3	86.2	88.9

Tabla 41 Perfil de Rutas

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

Este es uno de los anexos que se obtiene de ejecutar el programa TRANUS que se denomina Perfil de Ruta, en donde ya nos entrega datos muy interesantes, como por ejemplo las frecuencias de cada línea, la distancia total del circuito es decir ida y vuelta, el tiempo que demora el sistema en realizar la distancia total del circuito, un índice muy importante para nuestros siguientes cálculos es la cantidad de vehículos o flota, además nos entrega la velocidad promedio, los volúmenes críticos y la relación de este con respecto a la capacidad del sistema, también existe un dato importante para el cálculo de los ingresos y este es la cantidad de abordajes por cada línea.

3.2. Operación y servicio del sistema de transporte por cable

El crecimiento sostenido de los volúmenes de tráfico en el distrito metropolitano de Quito, está provocando presión sobre los sistemas de transporte, demandando mayor velocidad de operaciones así como tarifas competitivas, se requieren servicios más rápidos, confiables e integrados, de acuerdo a las condiciones de la ciudad resulta difícil que la oferta de transporte crezca al mismo ritmo que su demanda, razón por la cual se necesita pensar en soluciones de transporte público alternativo.

A mayores niveles de desarrollo económico existe una relación proporcional de incrementos importantes de movilidad de personas y mercancías, lo que deriva en una mayor necesidad de infraestructura, servicios de transporte y energía, se debe incursionar en sistemas de transporte que proporcionen eficiencia energética, que den una respuesta sostenible a las necesidades de movilidad.

Los sistemas de transporte por cable que estamos considerando, tienen como objetivo mitigar los desplazamientos de los ciudadanos que se ubicaron en asentamientos informales de naturaleza no planificada, que carecen de espacios públicos e infraestructura de transporte básica, donde la red vial tiende a ser insuficiente en cantidad y calidad, es aquí donde los STC han tomado fuerza en los últimos años en Sudamérica como una alternativa de transporte público urbano.

La inversión en un STC se debe comprender como un aporte total al transporte público sostenible, puesto que incluso la vía por donde circulan los vehículos del sistema no puede ser invadida por otro tipo de transporte, pero es aquí donde podemos cuantificar la sostenibilidad de este modo de transporte, ya que se puede

comparar entre los egresos basados en la operación y mantenimiento del uso común de las instalaciones de transporte versus los ingresos que serán producto de la demanda aplicada a una tarifa equilibrada.

Es así como iniciamos este análisis y daremos algunas posibilidades de operación del STC para obtener sus mejores frutos, en relación de los beneficios sociales de las poblaciones que se servirán del mismo, un OPEX, que viene del inglés "Operating expense", significa un costo permanente para el funcionamiento de un producto, negocio o sistema en nuestro caso.

3.3. Análisis de costos de operación del sistema

En primera instancia enlistaremos todo lo que pertenece a los costos fijos como es el personal mínimo para nuestros casos de estudio, a continuación un ejemplo de su composición.

- Administrador de la Línea
- Jefe de Explotación
- Ingeniero Mecánico
- Ingeniero Eléctrico
- Técnico Electro-mecánico
- Encargados de Plataforma
- Vigilantes
- Secretaria
- Boleteros
- Personal de Limpieza

Con este antecedente ya tenemos el inicio para presupuestar los costos de las actividades de Operación de un STC dependiendo de la demanda que va manejar, la cantidad de estaciones de carga y descarga, en inicio colocaremos personal de venta de boletos pero creemos conveniente la implementación de sistemas automatizados de recaudo con tarjeta sin contacto, como se ha visto ya en otros sistemas de transporte y también personal de seguridad a los usuarios que es muy importante para que el sistema sea visto de esa manera.

#	Cargo	Personal	Costo mensual	Total Mensual	Total Cargas Sociales	Total Annual
1	Administrador	1	\$ 4,000.00	\$ 4,000.00	\$ 6,000.00	\$ 72,000.00
2	Jefe de Explotacion	1	\$ 3,400.00	\$ 3,400.00	\$ 5,100.00	\$ 61,200.00
3	Ingeniero Mecanico	1	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ 4,500.00	\$ 54,000.00
4	Ingeniero Electrico	1	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ 4,500.00	\$ 54,000.00
5	Tecnico Electromecanico	1	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 3,000.00	\$ 36,000.00
6	Encargado de Plataforma	10	\$ 1,000.00	\$ 10,000.00	\$ 15,000.00	\$ 180,000.00
7	Vigilante	10	\$ 1,000.00	\$ 10,000.00	\$ 15,000.00	\$ 180,000.00
8	Secretaria	1	\$ 800.00	\$ 800.00	\$ 1,200.00	\$ 14,400.00
9	Boleteros	10	\$ 800.00	\$ 8,000.00	\$ 12,000.00	\$ 144,000.00
10	Limpieza	10	\$ 500.00	\$ 5,000.00	\$ 7,500.00	\$ 90,000.00
		46		\$ 49,200.00	\$ 73,800.00	\$ 885,600.00

Tabla 42 Costos de Personal Operativo Pisulí – Ofelia

Fuente y Elaboración: Autoría propia

#	Cargo	Personal	Costo mensual	Total Mensual	Total Cargas Sociales	Total Annual
1	Administrador	1	\$ 4,000.00	\$ 4,000.00	\$ 6,000.00	\$ 72,000.00
2	Jefe de Explotacion	1	\$ 3,400.00	\$ 3,400.00	\$ 5,100.00	\$ 61,200.00
3	Ingeniero Mecanico	1	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ 4,500.00	\$ 54,000.00
4	Ingeniero Electrico	1	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ 4,500.00	\$ 54,000.00
5	Tecnico Electromecanico	1	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 3,000.00	\$ 36,000.00
6	Encargado de Plataforma	6	\$ 1,000.00	\$ 6,000.00	\$ 9,000.00	\$ 108,000.00
7	Vigilante	6	\$ 1,000.00	\$ 6,000.00	\$ 9,000.00	\$ 108,000.00
8	Secretaria	1	\$ 800.00	\$ 800.00	\$ 1,200.00	\$ 14,400.00
9	Boleteros	6	\$ 800.00	\$ 4,800.00	\$ 7,200.00	\$ 86,400.00
10	Limpieza	6	\$ 500.00	\$ 3,000.00	\$ 4,500.00	\$ 54,000.00
		30		\$ 36,000.00	\$ 54,000.00	\$ 648,000.00

Tabla 43 Costos de Personal Operativo Atucucho – Labrador, Atucucho – Ofelia, Carapungo – Ofelia

Fuente y Elaboración: Autoría propia

#	Cargo	Personal	Costo mensual	Total Mensual	Total Cargas Sociales	Total Annual
1	Administrador	1	\$ 4,000.00	\$ 4,000.00	\$ 6,000.00	\$ 72,000.00
2	Jefe de Explotacion	1	\$ 3,400.00	\$ 3,400.00	\$ 5,100.00	\$ 61,200.00
3	Ingeniero Mecanico	1	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ 4,500.00	\$ 54,000.00
4	Ingeniero Electrico	1	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ 4,500.00	\$ 54,000.00
5	Tecnico Electromecanico	1	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 3,000.00	\$ 36,000.00
6	Encargado de Plataforma	4	\$ 1,000.00	\$ 4,000.00	\$ 6,000.00	\$ 72,000.00
7	Vigilante	4	\$ 1,000.00	\$ 4,000.00	\$ 6,000.00	\$ 72,000.00
8	Secretaria	1	\$ 800.00	\$ 800.00	\$ 1,200.00	\$ 14,400.00
9	Boleteros	4	\$ 800.00	\$ 3,200.00	\$ 4,800.00	\$ 57,600.00
10	Limpieza	4	\$ 500.00	\$ 2,000.00	\$ 3,000.00	\$ 36,000.00
		22		\$ 29,400.00	\$ 44,100.00	\$ 529,200.00

Tabla 44 Costos de Personal Operativo Comité – Carapungo

Fuente y Elaboración: Autoría propia

Los costos de mantenimiento que son parte de los costos fijos, también son muy significativos e incluyen las revisiones rutinarias de los equipos de seguridad así como los sistemas computacionales que existen, la lubricación periódica de los remotes mecánicos, de acuerdo con algunos proveedores de STC el costo de mantenimiento anual no supera el 1% del costo de la implementación del sistema completo.

Cabe recalcar que el mantenimiento se refiere a los suministros y remotes mecánicos que se puede considerar como el 70% del monto de la implementación por kilómetro que estamos valorando, y en este caso vamos a utilizar el 1% de la porción correspondiente a las partes mecánicas de las líneas del proyecto como equivalencia.

Pero primero necesitamos saber cuánto son los montos de la implementación de una línea de nuestro sistema de transporte por cable para lo cual volvemos a nuestra tabla anterior de valores de implementación y la aplicamos a nuestro caso de estudio, con la longitud de cada ruta y la cantidad de vehículos o flota que realmente se debe adquirir, la obtenemos de la simulación del cuadro anterior llamado Perfil de Rutas con los siguientes resultados:

Ruta	Total Línea	Cabinas	Total Cabinas	TOTAL (€)	TOTAL (\$) 1.35 \$/€	Mantenimiento 1%
PISULI - OFELIA	30,310,000.00 €	37	2,960,000.00 €	33,270,000.00 €	\$ 44,914,500.00	\$ 449,145.00
ATUCUCHO - LABRADOR	27,930,000.00 €	9	720,000.00 €	28,650,000.00 €	\$ 38,677,500.00	\$ 386,775.00
ATUCUCHO - OFELIA	22,906,730.00 €	13	1,040,000.00 €	23,946,730.00 €	\$ 32,328,085.50	\$ 323,280.86
CARAPUNGO - OFELIA	26,250,000.00 €	10	800,000.00 €	27,050,000.00 €	\$ 36,517,500.00	\$ 365,175.00
COMITE - CARAPUNGO	13,650,000.00 €	2	160,000.00 €	13,810,000.00 €	\$ 18,643,500.00	\$ 186,435.00

Tabla 45 Costos de Mantenimiento

Fuente: (Centre d'Études et sur les réseaux les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, 2012)

Elaboración: Autoría propia

Luego, como parte de los costos fijos vamos a analizar los costos de la depreciación de las instalaciones, que es la pérdida o disminución periódica del valor de las mismas ya sea por el desgaste, debido al uso, el paso del tiempo y la vejez, su objetivo es el de constituir un fondo de reserva que permita la renovación de las instalaciones, su cálculo está fijado por aspectos legales.

Para obtener el valor residual del bien, necesitamos realizar una investigación de carácter tributario en el Servicio de Rentas Internas, quien es el que regula los porcentajes de depreciación y de esta forma obtenemos la siguiente información.

Reglamento de Aplicación de la Ley de Régimen Tributario Interno

Art. 28.- Gastos generales deducibles

Bajo las condiciones descritas en el artículo precedente y siempre que no hubieren sido aplicados al costo de producción, son deducibles los gastos previstos por la Ley de Régimen Tributario Interno, en los términos señalados en ella y en este reglamento, tales como:

(...)

6. Depreciaciones de activos fijos.

c) En casos de obsolescencia, utilización intensiva, deterioro acelerado u otras razones debidamente justificadas, el respectivo Director Regional del Servicio de Rentas Internas podrá autorizar depreciaciones en porcentajes anuales mayores a los indicados, los que serán fijados en la resolución que dictará para el efecto. Para ello, tendrá en cuenta las Normas Ecuatorianas de Contabilidad y los parámetros técnicos de cada industria y del respectivo bien. Podrá considerarse la depreciación acelerada exclusivamente en el caso de bienes nuevos, y con una vida útil de al menos cinco años, por tanto, no procederá para el caso de bienes usados adquiridos por el contribuyente. Tampoco procederá depreciación acelerada en el caso de bienes que hayan ingresado al país bajo regímenes suspensivos de tributos, ni en aquellos activos utilizados por las empresas de construcción que apliquen para efectos de sus registros contables y declaración del impuesto el sistema de "obra terminada", previsto en la Ley de Régimen Tributario Interno.

Mediante este régimen, la depreciación no podrá exceder del doble de los porcentajes señalados en letra a).

(a) La depreciación de los activos fijos se realizará de acuerdo a la naturaleza de los bienes, a la duración de su vida útil y la técnica contable. Para que este gasto sea deducible, no podrá superar los siguientes porcentajes:

(I) Inmuebles (excepto terrenos), naves, aeronaves, barcasas y similares 5% anual.

(II) Instalaciones, maquinarias, equipos y muebles 10% anual.

(III) Vehículos, equipos de transporte y equipo caminero móvil 20% anual.

(IV) Equipos de cómputo y software 33% anual.

En caso de que los porcentajes establecidos como máximos en este Reglamento sean superiores a los calculados de acuerdo a la naturaleza de los bienes, a la duración de su vida útil o la técnica contable, se aplicarán estos últimos.

b) Cuando el contribuyente haya adquirido repuestos destinados exclusivamente al mantenimiento de un activo fijo podrá, a su criterio, cargar directamente al gasto el valor de cada repuesto utilizado o depreciar todos los repuestos adquiridos, al margen de su utilización efectiva, en función a la vida útil restante del activo fijo para el cual están destinados, pero nunca en menos de cinco años. Si el contribuyente vendiere tales repuestos, se registrará como ingreso gravable el valor de la venta y, como costo, el valor que faltare por depreciar. Una vez adoptado un sistema, el contribuyente solo podrá cambiarlo con la autorización previa del respectivo Director Regional del Servicio de Rentas Internas;

Imagen 44 Porcentaje de Depreciación

Fuente y Elaboración: (Servicio de Rentas Internas SRI, 2015)

En el literal (a) numeral (III) dice "Vehículos, equipos de transporte y equipo caminero móvil 20% anual"³, de esta forma tenemos todos los parámetros para el cálculo de la depreciación que los podemos calcular en una hoja Excel y que nos arrojan los siguientes resultados.

La ley de Impuesto a la renta señala un 20% para vehículos, equipos de transporte y equipo caminero móvil, de la misma forma que en el mantenimiento se debe considerar el 70% del costo de la línea como los equipos a depreciar, y en este ejemplo también utilizaremos este porcentaje del monto de la línea, existen varios métodos de depreciación, siendo el más aplicable para estos casos, el método de depreciación lineal cuya fórmula es:

$$D = \frac{V_o - V_r}{n}$$

Ecuación 1 Depreciación Lineal

Fuente y Elaboración: (Wikipedia, 2015)

Donde:

D = Valor de la depreciación anual

V_o = Valor original del bien

V_r = Valor residual del bien

N = Años de vida útil⁴

³ Fuente: Servicio de Rentas Internas, SRI

⁴ Fuente: Wikipedia, Depreciación lineal

RUTA	V_0	V_r	n	D
PISULI - OFELIA	\$ 44,914,500.00	\$ 69,501.82	30	\$ 1,494,833.27
ATUCUCHO - LABRADOR	\$ 38,677,500.00	\$ 59,850.53	30	\$ 1,287,254.98
ATUCUCHO - OFELIA	\$ 32,328,085.50	\$ 50,025.29	30	\$ 1,075,935.34
COMITE - CARAPUNGO	\$ 36,517,500.00	\$ 56,508.09	30	\$ 1,215,366.40
COMITE - CARAPUNGO	\$ 18,643,500.00	\$ 28,849.42	30	\$ 620,488.35

Tabla 46 Depreciación Anual por Línea

Fuente y Elaboración: Autoría propia

Se puede observar que los valores de depreciación son los más altos en los costos fijos y con estos vamos alimentar al software para continuar con la simulación posteriormente, tenemos que compilar todos los gastos en una sola tabla para poder obtener los costos fijos de operación.

LÍNEA	Personal	Mantenimiento	Depreciacion	Total Annual
PISULI - OFELIA	\$ 885,600.00	\$ 449,145.00	\$ 1,494,833.27	\$ 2,829,578.27
ATUCUCHO - LABRADOR	\$ 648,000.00	\$ 386,775.00	\$ 1,287,254.98	\$ 2,322,029.98
ATUCUCHO - OFELIA	\$ 648,000.00	\$ 323,280.86	\$ 1,075,935.34	\$ 2,047,216.20
CARAPUNGO - OFELIA	\$ 648,000.00	\$ 365,175.00	\$ 1,215,366.40	\$ 2,228,541.40
COMITE - CARAPUNGO	\$ 529,200.00	\$ 186,435.00	\$ 620,488.35	\$ 1,336,123.35

Tabla 47 Costos Fijos de Operación

Fuente y Elaboración: Autoría propia

Después de todo este análisis debemos resaltar que al igual que la inversión en vialidad para mejorar la movilidad de algunos sectores, los valores de las implementaciones tienen que estar pensados en el costo/beneficio de las mismas, es así como de los resultados de estos ejemplos se verá la mejor intención de construcción entre una u otra línea.

El cálculo de la energía motriz pertenece a un costo variable ya que varía con respecto a la cantidad de pasajeros que lleve el sistema de transporte, para el

cálculo de la potencia del motor que realice la operación de dar movimiento al sistema de transporte por cable se tiene la siguiente ecuación:

$$W = \frac{(T1 - T2).V}{75.R}$$

Ecuación 2 Cálculo de Potencia del Motor

Fuente y Elaboración: (E. HOELCK, 1979)

Donde:

W	Potencia del motor eléctrico principal (HP)
T1, T2	Tensiones en cada extremo de la polea motriz (Kg)
V	Velocidad constante de funcionamiento del teleférico (5 m/s)
R	Rendimiento del motor (se empleará un valor aproximado de 80%)

Tenemos conocimiento de todos los componentes de la ecuación excepto de las tensiones que son calculables, pero que para el objeto de esta investigación trataremos de resumirlos, la diferencia de tensiones se puede obtener entre el caso más desfavorable de carga en el sistema que es cuando la parte de la línea que asciende está totalmente cargada y la que desciende esta descargada.

Sin embargo para el cálculo de la energía motriz, vamos a tomar en cuenta los anexos del "Estudio de Factibilidad Técnica", realizado por la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, en la que se presenta algunas opciones de trazados y en donde una sección de un teleférico 3S consume alrededor de 7438 MW al año, la diferencia es que la línea propuesta en este estudio es de una longitud mayor y como mencionamos la tecnología es la de un TDG que supone cabinas más grandes y mayor cantidad de pasajeros, otra diferencia es que el valor de la energía

en este estudio está enmarcado en 5,8 centavos de dólar mientras que en nuestra investigación utilizaremos el valor comercial de 10 centavos de dólar.

Línea 1: La Carolina, S. Bolívar, Cumbayá, Tumbaco				3 secciones				
Únicamente para el sistema RW								
Energía eléctrica por conductor y sección		1.250	350	17	0.058			131.375
350 días / 17 horas diarias		por sección		año:	MWh	7.438		
US\$. 5,8 centavos por kWh				día:	KWh	21.250		
		por Línea o Red		año:	MWh	22.313		
				día:	KWh	63.750		

Tabla E.2.1: OPEX, únicamente para la Línea 1, La Carolina, S. Bolívar, Cumbayá, Tumbaco

Imagen 45 Consumo de Energía

Fuente y Elaboración: (CBS Ingeniería, 2014)

A continuación mostramos un cuadro con un resumen anual de costos en base a lo que pudimos obtener y aproximando el uso anual a 7000 horas de operación, según las características de longitud y desnivel de cada línea, el valor de 10 centavos de dólar por cada kilovatio de energía es una posición desfavorable al proyecto, se puede obtener convenios con la empresa eléctrica de la ciudad o a nivel nacional para reducir el monto, más aun cuando el país continua su planificación de cambio a la matriz energética.

TRAMO	Longitud (m)	D (m)	P Max (KW)	P media	Consumo	Costo Anual
				(80% P Max 80%)	Annual KW/h 7000	US Dolares \$ 0.10
Pisuli - Ofelia	4,330.00	277	1400	1120	7,840,000.00	\$ 784,000.00
Atucucho - Labrador	3,990.00	302	1400	1120	7,840,000.00	\$ 784,000.00
Atucucho - Ofelia	3,272.39	337	1300	1040	7,280,000.00	\$ 728,000.00
Carapungo - Ofelia	3,760.00	209	1400	1120	7,840,000.00	\$ 784,000.00
Comite - Carapungo	1,950.00	243	1150	920	6,440,000.00	\$ 644,000.00

Tabla 48 Consumo Anual de Energía

Fuente y Elaboración: Autoría propia

Es así como con esta estimación de energía anual partimos para encontrar el consumo que existe por cada vehículo-Kilometro de cada línea de transporte, que es lo que necesita el software para ingresarlo en las unidades adecuadas, es de esta manera que podemos realizar la siguiente tabla.

TRAMO	Consumo KW/h	Frecuencia (Veh/h)	Veh-Dist (Veh-Km)/h	KW/(Veh-Km)
Pisuli - Ofelia	1,120.00	36.90	738.00	1.518
Atucucho - Labrador	1,120.00	8.80	176.00	6.364
Atucucho - Ofelia	1,040.00	12.80	256.00	4.063
Carapungo - Ofelia	1,120.00	9.80	196.00	5.714
Comite - Carapungo	920.00	1.60	32.00	28.750

Tabla 49 Consumos de Energía Motriz por Línea

Fuente y Elaboración: Autoría propia

Sabemos que el costo de la energía en nuestro país está alrededor de 10 centavos de Dólar por cada kilovatio consumido, los valores de 100% y 60 % de energía son el máximo y mínimo de energía que consume el STC, el 80% es la energía promedio que el sistema consume a la velocidad que le hemos suministrado que es de 20 Km/h, este último nos ayudara a estimar el valor del parámetro para la ecuación de la energía motriz que es distinta de la que tiene como componente motores de combustión interna y de esta forma alimentaremos el programa en la pestaña energía del menú Operadores de STC, realizamos las iteraciones necesarias para encontrar el parámetro que tenga la equivalencia de la ecuación y que obtenga la energía por vehículo - kilometro que nos ayude a calcular el costo de la energía motriz dentro del programa.

Parámetros:	Pisuli - Ofelia	Atucucho - Labrador	Atucucho - Ofelia	Carapungo - Ofelia	Comite - Carapungo
Mínimo (KW/Km)	1.138	4.773	3.047	4.286	21.563
Máximo (KW/Km)	1.897	7.955	5.078	7.143	35.938
Parámetro (h/Km)	0.03440	0.03465	0.03462	0.03468	0.03466
Precio (\$/KW)	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100

Tabla 50 Parámetros de Energía para cálculo de Costo Operacional

Fuente y Elaboración: Autoría propia

Con los antecedentes obtenidos se realiza la ecuación del Costo Operacional de Energía, que como lo habíamos mencionado es:

$$C \text{ Op Ener} = (\text{min} + (\text{max}-\text{min}) \times \exp(-\text{par} \times \text{Vel})) * \text{precio:}$$

Ecuación 3 Costo Operacional de Energía Motriz

Fuente y Elaboración: (TRANUS, 2015)

C Op Ener es el costo de operación relativo a energía (en \$ por Km), min es el consumo mínimo de energía cuando la velocidad de circulación es alta y los vehículos operan en condiciones óptimas, max es el consumo máximo cuando la velocidad de operación es cercana a cero, y par es un parámetro que regula la forma de la función, el precio es de cada unidad de energía, resultando lo siguiente:

Velocidad Km/h	Pisuli - Ofelia		Atucucho - Labrador		Atucucho - Ofelia		Carapungo - Ofelia		Comite - Carapungo	
	Consumo (KW/Km)	Gasto (\$/Km)	Consumo (KW/Km)	Gasto (\$/Km)	Consumo (KW/Km)	Gasto (\$/Km)	Consumo (KW/Km)	Gasto (\$/Km)	Consumo (KW/Km)	Gasto (\$/Km)
5	1.777	0.178	7.448	0.745	4.755	0.476	6.688	0.669	33.650	3.365
10	1.676	0.168	7.023	0.702	4.484	0.448	6.306	0.631	31.727	3.173
15	1.591	0.159	6.665	0.666	4.255	0.426	5.984	0.598	30.110	3.011
20	1.520	0.152	6.364	0.636	4.063	0.406	5.714	0.571	28.750	2.875
25	1.459	0.146	6.111	0.611	3.902	0.390	5.486	0.549	27.606	2.761
30	1.409	0.141	5.898	0.590	3.766	0.377	5.295	0.530	26.644	2.664
35	1.366	0.137	5.719	0.572	3.652	0.365	5.134	0.513	25.836	2.584
40	1.330	0.133	5.568	0.557	3.555	0.356	4.999	0.500	25.156	2.516

Tabla 51 Resultados de la Ecuación de Costo Operacional de Energía

Fuente y Elaboración: Autoría propia

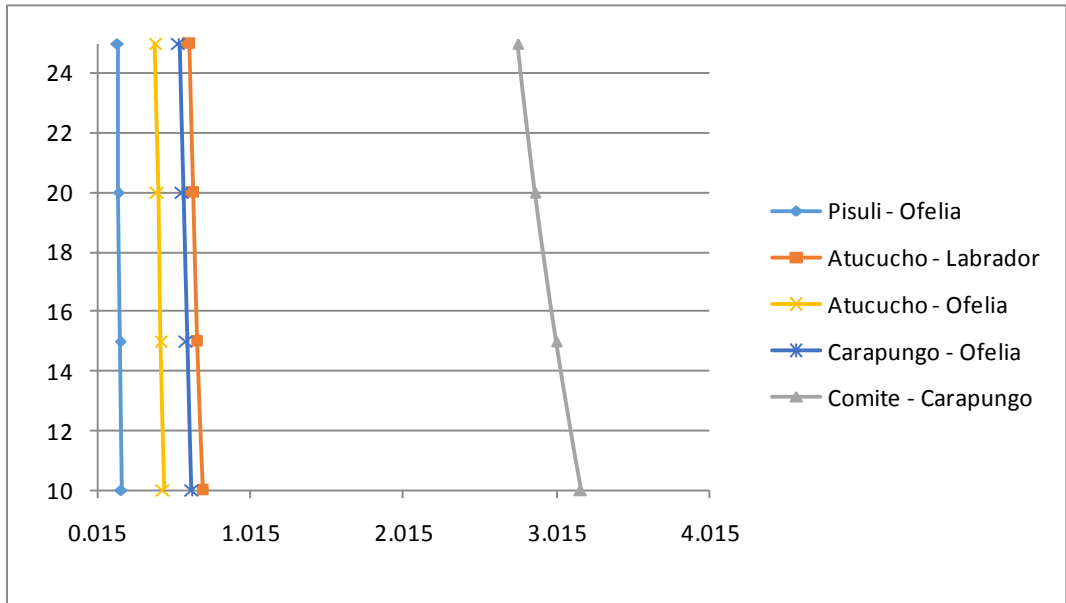


Imagen 46 Ecuaciones de Energía por Línea

Fuente y Elaboración: Autoría propia

Notamos que la mayoría de las líneas tienen un consumo de energía similar a excepción de la línea Comité Carapungo, que su consumo sería el más alto del sistema con respecto a su longitud de tramo, de todas formas se puede observar que el valor de consumo es relativamente bajo en comparación con otros sistemas de transporte,

Esto solamente para comparar con otros sistemas ya que así completamos los fundamentos en el programa TRANUS, ingresando los datos de consumo de energía de la siguiente forma para todas las líneas y como ejemplo mostramos la línea Pisulí – Ofelia, estos consumos están incluidos en el cálculo del software para lo que denomina Costo por Operación.

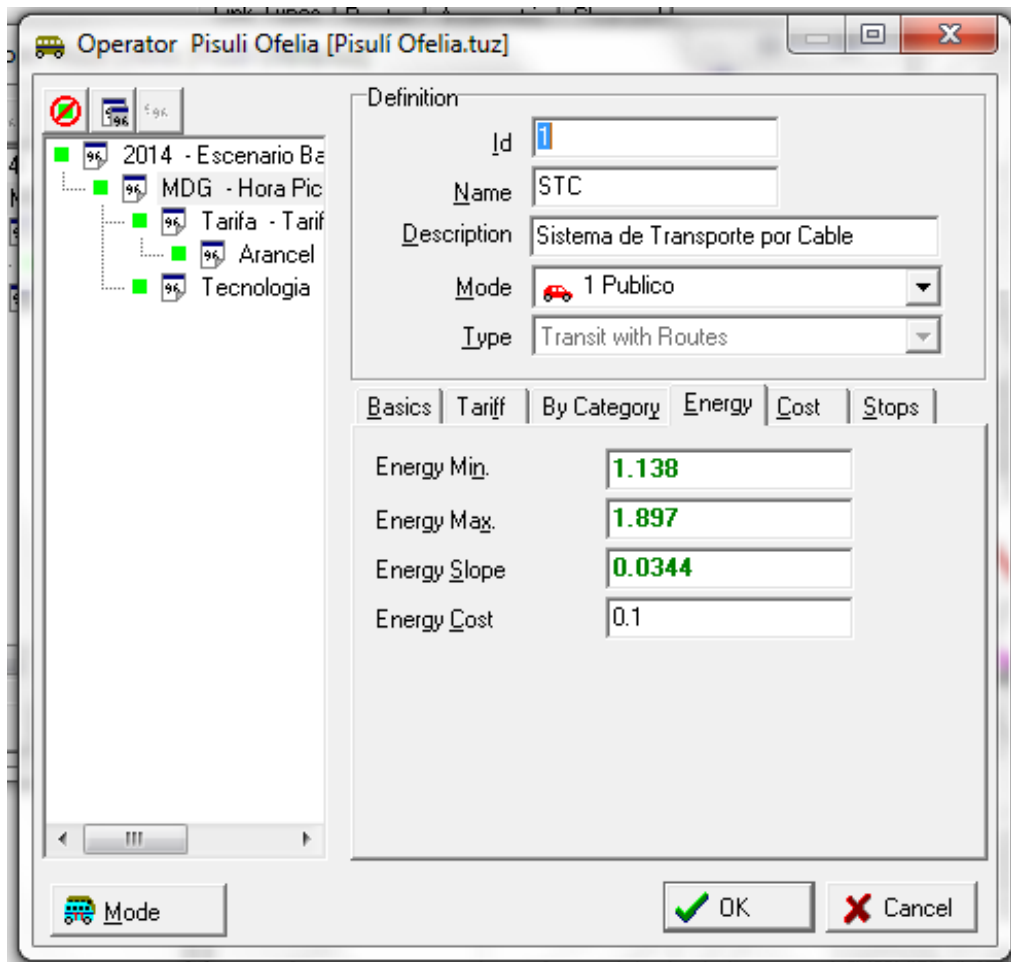


Imagen 47 Ingreso de Parámetros de Energía a TRANUS

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

3.4. Estimación de una tarifa que proporcione sustentabilidad al sistema y posibles beneficios sociales

Para la estimación de la tarifa tenemos que analizar la tabla que se obtuvo de la sumatoria de costos de operación fijos y variables, como lo hemos mencionado anteriormente necesitamos realizar una política de costos en la que la tarifa compense lo que necesitamos, por lo general se habla de que las tarifas tienen que devengar la operación y mantenimiento de las instalaciones y es el estado o en este

caso el municipio es quien resuelve los costos de la implementación y depreciación de las instalaciones.

Tal como cuando se usa buses convencionales de una ruta específica, la tarifa responde a la utilización del bus como servicio de transporte público, pero la tarifa no paga la construcción de una calle ni su mantenimiento posterior por deterioro o uso normal, por la cual circula el mismo bus que presta el servicio, en una estructuración de modelo tarifario se involucra también el consumo de combustible para los desplazamientos, y la disminución de las capacidades del bus como consecuencia de su habitual trabajo.

Es de esta manera, que vamos a suministrar los costos necesarios para que nuestro software libre realice las iteraciones necesarias hasta llegar a una tarifa que nos proporcione esa sustentabilidad que buscamos y luego estimaremos los posibles beneficios sociales de la misma.

En este punto ya hemos ingresado los valores de energía según la imagen anterior y nos falta la pestaña de costo, para esta vamos a ingresar los costos por personal que administra y opera el sistema así como los costos de mantenimiento del mismo y los costos de la depreciación del sistema, todos estos tienen que ingresarse en unidades de \$/hora por vehículo que exista en el sistema, ya que los costos fijos se encuentran en \$/Año tendremos que convertirlos dividiéndolos entre 12 meses, 30 días y 20 horas y el número de vehículos que contiene cada línea de transporte que esté trabajando.

COSTO DE OPERACIÓN				
Línea	Costos Fijos	Veh	hora	\$/Km
PISULI - OFELIA	\$ 2,829,578.27	37	\$ 10.62	\$ 653,482.28
ATUCUCHO - LABRADOR	\$ 2,322,029.98	9	\$ 35.83	\$ 581,962.40
ATUCUCHO - OFELIA	\$ 2,047,216.20	13	\$ 21.87	\$ 625,602.75
CARAPUNGO - OFELIA	\$ 2,228,541.40	10	\$ 30.95	\$ 594,277.71
COMITE - CARAPUNGO	\$ 1,336,123.35	2	\$ 92.79	\$ 685,191.46

Tabla 52 Costo Total de Operación por Línea

Fuente y Elaboración: Autoría propia

En la celda de los costos operacionales expresados en \$/Km tenemos un dato interesante, pese a que las líneas son distintas en longitud, desnivel, demanda y cantidad de vehículos, nos damos cuenta que el costo de operación por kilómetro es bastante regular, es un ítem atractivo en el sentido de conocer la operación de un sistema de estos, si se necesita presupuestar a breves rasgos la operación de una telecabinas por kilómetro sabemos que alcanzaría un máximo de \$700.000,00 US Dólares.

Claro que ciertas diferencias serán importantes como por ejemplo si las edificaciones que servirán para las estaciones serán construidas con tecnología, materiales y diseños particulares, entonces los mantenimientos pueden incrementarse, o si la accesibilidad a las estaciones y pilonas es reducida, también hará que los mantenimientos así como probablemente los costos de personal incrementen, ahora avanzando con la hipótesis en el caso de la línea Pisulí – Ofelia, ingresamos el valor en la pestaña de costo para que luego de ejecutar el programa nos de los primeros resultados.

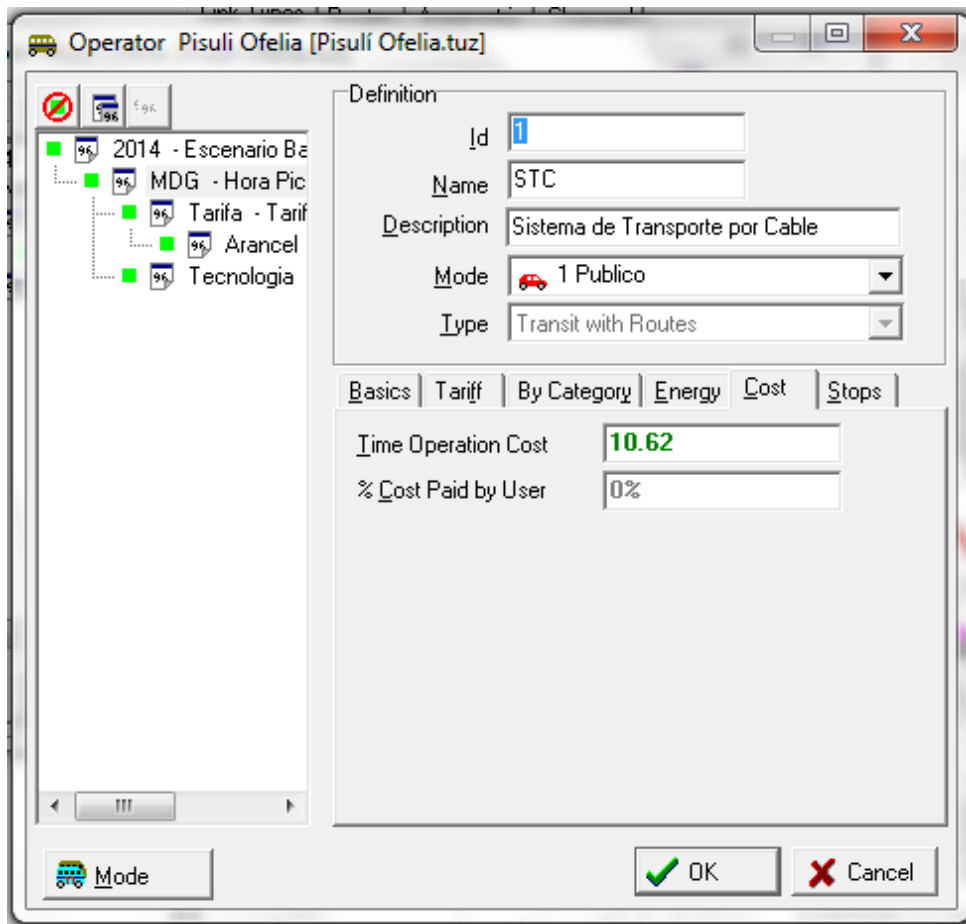


Imagen 48 Ingreso de Costo Operacional Pisulí – Ofelia

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

A continuación se muestran los resultados que arroja el software previo el ingreso de una tarifa de 25 centavos de dólar para iniciar y analizamos.

INDICADORES DE TRANSPORTE PISULI - OFELIA				
Scenario	Table	Object	SubObject	Value
MDG	Trips by cat/mode	1 Pasajeros	1 Publico	2077.00
MDG	Supressed by cat	1 Pasajeros	All	0.00
MDG	Distance by cat	1 Pasajeros	All	6594.10
MDG	Cost by cat	1 Pasajeros	All	490.07
MDG	TravTime by cat	1 Pasajeros	All	562.12
MDG	WaitTime by cat	1 Pasajeros	All	12.22
MDG	Disutil by cat	1 Pasajeros	All	538.96
MDG	Boardings by oper	1 STC	All	1960.30
MDG	Boardings by oper	2 Peaton	All	4037.30
MDG	Units-dist by oper	1 STC	All	5432.00
MDG	Units-dist by oper	2 Peaton	All	1162.10
MDG	Energy by oper	1 STC	All	1121.22
MDG	Energy by oper	2 Peaton	All	0.00
MDG	Cost by oper	1 STC	All	503.95
MDG	Cost by oper	2 Peaton	All	0.00
MDG	Income by oper	1 STC	All	490.07
MDG	Income by oper	2 Peaton	All	0.00
MDG	Veh-dist by oper	1 STC	All	737.91
MDG	Veh-dist by oper	2 Peaton	All	0.00
MDG	Veh-hour by oper	1 STC	All	36.90
MDG	Veh-hour by oper	2 Peaton	All	0.00
MDG	Distance by admin	1 Municipio	All	12.18
MDG	Income by admin	1 Municipio	All	0.00
MDG	MaintCost by admin	1 Municipio	All	0.00
MDG	Boardings by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	1960.30
MDG	Boardings by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	4037.30
MDG	MonCost by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	490.08
MDG	MonCost by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	0.00
MDG	TravTime by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	285.89
MDG	TravTime by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	290.52
MDG	WaitTime by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	12.22
MDG	WaitTime by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	0.00
MDG	TotalTime by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	298.11
MDG	TotalTime by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	290.52
MDG	Units-Dist by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	5432.00
MDG	Units-Dist by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	1162.10

Tabla 53 Indicadores de Transporte Pisulí – Ofelia Tarifa 0.25 US Dólares

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

Podemos observar que los ingresos son menores a los egresos del sistema por cada hora de operación de este, esto quiere decir que el sistema no es sostenible tal cual, más aun cuando no tiene un excedente, si existe un incremento en la demanda pueden invertirse estos indicadores.

Pero en este caso estamos simulando la hora pico y conocemos que este fenómeno no se repite en todas las horas de operación del sistema, lo que nos interesa es el egreso o como se ve en la tabla Costo por Operación que es el que nos sirve para los posteriores cálculos. Vamos a intentar realizar de manera similar la ejecución del programa en la siguiente línea del sistema de transporte por cable, colocamos el costo operacional en el casillero correspondiente.

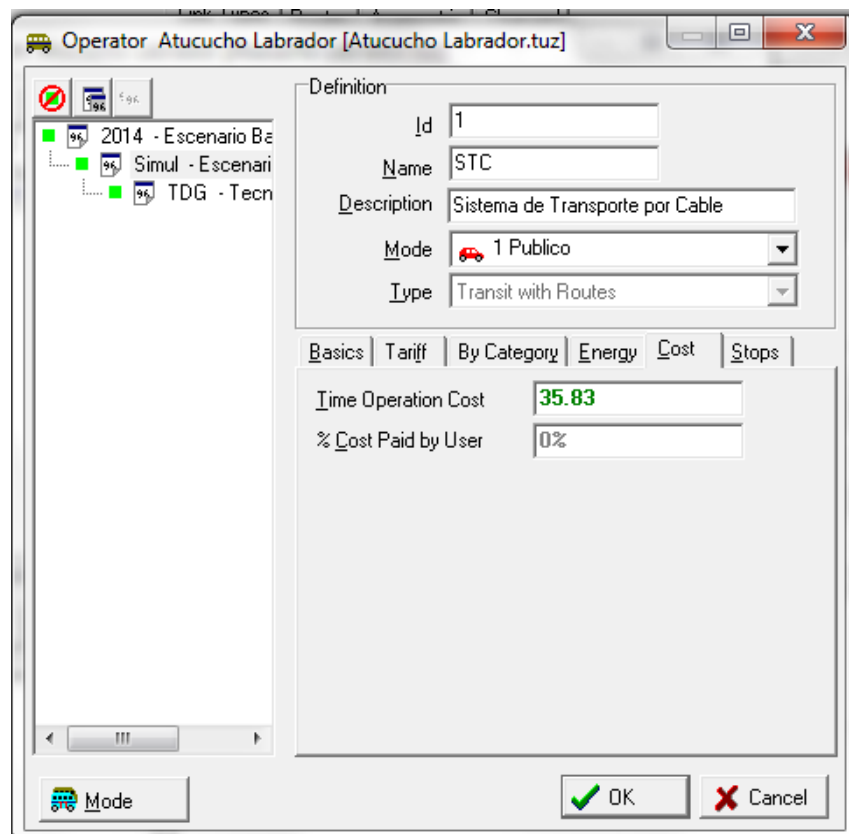


Imagen 49 Ingreso de Costo Operacional Atucucho – Labrador

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

INDICADORES DE TRANSPORTE ATUCUCHO - LABRADOR				
Scenario	Table	Object	SubObject	Value
SIM	Trips by cat/mode	1 Pasajeros	1 Publico	763.50
SIM	Supressed by cat	1 Pasajeros	All	0.00
SIM	Distance by cat	1 Pasajeros	All	1936.61
SIM	Cost by cat	1 Pasajeros	All	156.68
SIM	TravTime by cat	1 Pasajeros	All	175.52
SIM	WaitTime by cat	1 Pasajeros	All	15.40
SIM	Disutil by cat	1 Pasajeros	All	218.28
SIM	Boardings by oper	1 STC	All	626.70
SIM	Boardings by oper	2 Peaton	All	1390.20
SIM	Units-dist by oper	1 STC	All	1543.17
SIM	Units-dist by oper	2 Peaton	All	393.44
SIM	Energy by oper	1 STC	All	1119.42
SIM	Energy by oper	2 Peaton	All	0.00
SIM	Cost by oper	1 STC	All	427.05
SIM	Cost by oper	2 Peaton	All	0.00
SIM	Income by oper	1 STC	All	156.68
SIM	Income by oper	2 Peaton	All	0.00
SIM	Veh-dist by oper	1 STC	All	175.89
SIM	Veh-dist by oper	2 Peaton	All	0.00
SIM	Veh-hour by oper	1 STC	All	8.79
SIM	Veh-hour by oper	2 Peaton	All	0.00
SIM	Distance by admin	1 Municipio	All	11.17
SIM	Income by admin	1 Municipio	All	0.00
SIM	MaintCost by admin	1 Municipio	All	0.00
SIM	Boardings by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	626.70
SIM	Boardings by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	1390.20
SIM	MonCost by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	156.68
SIM	MonCost by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	0.00
SIM	TravTime by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	77.16
SIM	TravTime by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	98.36
SIM	WaitTime by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	15.40
SIM	WaitTime by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	0.00
SIM	TotalTime by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	92.56
SIM	TotalTime by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	98.36
SIM	Units-Dist by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	1543.17
SIM	Units-Dist by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	393.44

Tabla 54 Indicadores de Transporte Atucucho - Labrador Tarifa 0.25 US Dólares

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

En este caso el ingreso es menor al egreso, pero su diferencia es mayor a la línea anterior por hora de servicio del STC, de igual manera que el anterior lo importante es el Costo por Operación que lo utilizaremos más adelante.

Continuamos con la tercera línea para conocer los resultados que podemos obtener, alimentamos primeramente el costo operacional en el software, luego ejecutamos el programa y luego vamos al reporte de los indicadores de transporte.

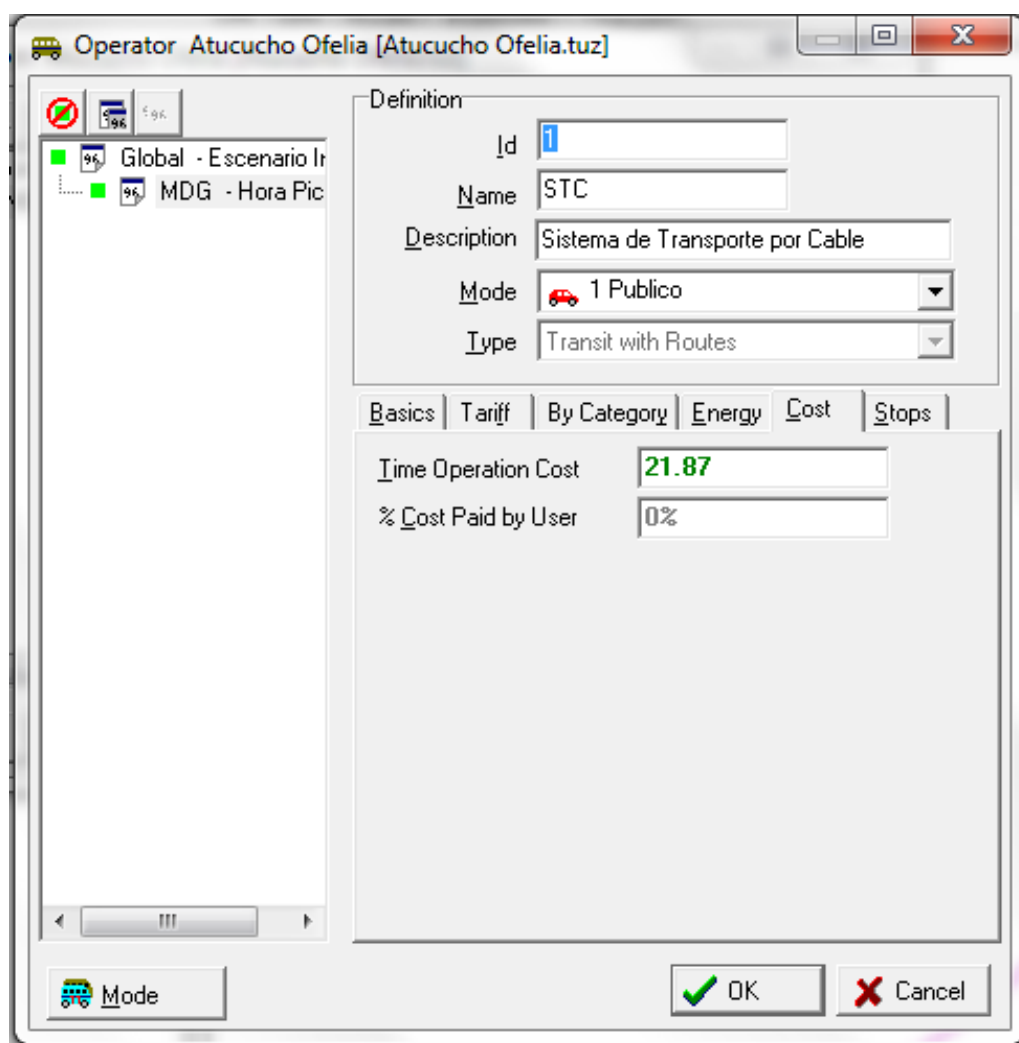


Imagen 50 Ingreso de Costo Operacional Atucucho – Ofelia

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

INDICADORES DE TRANSPORTE ATUCUCHO - OFELIA				
Scenario	Table	Object	SubObject	Value
MDG	Trips by cat/mode	1 Pasajeros	1 Publico	1355.30
MDG	Supressed by cat	1 Pasajeros	All	0.00
MDG	Distance by cat	1 Pasajeros	All	2682.67
MDG	Cost by cat	1 Pasajeros	All	266.58
MDG	TravTime by cat	1 Pasajeros	All	245.53
MDG	WaitTime by cat	1 Pasajeros	All	14.11
MDG	Disutil by cat	1 Pasajeros	All	323.03
MDG	Boardings by oper	1 STC	All	1066.30
MDG	Boardings by oper	2 Peaton	All	2421.60
MDG	Units-dist by oper	1 STC	All	2125.69
MDG	Units-dist by oper	2 Peaton	All	556.98
MDG	Energy by oper	1 STC	All	1036.37
MDG	Energy by oper	2 Peaton	All	0.00
MDG	Cost by oper	1 STC	All	382.55
MDG	Cost by oper	2 Peaton	All	0.00
MDG	Income by oper	1 STC	All	266.58
MDG	Income by oper	2 Peaton	All	0.00
MDG	Veh-dist by oper	1 STC	All	255.06
MDG	Veh-dist by oper	2 Peaton	All	0.00
MDG	Veh-hour by oper	1 STC	All	12.75
MDG	Veh-hour by oper	2 Peaton	All	0.00
MDG	Distance by admin	1 Municipio	All	8.87
MDG	Income by admin	1 Municipio	All	0.00
MDG	MaintCost by admin	1 Municipio	All	0.00
MDG	Boardings by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	1066.30
MDG	Boardings by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	2421.60
MDG	MonCost by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	266.58
MDG	MonCost by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	0.00
MDG	TravTime by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	106.28
MDG	TravTime by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	139.25
MDG	WaitTime by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	14.11
MDG	WaitTime by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	0.00
MDG	TotalTime by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	120.40
MDG	TotalTime by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	139.25
MDG	Units-Dist by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	2125.69
MDG	Units-Dist by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	556.98

Tabla 55 Indicadores de Transporte Atucucho - Ofelia Tarifa 0.25 US Dólares

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

En esta línea el ingreso vuelve a ser inferior al costo, pero ya se notan ciertas diferencias entre líneas que no son auto sustentables, pero como avizoramos anteriormente esto sucede solo en la hora pico, sin embargo de la hipótesis supuesta, al obtener este reporte sirve el valor del costo por operación para el cálculo posterior.

Por último para las líneas Carapungo – Ofelia y Comité - Carapungo ingresamos el costo por vehículo conseguido de la misma forma que los anteriores y obtenemos el reporte de sus indicadores de transporte.

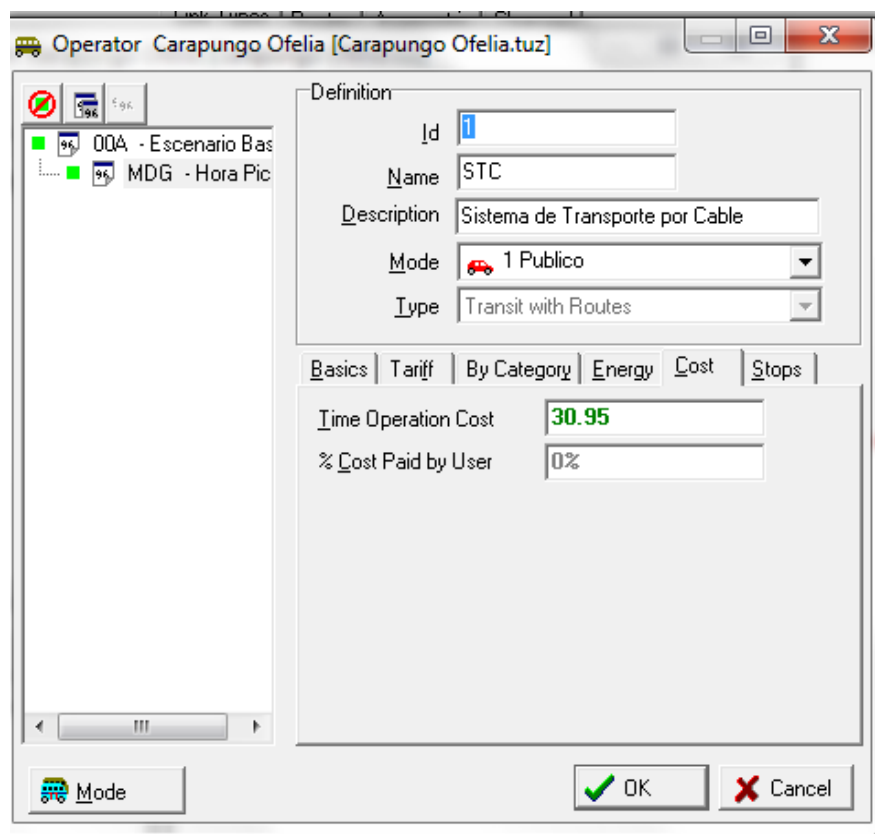


Imagen 51 Ingreso de Costo Operacional Carapungo – Ofelia

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

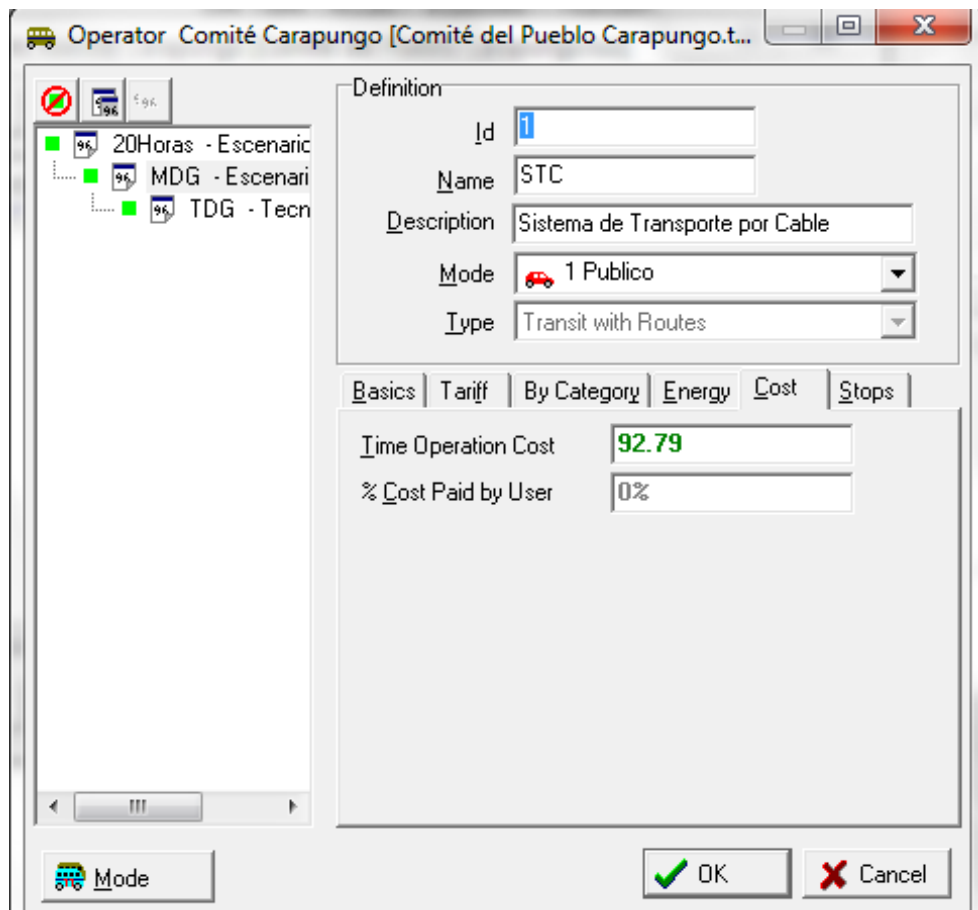


Imagen 52 Ingreso de Costo Operacional Comité – Carapungo

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

INDICADORES DE TRANSPORTE CARAPUNGO - OFELIA				
Scenario	Table	Object	SubObject	Value
MDG	Trips by cat/mode	1 Pasajeros	1 Publico	1015.60
MDG	Supressed by cat	1 Pasajeros	All	0.00
MDG	Distance by cat	1 Pasajeros	All	2346.42
MDG	Cost by cat	1 Pasajeros	All	150.35
MDG	TravTime by cat	1 Pasajeros	All	250.24
MDG	WaitTime by cat	1 Pasajeros	All	12.81
MDG	Disutil by cat	1 Pasajeros	All	201.59
MDG	Boardings by oper	1 STC	All	601.40
MDG	Boardings by oper	2 Peaton	All	1617.00
MDG	Units-dist by oper	1 STC	All	1681.84
MDG	Units-dist by oper	2 Peaton	All	664.58
MDG	Energy by oper	1 STC	All	1114.20
MDG	Energy by oper	2 Peaton	All	0.00
MDG	Cost by oper	1 STC	All	413.18
MDG	Cost by oper	2 Peaton	All	0.00
MDG	Income by oper	1 STC	All	150.35
MDG	Income by oper	2 Peaton	All	0.00
MDG	Veh-dist by oper	1 STC	All	195.00
MDG	Veh-dist by oper	2 Peaton	All	0.00
MDG	Veh-hour by oper	1 STC	All	9.75
MDG	Veh-hour by oper	2 Peaton	All	0.00
MDG	Distance by admin	1 Municipio	All	11.96
MDG	Income by admin	1 Municipio	All	0.00
MDG	MaintCost by admin	1 Municipio	All	0.00
MDG	Boardings by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	601.40
MDG	Boardings by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	1617.00
MDG	MonCost by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	150.35
MDG	MonCost by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	0.00
MDG	TravTime by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	84.09
MDG	TravTime by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	166.14
MDG	WaitTime by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	12.81
MDG	WaitTime by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	0.00
MDG	TotalTime by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	96.90
MDG	TotalTime by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	166.14
MDG	Units-Dist by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	1681.84
MDG	Units-Dist by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	664.58

Tabla 56 Indicadores de Transporte Carapungo - Ofelia Tarifa 0.25 US Dólares

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

INDICADORES DE TRANSPORTE COMITÉ - CARAPUNGO				
Scenario	Table	Object	SubObject	Value
MDG	Trips by cat/mode	1 Pasajeros	1 Publico	295.70
MDG	Supressed by cat	1 Pasajeros	All	0.00
MDG	Distance by cat	1 Pasajeros	All	347.25
MDG	Cost by cat	1 Pasajeros	All	35.55
MDG	TravTime by cat	1 Pasajeros	All	31.29
MDG	WaitTime by cat	1 Pasajeros	All	9.81
MDG	Disutil by cat	1 Pasajeros	All	74.79
MDG	Boardings by oper	1 STC	All	142.20
MDG	Boardings by oper	2 Peaton	All	437.90
MDG	Units-dist by oper	1 STC	All	277.60
MDG	Units-dist by oper	2 Peaton	All	69.65
MDG	Energy by oper	1 STC	All	898.00
MDG	Energy by oper	2 Peaton	All	0.00
MDG	Cost by oper	1 STC	All	234.71
MDG	Cost by oper	2 Peaton	All	0.00
MDG	Income by oper	1 STC	All	35.55
MDG	Income by oper	2 Peaton	All	0.00
MDG	Veh-dist by oper	1 STC	All	31.23
MDG	Veh-dist by oper	2 Peaton	All	0.00
MDG	Veh-hour by oper	1 STC	All	1.56
MDG	Veh-hour by oper	2 Peaton	All	0.00
MDG	Distance by admin	1 Municipio	All	4.60
MDG	Income by admin	1 Municipio	All	0.00
MDG	MaintCost by admin	1 Municipio	All	0.00
MDG	Boardings by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	142.20
MDG	Boardings by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	437.90
MDG	MonCost by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	35.55
MDG	MonCost by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	0.00
MDG	TravTime by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	13.88
MDG	TravTime by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	17.41
MDG	WaitTime by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	9.81
MDG	WaitTime by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	0.00
MDG	TotalTime by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	23.69
MDG	TotalTime by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	17.41
MDG	Units-Dist by cat/op	1 Pasajeros	1 STC	277.60
MDG	Units-Dist by cat/op	1 Pasajeros	2 Peaton	69.65

Tabla 57 Indicadores de Transporte Comité - Carapungo Tarifa 0.25 US Dólares

Fuente: Software TRANUS

Elaboración: Autoría propia

Aquí se nota que la diferencia entre los ingresos y egresos obteniéndose un exceso en el costo por hora que tendría que subsidiar el municipio para poner en marcha el sistema, se aclara nuevamente que se puede ajustar los valores de mantenimiento así como el de la depreciación y posiblemente obtener una disminución en los costos de operación, también no hemos topado el posible aumento de tarifas, pero creemos conveniente establecer la misma tarifa que existe en los buses convencionales, ya que así el usuario común compara las mejores condiciones de los STC por un mismo precio.

Existen opciones de afinar el cálculo de los costos operacionales, estudiando el caso del personal adecuado para la manipulación del sistema, el costo de mantenimiento tiene que ver con los costos de implementación, que también pueden ser evaluados ya que un ítem que incrementa los montos de adquisición de los suministros, es el porcentaje de arancel que existe a las importaciones.

En el caso de que no se pueda afinar el mantenimiento y la depreciación, se puede disminuir o anular los aranceles con el argumento de que es una importación con fines de transporte sostenible entonces podemos obtener un buen descuento y algunas multilaterales están deseosas de realizar inversiones con ese fin, como son CAF, BID, que se encuentran incursionando en proyectos de este tipo.

Dentro de la ejecución de la obra se puede realizar edificaciones con acabados de menor categoría y con esto se abaratan los costos de las estaciones de carga y descarga, por ejemplo optar por escaleras eléctricas que son más baratas en su adquisición y mantenimiento en lugar de ascensores, claro que se debe tomar en cuenta el acceso a personas con capacidades especiales.

Por otra parte están las políticas de uso de buses convencionales que sirvan como alimentadores de los STC en donde se pudiera hacer estudios similares, dándoles

zonas determinadas a los alimentadores y analizando sus costos de operación para realizar una tarifa de integración, pero sobre todo un ítem que le agrega mucho valor a los costos operacionales, es la depreciación de los equipos, como lo habíamos comentado, los costos operacionales pueden ser solamente eso, costos de operación y mantenimiento y se puede quitar el valor del costo de los equipos.

Pero hay que entender que este análisis fue ejecutado para la hora pico y no tenemos la misma demanda durante las 20 horas de uso, necesitamos realizar una simulación para la totalidad del día de desplazamientos, conociendo el costo operacional por hora por vehículo de cada línea, se vuelve más sencillo y podemos practicarlo en una hoja Excel, tomando como demanda la cantidad total diaria para que así se pueda realmente saber el ingreso diario y como egreso multiplicamos el Costo por Operación obtenido de la simulación por 20 horas de uso ya que la operación será la misma durante el día.

INDICADORES DE TRANSPORTE DEMANDA DIARIA

	Pisuli Ofelia	Atucucho Labrador	Atucucho Ofelia	Carapungo Ofelia	Comité Carapungo	Sistema
Costo Op/h	\$ 503.95	\$ 427.05	\$ 382.55	\$ 413.18	\$ 234.71	
Costo Op/día	\$ 10,079.05	\$ 8,541.06	\$ 7,650.91	\$ 8,263.65	\$ 4,694.28	\$ 39,228.96
Demanda/día	19603.00	6267.00	11831.59	6014.00	1422.00	45137.59
Ingreso Op/día 0.25	\$ 4,900.75	\$ 1,566.75	\$ 2,957.90	\$ 1,503.50	\$ 355.50	\$ 11,284.40
Saldo (día)	-\$ 5,178.30	-\$ 6,974.31	-\$ 4,693.02	-\$ 6,760.15	-\$ 4,338.78	-\$ 27,944.56
B/C	0.49	0.18	0.39	0.18	0.08	
Saldo (mes)	-\$ 155,349.06	-\$ 209,229.31	-\$ 140,790.46	-\$ 202,804.57	-\$ 130,163.43	-\$ 838,336.83
Saldo (año)	-\$ 1,864,188.76	-\$ 2,510,751.67	-\$ 1,689,485.51	-\$ 2,433,654.84	-\$ 1,561,961.16	-\$ 10,060,041.94

Tabla 58 Indicadores de Transporte con la demanda diaria

Fuente y Elaboración: Autoría Propia

INDICADORES DE TRANSPORTE DEMANDA DIARIA

	Pisuli Ofelia	Atucucho Labrador	Atucucho Ofelia	Carapungo Ofelia	Comité Carapungo	Sistema
Costo Op/h	\$ 503.95	\$ 427.05	\$ 382.55	\$ 413.18	\$ 234.71	
Costo Op/día	\$ 10,079.05	\$ 8,541.06	\$ 7,650.91	\$ 8,263.65	\$ 4,694.28	\$ 39,228.96
Demanda/día	19603.00	6267.00	11831.59	6014.00	1422.00	45137.59
Ingreso Op/día 0.52	\$ 10,193.56	\$ 3,258.84	\$ 6,152.42	\$ 3,127.28	\$ 739.44	\$ 23,471.54
Saldo (día)	\$ 114.51	-\$ 5,282.22	-\$ 1,498.49	-\$ 5,136.37	-\$ 3,954.84	-\$ 15,757.41
B/C	1.01	0.38	0.80	0.38	0.16	
Saldo (mes)	\$ 3,435.24	-\$ 158,466.61	-\$ 44,954.61	-\$ 154,091.17	-\$ 118,645.23	-\$ 472,722.38
Saldo (año)	\$ 41,222.84	-\$ 1,901,599.27	-\$ 539,455.32	-\$ 1,849,094.04	-\$ 1,423,742.76	-\$ 5,672,668.56

Tabla 59 Indicadores de Transporte Mejor Línea

Fuente y Elaboración: Autoría Propia

Aquí podemos observar que la tarifa de 25 centavos no vuelve sostenible la operación de los STC considerándose todas las líneas que tenemos en nuestro caso de estudio, podemos evaluar la disminución de los aranceles de las importaciones y generar así un descuento favorable al sistema, pero en esta ocasión vamos a modificar las tarifas de manera que se pueda obtener en primer lugar una línea que sea sostenible en base a la misma tarifa y de esta forma se ejecutan algunas iteraciones para encontrar la línea óptima.

Podemos observar que la línea Pisulí – Ofelia tiene una relativa demanda no despreciable y hay que considerar que este ingreso es el mayoritario en los sistemas de transporte, se puede obtener ingresos extra tarifarios pero se aduce que estos no superan el 15%, así que todas las políticas que se puedan efectuar para incrementar la demanda de un sistema de transporte público será la mejor manera de financiarlo.

La hoja de cálculo nos muestra que incrementando la tarifa a 52 centavos de dólar, el sistema aún no se vuelve sustentable pero ya tiene una línea que reporta un saldo a favor, en consecuencia se convierte en la prioridad, pero hay que preguntarse si los ciudadanos estarían dispuestos a pagar una tarifa de 52 centavos.

Vamos a realizar algunas otras iteraciones para saber con qué tarifa se obtendría un sistema de transporte por cable que sea sostenible en su totalidad, encontramos que con 87 centavos de dólar ocurre lo que necesitábamos, de aquí nuevamente la necesidad de realizar encuestas de preferencias declaradas y de susceptibilidad al pago para conocer según los sectores de las líneas de cable, cuanto puede ser una tarifa máxima que se alcance sin que la demanda disminuya notablemente, es

posible que la demanda se vuelva muy sensible con respecto a la tarifa que se adopte.

Pero también se puede descartar las líneas que no produzcan un buen rendimiento temporalmente, si se conoce que su demanda aun no es lo suficientemente grande para la inversión de un proyecto de estos, entonces podemos escoger un circuito que en nuestro caso vale la pena que son las líneas que tienen como estación común la Ofelia, de esta forma tenemos un circuito integrado que proporciona integralidad y desplazamientos mayores.

Realizada la simulación observamos que la sostenibilidad del sistema que tiene como estación común la Ofelia, necesita una tarifa de 70 centavos de dólar para que funcione, algo nos llama la atención en este punto y son las tarifas actuales de buses convencionales, se debería hacer algo similar de lo que se ha realizado en esta investigación para conocer la tarifa real de equilibrio en el mencionado servicio.

Producto de la tarifa de buses convencionales son el exagerado número de pasajeros en las unidades, porque al parecer el operador de bus sabe que tiene que cumplir con un cupo para que el servicio subsista, otra acción de los buses convencionales es el incumplimiento de itinerarios y por otra parte las rutas que adoptan que son realmente ineficientes llevan a todo un sistema de transporte al caos y el posible estado de emergencia.

Si en base a encuestas podemos determinar una tarifa que los usuarios puedan pagar conforme a las mejores condiciones de los STC en comparación con los buses convencionales, el municipio puede realizar una compensación por el resto del valor hasta alcanzar, que como se sabe y a continuación se demostrará, conllevan algunos beneficios sociales.

INDICADORES DE TRANSPORTE DEMANDA DIARIA

	Pisuli Ofelia	Atucucho Labrador	Atucucho Ofelia	Carapungo Ofelia	Comité Carapungo	Sistema
Costo Op/h	\$ 503.95	\$ 427.05	\$ 382.55	\$ 413.18	\$ 234.71	
Costo Op/día	\$ 10,079.05	\$ 8,541.06	\$ 7,650.91	\$ 8,263.65	\$ 4,694.28	\$ 39,228.96
Demanda/día	19603.00	6267.00	11831.59	6014.00	1422.00	45137.59
Ingreso Op/día 0.87	\$ 17,054.61	\$ 5,452.29	\$ 10,293.48	\$ 5,232.18	\$ 1,237.14	\$ 39,269.70
Saldo (día)	\$ 6,975.56	-\$ 3,088.77	\$ 2,642.57	-\$ 3,031.47	-\$ 3,457.14	\$ 40.74
B/C	1.69	0.64	1.35	0.63	0.26	
Saldo (mes)	\$ 209,266.74	-\$ 92,663.11	\$ 79,277.05	-\$ 90,944.17	-\$ 103,714.23	\$ 1,222.28
Saldo (año)	\$ 2,511,200.84	-\$ 1,111,957.27	\$ 951,324.55	-\$ 1,091,330.04	-\$ 1,244,570.76	\$ 14,667.31

Tabla 60 Indicadores de Transporte Tarifa Sustentable

Fuente y Elaboración: Autoría Propia

INDICADORES DE TRANSPORTE DEMANDA DIARIA

	Pisuli Ofelia	Atucucho Ofelia	Carapungo Ofelia	Sistema
Costo Op/h	\$ 503.95	\$ 382.55	\$ 413.18	
Costo Op/día	\$ 10,079.05	\$ 7,650.91	\$ 8,263.65	\$ 25,993.62
Demanda/día	19603.00	11831.59	6014.00	37448.59
Ingreso Op/día 0.7	\$ 13,722.10	\$ 8,282.11	\$ 4,209.80	\$ 26,214.01
Saldo (día)	\$ 3,643.05	\$ 631.20	-\$ 4,053.85	\$ 220.39
B/C	1.36	1.08	0.51	
Saldo (mes)	\$ 109,291.44	\$ 18,935.96	-\$ 121,615.57	\$ 6,611.82
Saldo (año)	\$ 1,311,497.24	\$ 227,231.47	-\$ 1,459,386.84	\$ 79,341.86

Tabla 61 Indicadores de Transporte Estación Ofelia

Fuente y Elaboración: Autoría Propia

Pero cuanto deberían ser las demandas para que todos los sistemas funcionen, realizamos una hoja de cálculo con el ejercicio inverso en el cual basados en los costos operacionales igualamos al ingreso producido por cada una de las líneas, y este a su vez lo dividimos para la tarifa de 25 centavos, así obtenemos una demanda teórica en cada línea que la vuelve sostenible.

INDICADORES DE TRANSPORTE DEMANDA DIARIA						
	Pisuli Ofelia	Atucucho Labrador	Atucucho Ofelia	Carapungo Ofelia	Comité Carapungo	Sistema
Costo Op/h	\$ 503.95	\$ 427.05	\$ 382.55	\$ 413.18	\$ 234.71	
Costo Op/día	\$ 10,079.05	\$ 8,541.06	\$ 7,650.91	\$ 8,263.65	\$ 4,694.28	\$ 39,228.96
Demanda/día	40316.21	34164.24	30603.65	33054.61	18777.12	156915.83
Ingreso Op/día 0.25	\$ 10,079.05	\$ 8,541.06	\$ 7,650.91	\$ 8,263.65	\$ 4,694.28	\$ 39,228.96
Saldo (día)	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
B/C	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Saldo (mes)	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
Saldo (año)	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00

Tabla 62 Indicadores de Transporte con demanda Teórica

Fuente y Elaboración: Autoría Propia

Este cálculo es interesante porque vemos que para todo el sistema es necesaria una demanda de 157000 pasajeros diarios aproximadamente y la demanda de cada sistema es bastante regular, solo el tramo de Comité – Carapungo debería tener una demanda relativamente baja con respecto al resto de líneas.

Nos surge la curiosidad de conocer cuál es la demanda teórica que necesitan los sistemas por kilómetro de longitud para que funcionen de manera sostenible y lo obtenemos lógicamente de dividir la demanda teórica obtenida de la tabla anterior para la longitud de cada sistema así conseguimos lo siguiente:

INDICADORES DE TRANSPORTE DEMANDA DIARIA					
	Pisuli Ofelia	Atucucho Labrador	Atucucho Ofelia	Carapungo Ofelia	Comité Carapungo
Demanda/día	40316.21	34164.24	30603.65	33054.61	18777.12
Longitud (Km)	4.330	3.990	3.272	3.750	1.950
Relacion D/L	9311	8562	9352	8815	9629

Tabla 63 Demanda Teórica por Kilómetro de cada Tramo

Fuente y Elaboración: Autoría Propia

Interesante el resultado logrado, la demanda teórica por kilómetro se encuentra alrededor de los 9000 pasajeros dependiendo claro de las diferencias de cada sistema pero es un dato importante para un cálculo breve de dimensionamiento.

Se analiza los posibles beneficios sociales y se empieza por el tiempo de viaje, si se tiene la diferencia de tiempos entre la línea Pisulí - Ofelia por ejemplo y también los tiempos de los buses convencionales que prestan un servicio semejante se puede obtener el ahorro con los valores de tiempo de viaje que conseguimos en el principio del cálculo, se considera solamente los viajes de extremo a extremo para compararlos con el tiempo total de recorrido, esto quiere decir también que los beneficios serían mayores pero seremos conservadores.

El tiempo de viaje de los buses convencionales se obtiene de una hoja de cálculo que veremos más adelante para el cómputo del ahorro por compensación otorgada de acuerdo a la municipalidad.

AHORRO EN TIEMPO DE VIAJE					
	Pisuli Ofelia	Atucucho Labrador	Atucucho Ofelia	Carapungo Ofelia	Comité Carapungo
Tiempo de viaje Bus Convencional	0:51:58	0:40:48	0:40:52	0:39:36	0:30:00
Tiempo de viaje STC	0:26:02	0:23:59	0:19:37	0:22:30	0:11:42
Ahorro	0:25:56	0:16:49	0:21:15	0:17:06	0:18:18
Porcentaje Ahorro	50%	41%	52%	43%	61%
Valor del Tiempo de Viaje	\$ 2.00	\$ 2.00	\$ 2.00	\$ 2.00	\$ 2.00
Ahorro por Viaje	\$ 1.00	\$ 0.82	\$ 1.04	\$ 0.86	\$ 1.22
# de Viajes/día	3926	1560	2102	2684	1422
Total día	\$ 3,917.94	\$ 1,285.98	\$ 2,186.18	\$ 2,318.00	\$ 1,734.84
Total mes	\$ 117,538.21	\$ 38,579.41	\$ 65,585.39	\$ 69,540.00	\$ 52,045.20
Total Año	\$ 1,410,458.57	\$ 462,952.94	\$ 787,024.73	\$ 834,480.00	\$ 624,542.40
	\$ 4,119,458.64				

Tabla 64 Ahorro en tiempo de viaje

Fuente y Elaboración: Autoría Propia

Con el análisis de los beneficios sociales se puede equiparar los costos operacionales de las líneas que no resultaron sostenibles con la primera condición de una tarifa de 25 centavos, en este caso necesitamos equiparar la cantidad de la Tabla # 58 de subsidio al sistema versus el valor de la Tabla # 64 de beneficios sociales por ahorro de tiempo.

De esta manera vuelve a ser inquietante la idea de implementar las mencionadas líneas sabiendo que el ahorro en tiempo de viaje es muy significativo, aunque lo estamos cuantificando las encuestas no darán mejores datos de cuan ventajoso es para los ciudadanos ahorrarse un porcentaje alto de tiempo de viaje en comparación de pagar una tarifa equivalente a un poco más del doble de la tarifa actual.

Pero a continuación obtendremos los beneficios sociales a partir del consumo de combustible fósil, que para nuestro país tiene un valor distinto del que podemos adquirirlo en cualquier dispensador de gasolina o diésel, es así que realizaremos una investigación de cuanto es el valor real de los combustibles y cuanto es el ahorro si no se utiliza el transporte público convencional, considerando también la aprobación de los últimos subsidios por parte del municipio en relación a compensaciones para equilibrar la tarifa al usuario.

Para esto vamos a utilizar las demandas totales de cada línea y las vamos a traducir a número de buses de 80 pasajeros promedio que es la cantidad de usuarios que puede llevar un alimentador o bus convencional, luego realizaremos

una investigación para conocer cuánto combustible utilizan estos automotores para dar el servicio de transporte y por ultimo obtendremos el costo de combustible en unidades comparables a nuestro sistema, así como cuánto es la compensación por subsidios a los combustibles.

Información de la empresa de pasajeros nos sirve en este caso para conocer cuánto es el consumo de los alimentadores comunes que sirven al corredor trolebús, que están divididos por sus estaciones y que se indica un promedio por cada estación, de los que podemos enunciar los siguientes resultados.

Índices de consumo de diesel					
Recreo	10.36	La Y	9.39	Morán Valverde	8.43
Mercedes	9.57	Isuzu	10.49		8.59
Hino FF	9.89	Isuzu	11.13		8.16
Mercedes	9.73	Mercedes	9.65		7.79
Dimex	8.26	Mercedes	11.79		8.07
International	8.52	Mercedes	10.24		7.60
Mercedes	9.00	Mercedes	10.27		8.50
Volvo	9.07	Dimex	10.89		9.03
Isuzu	11.12	Dimex	8.61		7.35
Mercedes	12.10	Dimex	8.80	Dimex	6.99
Mercedes	7.06	Dimex	8.91		7.87
Mercedes	19.74	Isuzu	9.06	Dimex	7.78
Isuzu	11.27	Hyundai	10.77		7.80
Dimex	7.21	Hino	9.28		8.47
Dimex	10.01	Dimex	8.85		7.23
Dimex	17.24	Mercedes	8.99		8.40
Dimex	9.44	Mercedes	11.45	Encava	9.75
Volks Wagen	9.83	Encava	8.03		9.66
Mercedes	9.13	Dimex	8.51		9.87
Mercedes	10.91	Mercedes	10.87		10.22
Hino	8.16	Dimex	8.27		8.95
Mercedes	10.33	Dimex	10.29		8.88
		Isuzu	8.67		
		Mercedes	9.91		
		Dimex	8.33		
		Hino	8.71		
		Dimex	8.87		
		Hyundai	7.17		
		Isuzu	7.45		
		Hino	9.21		
		Hino	10.28		
		Volvo	7.09		
		Mrcedes	11.77		
		Mercedes	7.44		
		Isuzu	9.26		

Tabla 65 Índices de Consumo de Diésel

Fuente y Elaboración: (Empresa de Pasajeros de Quito, 2014)

De este análisis obtenemos que en promedio un alimentador consume alrededor de 9.39 Kilómetros por cada galón de combustible, ahora necesitamos realizar una estimación de los kilómetros recorridos por un bus convencional en su ruta aproximada a la que estamos originando y comparamos con rutas de buses convencionales y alimentadores.

Las demandas para este caso vamos a considerar las que se encuentran en la matriz origen-destino de nuestras zonas de estudio, sin tomar en cuenta los viajes que se realizan internamente en la zona, para asemejar lo mayor posible a la situación real, el valor del combustible se asume en el doble del valor que se consigue en los surtidores de venta al público, asumiendo que este incremento significa el subsidio estatal consignado a los combustibles y además adicionaremos la cantidad de \$1000,00 US Dólares mensuales por cada bus, ya que según las últimas declaraciones del Municipio de Quito, esta sería una compensación por cumplir con los niveles de servicio y demás indicadores de transporte, en los que los buses convencionales prestarían un mejor servicio a sus usuarios.

PRECIOS SIN VARIACIÓN

PRODUCTO	PRECIO EN TERMINAL (Incluye el 12% del I.V.A.)
Decreto Ejecutivo 338 Art. 1 de 25-JUL-05 US \$ / GLN.	
GASOLINA PESCA ARTESANAL	0,799120
GASOLINA SUPER	1,680000
GASOLINA EXTRA	1,309168
DIESEL 1	0,900704
DIESEL 2	0,900704
DIESEL PREMIUM	0,900704
DIESEL 2 ELÉCTRICO	0,900704
FUEL OIL 4	0,694400
SPRAY OIL	1,030000
SOLVENTES IND.	1,635200
AVGAS	2,464000
ABSORVER	0,963200
Decreto Ejecutivo 338 Art. 9 de 25-JUL-05 US \$ / GLN.	
G.L.P. US\$ / KG.	0,106667
Decreto Ejecutivo No. 724 de 16-nov-2007	
RESIDUO CEMENTERAS	0,648480
Decreto Ejecutivo No. 995 de 01-abril-2008	
G.L.P. TAXIS US\$ / KG.	0,188384
G.L.P. AGRICOLA US\$ / KG.	0,188384
DOLARES/kg	
MEMORANDO 0079-PCO-GCN-COV-DN-2010 DEL 14/01/2010	
AZUFRE US\$ / KG.	0,036296
05)	
SECTOR ELECTRICO US \$ / GLN.	
RESIDUO 100,000 SRW 1	0,293334
DILUYENTE MEZCLA	0,900704
D.E. 862 de 10-ene-08)	
SECTOR ELECTRICO US \$ / GLN.	
NAFTA INDUSTRIAL *	0,733264
DIESEL	0,900704
FUEL OIL	0,537600

Imagen 53 Precios de Combustibles sin Variación

Fuente y Elaboración: (EP Petroecuador Quito - Ecuador, 2015)

AHORRO EN COMBUSTIBLE					
	Pisuli Ofelia	Atucucho Labrador	Atucucho Ofelia	Carapungo Ofelia	Comité Carapungo
Demanda (pas/h)	19603.00	6267.00	11831.59	6014.00	1422.00
Capacidad Bus	80	80	80	80	80
Numero de Viajes en Buses	245	78	148	75	18
Longitud Recorrido (Km)	17.32	13.60	13.62	13.2	10.00
Cosumo (KM/Gal)	9.39	9.39	9.39	9.39	9.39
Consumo Viaje (Gal)	1.84	1.45	1.45	1.41	1.06
Precio Diésel (\$/Gal)	\$ 0.90	\$ 0.90	\$ 0.90	\$ 0.90	\$ 0.90
Combustible (Viaje/bus)	\$ 1.66	\$ 1.31	\$ 1.31	\$ 1.27	\$ 0.95
Consumo Combustible (dia)	\$ 405.72	\$ 101.79	\$ 193.14	\$ 95.18	\$ 17.17
Consumo Combustible (mes)	\$ 12,171.60	\$ 3,053.70	\$ 5,794.20	\$ 2,855.25	\$ 515.16
Consumo Combustible (año)	\$ 146,059.20	\$ 36,644.40	\$ 69,530.40	\$ 34,263.00	\$ 6,181.92
	\$ 292,678.92				

Tabla 66 Ahorro en Combustible

Fuente y Elaboración: Autoría Propia

Si conocemos que el precio real del Diésel es mayor al que estamos enunciando en la tabla anterior, entonces sabemos que el ahorro es mayor también, de todas formas vamos a continuar con el panorama más desfavorable que será solamente el ahorro con el precio comercial del combustible.

Vamos a realizar una hoja de cálculo con el fin de encontrar un valor estimado de la cantidad de buses o flota en relación de la demanda y el tiempo de viaje en el circuito completo que se obtiene de la función velocidad= espacio/tiempo donde fijamos la velocidad en 20 kilómetros por hora, velocidad muy optimista ya que hemos dicho que en muchos de los casos y por el tráfico normal de las vías en donde se desplazan los buses convencionales esta velocidad disminuye notablemente, de tal forma que podamos darle un costo a la compensación que se está adicionando por la Administración Municipal Actual, como consecuencia de no elevar las tarifas de servicio de transporte público.

LINEA	LONGITUD (Km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO (Horas)	T CIRCUITO	# de VIAJES/día
PISULI - OFELIA	17.320	20.00	0:51:58	0:51:58	9
ATUCUCHO - LABRADOR	13.600	20.00	0:40:48	0:40:48	12
ATUCUCHO - OFELIA	13.620	20.00	0:40:52	0:40:52	12
CARAPUNGO - OFELIA	13.200	20.00	0:39:36	0:39:36	12
COMITE - CARAPUNGO	10.000	20.00	0:30:00	0:30:00	16
LINEA	CAPACIDAD (pas/día/Bus)	DEMANDA (pas/día)	# de Buses	Compensación \$1000 /mes	Compensación \$1000 /Año
PISULI - OFELIA	720	19603.00	27	\$ 27,000.00	\$ 324,000.00
ATUCUCHO - LABRADOR	960	6267.00	7	\$ 7,000.00	\$ 84,000.00
ATUCUCHO - OFELIA	960	11831.59	12	\$ 12,000.00	\$ 144,000.00
CARAPUNGO - OFELIA	960	6014.00	6	\$ 6,000.00	\$ 72,000.00
COMITE - CARAPUNGO	1280	1422.00	1	\$ 1,000.00	\$ 12,000.00
				\$ 53,000.00	\$ 636,000.00

Tabla 67 Ahorro por Compensación

Fuente y Elaboración: Autoría Propia

El ahorro en combustibles junto con el ahorro por compensación, también se encuentra en una cifra importante con relación a los costos operacionales del STC, y se observa que sigue siendo un aporte para la compensación si se utiliza el caso más desfavorable que es una tarifa de 25 centavos, así se demuestra las capacidades y cualidades de los sistemas de transporte por cable con las rutas escogidas para desempeñar un mejor servicio al usuario.

Pero en resumen el ahorro más significativo es el producido por el tiempo de viaje, en donde se puede analizar un ingreso revelador que es la característica más notoria de estos sistemas de transporte por cable en contraste con el sistema de buses convencionales, el ahorro en el tiempo de viaje es lo que lo vuelve tentador el uso cotidiano de este sistema de transporte a los ojos del usuario y es por lo que se tendrán que tomar en cuenta el impacto inmediato que se obtendrá de la implementación de STC.

BENEFICIOS SOCIALES			
TIEMPO DE VIAJE	COMBUSTIBLES	COMPENSACION	GASTO TARIF 25 ctvs
\$ 4,119,458.64	\$ 292,678.92	\$ 636,000.00	-\$ 10,060,041.94
-\$ 5,011,904.38			

Tabla 68 Beneficios Sociales

Fuente y Elaboración: Autoría Propia

Claramente tenemos dos opciones, la primera es subir la tarifa y la segunda quitar los gastos concebidos por depreciación de los equipos, el incremento de las tarifas se convierte en una problemática de decisión política, porque aunque demostramos los componentes del mencionado desembolso hay que considerar las tarifas que se están aplicando a los servicios convencionales.

Pero de todas formas la depreciación es un valor adicional que hemos tomado para algunos otros costos como son los repuestos y remplazos de piezas que bajo cronogramas se necesitan reponer, de tal manera que estaríamos considerando adecuadamente los costos de operación y la opción para que el sistema sea sustentable es un incremento de tarifa.

Capítulo IV

4. Conclusiones y Recomendaciones

Finalizada la presente investigación sobre la “PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TRANSPORTE POR CABLE EN BARRIOS ALTOS DEL NORTE DE QUITO”, luego del análisis realizado se concluye que es viable la implementación de un sistema de transporte por cable. Este trabajo es una herramienta de apoyo para posteriores estudios tanto de diseño, como para investigaciones relacionadas.

Entre las principales conclusiones de este trabajo se encuentran las siguientes:

4.1. Conclusiones

- Dentro de Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, tanto el estudio de demanda como su encuesta de Movilidad, son insumos muy importantes que permiten estimar de buena manera el comportamiento y la dinámica de los desplazamientos en la ciudad de Quito, sin embargo es necesario realizar estudios de demanda en los lugares donde se proponen estos proyectos. Se debe a su vez actualizar el estudio de demanda para toda la ciudad en base a estos resultados y definiendo como impactan en la movilidad del DMQ.
- Las estimaciones de demanda diaria para cada tramo del sistema de transporte por cable, realizadas en base a la matriz origen – destino producto de la consultoría de Metro de Quito, permiten conocer cuáles son las líneas tentativas con mayores posibilidades de implementación y es uno de las consideraciones más importantes para el objeto de estudio.

- La capacidad máxima de una línea de MDG, de 3600 pasajeros por hora por sentido, resulta más competitiva que una línea de buses convencionales sin carril exclusivo que en horas pico llega hasta 2000 pasajeros por hora por sentido, lo que muestra la ventaja del proyecto de sistema de transporte por cable versus la situación actual en estos barrios donde el transporte se realiza por bus convencional. La tecnología de transporte por cable se debe usar en donde su rendimiento sea mejor comparado con los servicios convencionales existentes, otros criterios como las condiciones topografía son también importantes para estudiar la factibilidad técnica y determinar si las ventajas son tales que hace que el sistema por cable prevalezca sobre un bus convencional.
- En lo que se refiere a temas tarifarios, se necesita evaluar la disposición de pago del usuario de transporte público. En base a la caracterización de la demanda y otras consideraciones, podría existir una tarifa para cada línea de transporte por cable o una sola para todo el sistema.
- Comparando las opciones con proyecto versus sin proyecto, el análisis Beneficio-Costo permite estimar la rentabilidad económica del proyecto en base a sus beneficios sociales (mayormente ahorros en tiempos de viaje) y en base a un análisis financiero determinar las líneas más rentables desde el punto de vista del inversionista. De un primer análisis, el ahorro de tiempo de viaje es el factor más significativo dentro de los beneficios sociales del proyecto. Si las autoridades municipales estiman que estos son importantes, podrían incluso desarrollar estos proyectos por justificaciones sociales, más allá de que sean rentables o no financieramente.

- Las autoridades municipales pueden decidir si dentro de un sistema de transporte por cable, cada línea se maneja financieramente de forma independiente o si se maneja el sistema como un conjunto donde líneas de mayor rentabilidad permiten sostener a las menos rentables.
- Los sistemas de transporte por cable si bien son una alternativa para la movilidad en el Distrito Metropolitano de Quito como en otras ciudades, son de una capacidad limitada, comparándolos con un corredor BRT con carril exclusivo, así como un corredor de buses convencionales con carril exclusivo, por lo que deberían ser utilizados en donde se obtengan los mayores beneficios y menores costos.
- El software libre TRANUS ha sido una herramienta valiosa en la elaboración del presente trabajo, ya que a través de macro simulación permite optimizar bajo distintos escenarios las líneas de transporte por cable.
- Es importante conocer un dimensionamiento preliminar para entender mejor estos sistemas, el resultado de 9000 pasajeros diarios por kilómetro que se obtuvo de la Tabla # 63 a partir de una tarifa de 25 centavos de dólar, es muy importante como un insumo para poder afrontar una negociación con un proveedor del servicio de operación de un STC y tener conocimiento previo de que puede ser sostenible.
- Un resultado interesante de la investigación es el resumen de los costos de operación expresados por kilómetro con un monto máximo de \$700.000,00 US Dólares al año, que con la demanda citada en la conclusión anterior proporcionaría un equilibrio al desempeño del sistema.

- La ubicación de estaciones de carga y descarga tiene que ser cercana a los centroides de mayor población de las zonas de influencia y sobre todo uniendo los sitios de desplazamientos regulares, con una distancia razonable de alcance peatonal.
- Mientras más estaciones tenga una línea mayor es la posible demanda que puede captar, pero se debe considerar la inversión de su implementación.
- En la presente investigación no están valoradas las superficies de terrenos que se deberían expropiar para la implantación de estaciones y pilonas, se debe evaluar esta situación que incrementaría el monto de inversión del capital del sistema de transporte.
- Se ha tomado para el análisis un índice de 10% de la demanda diaria para el diseño de la estructura del sistema de transporte en hora pico que también sería el caso más desfavorable, se puede ser más conservador y diseñar para una demanda menor, sin embargo se cree conveniente demostrar los costos operacionales que otorguen un nivel de servicio óptimo para contrastarlo con el nivel de servicio actual.
- La inversión en un STC es considerada un aporte al sistema de transporte público, y es una opción para que un porcentaje de los usuarios que viajan en transporte privado se sientan tentados de utilizarlo basados en su comodidad, seguridad, puntualidad y accesibilidad, tomando en cuenta las directrices del PMM de Quito.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar los respectivos estudios de demanda en donde se tenga la intención de implementar líneas de transporte por cable, que produzcan los datos reales necesarios para estimar los ingresos generados y luego de esto realizar monitoreo continuo de la demanda a través de estudios de ascenso y descenso con el fin de conocer su comportamiento y planificar de una manera adecuada su operación.
- Realizar una encuesta de preferencias declaradas por cada sector donde se tenga las intenciones de implementar una línea de transporte por cable en la que se investigue la disposición al pago de los usuarios aclarando las ventajas y desventajas del STC, a la vez conociendo la percepción de los beneficiarios, conocer la sensibilidad de una modificación de tarifas en los sectores de estudio que son las zonas de influencia de los proyectos.
- Ejecutar investigaciones semejantes o un estudio de las líneas del transporte convencional donde existan rutas definidas, incluso corredores BRT para su mejor planificación de mantenimiento, llevar un manejo más técnico en la distribución de frecuencias, mejorar niveles de servicio y optimizar costos de operación, incluso la estructuración tarifaria del transporte público convencional y MetroBus Q, de tal forma que exista exigencias fundamentadas por parte de los transportistas para recibir una compensación o para un incremento en la tarifa.

- Realizar proyecciones poblacionales de la mano con sistemas de información geográfica para identificar posibles zonas con necesidades de transporte futuras y planificar su intervención con sistemas de transporte.
- Esta investigación constituye un aporte a las autoridades y profesionales de ingeniería locales, municipales o nacionales en quienes recae la responsabilidad de tomar decisiones correctas y sobre todo fundamentadas en el buen manejo de los recursos económicos, así como empresarios de transporte que necesiten optimizar su operación, es una herramienta que se la puede utilizar en la evaluación de proyectos de transporte por cable y que puede efectuarse a pequeña y gran escala.

5. Bibliografía

© 2015 Doppelmayr Seilbahnen GmbH. (2 de Febrero de 2015). *Doppelmayr & Garaventa*.

Obtenido de <http://www.doppelmayr.com/es/>

Alfonso Orro Arcay. (2003). *Transporte Por Cable*. Coruna: Torculo Artes Graficas.

CBS Ingenieria. (2014). *Estudio de Factibilidad Tecnica Teleferico Quito*. Quito.

Centre d'Études et sur les réseaux les transports, l'urbanisme et les constructions publiques. (2012). *Transport par câble aérien en milieu urbain*. Sylvaine París: Servicio de Publicaciones CERTU.

Creative Urban Projects. (2013). *Cable Car Confidential*. Toronto: Copyright.

DCSA Ingeniur Conseil. (2015). *Estudio Preliminar para la Implementacion de tres lineas de transporte por cable*. Quito.

DIRECCIÓN METROPOLITANA DE GESTIÓN DE MOVILIDAD. (2014). *Oferta de Transporte Publico*. Quito.

Doppelmayr/Garaventa. (2014). *Instalaciones*. Bregenz: Holzer Druck und Medien.

E. HOELCK. (1979). *Alternativa de transporte para el complejo turístico Volcán Osorno – La Ensenada*. Santiago: Tesis de Ingeniería Civil.

Empresa de Pasajeros de Quito. (2014). *Consumo de Diesel*. Quito.

EP Petroecuador Quito - Ecuador. (2 de Febrero de 2015). *Empresa Publica de Hidrocarburos de Ecuador*. Obtenido de <http://www.eppetroecuador.ec/index.htm>

Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito, Metro de Madrid. (2010).

Estudio de Factibilidad de la primera línea de Metro de Quito. Quito.

Estudio de Viabilidad Socio Económica, Metro de Madrid. (2010). *Estudio de Viabilidad*

Socio Económica. Quito.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2011- 2012). *Principales Resultados: Encuesta*

Nacional de Ingresos y Gastos (ENIGHUR) 2011- 2012. Quito: INEC.

LEITNER Ropeways. (2 de Febrero de 2015). *LEITNER Ropeways.* Recuperado el 20 de

Octubre de 2014, de <http://es.leitner-ropeways.com/Home>

Leitner y Poma. (2011). *The Renaissance of the Cableway.* Bolzano:

Prokopp&Hechensteiner.

Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos. (2013). Avanzamos en el Cambio de la

Matriz Energética. *Sectores Estratégicos*, 20.

Plan Maestro de Movilidad para el DMQ 2009-2025, Municipio de Quito. (2009). *Plan*

Maestro de Movilidad para el DMQ 2009-2025. Quito.

Plan Metropolitano de Desarrollo 2012-2022, Municipio de Quito. (2012). *Plan*

Metropolitano de Desarrollo 2012-2022. Quito: Torres&Cordero.

Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial 2012-2022, Municipio de Quito. (2012).

Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial 2012-2022. Quito:

Torres&Cordero.

Rafael Cal y Mayor R. (2006). *Ingeniería de Tránsito.* Bogotá: Alfaomega.

Servicio de Rentas Internas SRI. (2 de Febrero de 2015). Obtenido de

<http://www.sri.gob.ec/web/guest/home>

TRANUS. (2 de Febrero de 2015). *TRANUS*. Recuperado el 20 de Octubre de 2014, de

<http://www.tranus.com/>

Wikipedia. (2 de Febrero de 2015). Obtenido de

<http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>