



ESTRUCTURACIÓN DEL MODELO TARIFARIO DEL SISTEMA
METROPOLITANO DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS DE
QUITO

PRODUCTO 1 - ESTRUCTURACIÓN DE COSTOS OPERACIONALES,
FINANCIEROS Y DE INVERSIÓN ASOCIADOS A LA OPERACIÓN DE LOS
CUATRO SUBSISTEMAS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO
(DMQ)



ENERO 2017

Tabla de contenido

Introducción	15
1 Marco regulatorio del sistema metropolitano de transporte público de pasajeros de Quito.....	17
1.1 Regulación del transporte público en Quito.....	18
1.2 Regulación de las operadoras de transporte público en Quito.....	19
1.3 Plan RENOVA.....	20
1.4 Impuestos y Seguros para vehículos.....	21
1.4.1 Matrícula vehicular.....	21
1.4.2 Impuesto a la propiedad de los vehículos motorizados.....	21
1.4.3 Impuesto ambiental a la contaminación vehicular	23
1.4.4 Impuesto al rodaje.....	24
1.4.5 Sistema Público para Pago de Accidentes de Tránsito - SPPAT	24
2 Metro.....	27
2.1 Características Operacionales.....	27
2.1.1 Descripción de la línea.....	27
2.1.2 Servicios y horarios de operación.....	27
2.1.3 Demanda de pasajeros	28
2.2 Estructura de costos de operación y explotación.....	31
2.2.1 Flota de trenes.....	31
2.2.2 Estaciones	36
2.2.3 Mantenimiento de los trenes	39
2.2.4 Mantenimiento de las estaciones	44
2.2.5 Limpieza.....	46
2.2.6 Instalaciones	49
2.2.7 Mantenimiento de la infraestructura e instalaciones.....	56
2.2.8 Energía	57
2.2.9 Personal	62
2.2.10 Seguros	70
2.2.11 Impuestos	72

2.2.12	Gastos de Administración.....	72
2.2.13	Rentabilidad para el operador.....	73
2.3	Resultados y conclusiones	74
2.3.1	Plazo de explotación y Vida útil.....	74
2.3.2	Resultados	74
3	Cable	79
3.1	Antecedentes.....	79
3.1.1	Estudios Previos.....	79
3.1.2	Estudios de factibilidad.....	81
3.2	Características operacionales	81
3.2.1	Descripción de la línea.....	81
3.2.2	Servicios y horarios de operación.....	82
3.2.3	Demanda de la línea Jaime Roldós – La Ofelia	83
3.2.4	Capacidad del sistema	85
3.3	Componentes de la canasta de Costos	85
3.3.1	Cabinas.....	85
3.3.2	Estaciones.....	86
3.3.3	Cables.....	87
3.3.4	Pilonas.....	88
3.3.5	Energía Eléctrica	88
3.3.6	Alimentación.....	93
3.3.7	Mantenimiento del Cable	96
3.3.8	Mantenimiento de estaciones.....	99
3.3.9	Aseo de estaciones y cabinas	100
3.3.10	Instalaciones	101
3.3.11	Personal	102
3.3.12	Seguros e Impuestos.....	107
3.3.13	Gastos de Administración.....	110
3.3.14	Margen y Costos de Financiación	111
3.4	Resultados y conclusiones	111

3.4.1	Plazo de explotación y vida útil	111
3.4.2	Resultados	112
4	Convencional	115
4.1	Diagnóstico del sistema de transporte convencional.....	115
4.1.1	Metodología de levantamiento de información	115
4.1.2	Caracterización de los operadores	122
4.1.3	Caracterización de la flota	124
4.1.4	Caracterización de las rutas en operación	126
4.2	Componentes de la canasta de Costos	133
4.2.1	Vehículo	133
4.2.2	Combustible.....	136
4.2.3	Mantenimiento.....	137
4.2.4	Instalaciones	139
4.2.5	Personal	142
4.2.6	Seguros e Impuestos.....	147
4.2.7	Gastos de Administración.....	148
4.2.8	Rentabilidad del operador	149
4.2.9	Resultados tarifa.....	149
5	Corredores de transporte público	155
5.1	Diagnóstico	155
5.1.1	Metodología.	155
5.2	Componentes de la canasta de Costos	155
5.2.1	Vehículo	155
5.2.2	Combustible.....	161
5.2.3	Mantenimiento.....	162
5.2.4	Instalaciones	166
5.2.5	Personal	171
5.2.6	Seguros e Impuestos.....	181
5.2.7	Gastos de Administración.....	184
5.2.8	Resultados tarifa Escenario 1	185

5.2.9	Resultados tarifa Escenarios 2 y 3	190
6	Anexo 1 – Antigüedad de los trenes empleados en el <i>benchmark</i> de costo de repuestos.....	195
7	Anexo 2 – Listado de empresas de transporte convencional	196
8	Anexo 3 – Referencias de precios de mercado	198
9	Anexo 4 – Formatos de solicitud de información sistema convencional.....	206
10	Glosario.....	215
	Bibliografía.....	216

Lista de tablas

Tabla 1 – Tarifa del Impuesto a los Consumos Espaciales a pagar para vehículos híbridos y eléctricos.....	18
Tabla 2 – Vida útil de los vehículos de transporte público.....	20
Tabla 3 – Información de la tarifa del Impuesto a la propiedad de vehículos motorizados	22
Tabla 4 – Información de la tarifa sobre la base imponible del Impuesto ambiental a la contaminación vehicular	23
Tabla 5 – Información del porcentaje del factor de ajuste para el Impuesto ambiental a la contaminación vehicular.....	23
Tabla 6 – Información de la tarifa del Impuesto al rodaje	24
Tabla 7 – Escenarios de demanda	28
Tabla 8 – Proyección de demanda diaria promedio Metro	29
Tabla 9 – Proyección de demanda para el tramo más cargado Metro	29
Tabla 10 – Proyección de demanda diaria promedio Metro (pas) -Metro de Madrid y Taryet.....	30
Tabla 11 – Características Trenes sugeridas por el metro de Madrid.....	32
Tabla 12 – Características operacionales asociadas a diferentes tamaños de flota.....	34
Tabla 13 – Resumen de ocupaciones edificaciones estación.....	37
Tabla 14 – Configuración de accesos.....	38
Tabla 15 – Costo total Mantenimiento	40
Tabla 16 – Costo total Mantenimiento estudio de factibilidad.	41
Tabla 17 – Costo total Mantenimiento estudio la RATP	41
Tabla 18 – Personal Requerido para mantenimiento	42
Tabla 19 – Salarios personal de mantenimiento	43
Tabla 20 – Costo de mantenimiento escaleras para el primer año de operación (2019)	45
Tabla 21 – Costo de mantenimiento ascensores para el primer año de operación	46
Tabla 22 – Costos totales de limpieza Metro	49
Tabla 23 – Costos de mantenimiento infraestructura e instalaciones Metro para el primer año de operación.....	56

Tabla 24 – Resumen de consumos y costos de energía del sistema para el primer año de operación.....	62
Tabla 25 – Supuestos para cálculo de personal operativo directo	63
Tabla 26 – Planta de personal operativo.....	63
Tabla 27 – Personal del sistema de recaudo en el escenario de operación y mantenimiento del concesionario del Metro	66
Tabla 28 – Personal de la EPMMQ	67
Tabla 29 – Factor Prestacional Sector Privado	69
Tabla 30 – Factor Prestacional Sector Público	70
Tabla 31 – Seguros Metro Quito.....	71
Tabla 32 – Gastos de Administración año base 2016.....	72
Tabla 33 – Resumen de vida útil de componentes Metro de Quito	74
Tabla 34 – Resumen componentes de costos operacionales del Metro para el primer año de operación.....	75
Tabla 35 – Costos por vagón-kilómetro Metro para el primer año de operación	77
Tabla 36 – Tarifa técnica Metro para el primer año de operación	77
Tabla 37 – Demanda en estudios de pre-factibilidad Quito Cable.....	81
Tabla 38 – Demanda Rutas de Alimentación Existentes	84
Tabla 39 – Viajes Pagos Pisulí – La Ofelia	84
Tabla 40 – Características Cable	87
Tabla 41 – No. de horas de operación según capacidad del sistema empleada.....	89
Tabla 42 – Potencial nominal estación motriz en hora pico	90
Tabla 43 – Consumo de energía por categoría de capacidad	90
Tabla 44 – Consumo anual energía total estación motriz.....	91
Tabla 45 – Consumo de energía eléctrica edificaciones hora pico.	93
Tabla 46 – Consumo y costo anual energía edificaciones.....	93
Tabla 47 – Estimación demanda y kilometraje día laborable alimentación Línea Jaime Roldós – La Ofelia.	95
Tabla 48 – Kilometraje rutas alimentación año 1.....	95
Tabla 49 – Costo de alimentación año 1 (2018).....	96
Tabla 50 – Rutinas de Mantenimiento	96

Tabla 51 – Costo Unitario Repuestos y Consumibles	98
Tabla 52 – Costo de repuestos y consumibles para el primer año de operación	98
Tabla 53 – Servicios de mantenimiento Cable	99
Tabla 54 – Supuestos requerimientos servicio de aseo	100
Tabla 55 – Costo de servicios de aseo año inicial.....	100
Tabla 56 – Cantidades de componentes del sistema de recaudo.....	101
Tabla 57 – Personal administración y mantenimiento Cable (EPN).....	103
Tabla 58 – Factor corrección personal	104
Tabla 59 – Personal administración y mantenimiento Cable (Propuesto).....	105
Tabla 60 – Personal Técnico y de Mantenimiento del cable.....	105
Tabla 61 – Salarios para el mantenimiento del cable	107
Tabla 62 – Aproximación a la inversión requerida por la etapa 1 de la Línea Roldós – La Ofelia.....	108
Tabla 63 – Tasas de seguros subsistema Cable	109
Tabla 64 – Costo anual de seguros subsistema Cable.....	109
Tabla 65 – Gastos de administración para el primer año de operación.	110
Tabla 66 – Supuestos para la financiación del operador del cable.....	111
Tabla 67 – Resumen de vida útil de componentes Quito Cable	111
Tabla 68 – Opex del concesionario en el año 1 de operación (USD miles).....	112
Tabla 69 – Elementos de la Tarifa Técnica del Cable en el año 1 (USD).	113
Tabla 70 – Limitaciones para vehículos nuevos con motor diésel	125
Tabla 71 – Distribución de la flota por edad	125
Tabla 72 – Rutas por tipo de servicio.	126
Tabla 73 – Valor de mercado y valor a remunerar por tipología	135
Tabla 74 – Rendimiento de combustible por tipología y norma sobre emisiones	136
Tabla 75 – Ajuste de remuneración por edad de la flota	136
Tabla 76 – Recorrido en km por tipología	137
Tabla 77 – Costo de combustible a remunerar por tipología.....	137
Tabla 78 – Labores de mantenimiento.....	138
Tabla 79 – Periodo de reparación de distintos componentes del vehículo	139

Tabla 80 – Cantidades de componentes del sistema de ayuda a la explotación	139
Tabla 81 – Cantidades de componentes del sistema de recaudo	141
Tabla 82 – Cantidades de componentes del sistema de información al usuario	142
Tabla 83 – Porcentaje de afiliación.....	143
Tabla 84 – Salario y cantidad de conductores y ayudantes por vehículo	145
Tabla 85 – Salario y cantidad de conductores y ayudantes por vehículo	145
Tabla 86 – Cantidad y salario de personal (no conductores o ayudantes)	146
Tabla 87 – Valor de seguros y otras obligaciones	147
Tabla 88 – Tasas de proyección seguros	147
Tabla 89 – Tasas de impuestos	148
Tabla 90 – Valores mensuales de servicios públicos y otras despensas	149
Tabla 91 – Cálculo de costo por pasajero por tipología	150
Tabla 92 – Cálculo de costo por pasajero por tipología	152
Tabla 93 – Sensibilidad nivel de rentabilidad del operador (USD).....	153
Tabla 94 – Distribución de la flota por corredor y tipología Escenario 1	156
Tabla 95 – Distribución de la flota por corredor y tipología Escenario 2	157
Tabla 96 – Distribución de la flota por corredor y tipología Escenario 3	157
Tabla 97 – Distribución de la flota por corredor y tipología Escenario 4	158
Tabla 98 – Valor de adquisición de vehículo por tipología y modelo	159
Tabla 99 – Parámetros para remuneración de la flota.....	160
Tabla 100 – Remuneración de la flota: escenario base 2017.....	161
Tabla 101 – Rendimiento fuente de energía por tipología	161
Tabla 102 – Costo mensual y anual por tipología y edad de vehículo	162
Tabla 103 – Labores de mantenimiento.....	162
Tabla 104 – Gastos promedio según tipología USD	163
Tabla 105 – Cantidades de componentes del sistema de ayuda a la explotación	166
Tabla 106 – Cantidades de componentes del sistema de recaudo	169
Tabla 107 – Cantidades de componentes del sistema de información al usuario.....	170
Tabla 108 – Salario y cantidad de conductores por tipología	171
Tabla 109 – Cantidad y salario de personal EPMT PQ (sin conductores).....	172

Tabla 110 – Cantidad y salario personal operador privado (sin conductores)	180
Tabla 111 – Programa de seguros EPMTP	183
Tabla 112 – Tasas de impuestos	183
Tabla 113 – Valores mensuales de servicios públicos y otros gastos fijos.....	184
Tabla 114 – Valores mensuales de servicios públicos y otros gastos fijos.....	185
Tabla 115 – Supuestos de cálculo servicio de alimentación Metrobús-Q	186
Tabla 116 – Tarifa Técnica alimentación por corredor sin SITP-Q en USD.....	186
Tabla 117 – Tarifa Técnica alimentación por corredor con SITP-Q en USD	187
Tabla 118 – Tarifa técnica servicio troncal por corredor sin SITP-Q	188
Tabla 119 – Tarifa técnica servicio troncal por corredor con SITP-Q.....	189
Tabla 120 – Tarifa técnica Metrobús-Q sin SITP-Q.....	189
Tabla 121 – Tarifa técnica Metrobús-Q con SITP-Q	190
Tabla 122 – Tarifa técnica servicio troncal por corredor escenario 2	191
Tabla 123 – Tarifa técnica servicio troncal por corredor escenario 3	192
Tabla 124 – Tarifa técnica Metrobús-Q escenario 2	192
Tabla 125 – Tarifa técnica Metrobús-Q escenario 3	193
Tabla 126 – Vagones del Metro de Washington	195
Tabla 127 – Vagones del metro de Massachussets.....	195
Tabla 128 – Precios y Proveedores para Chasis de autobuses.....	199
Tabla 129 – Precios y Proveedores para Carrocería de autobuses	199
Tabla 130 – Precios de vehículos.....	200
Tabla 131 – Precios y Proveedores para Diésel.....	200
Tabla 132 – Precios y Proveedores para llantas.....	201
Tabla 133 – Precios y Proveedores de reencaches (USD)	201
Tabla 134 – Repuestos con rendimientos y precios (Precios en USD)	202
Tabla 135 – Proveedores de precios de repuestos	203
Tabla 136 – Precios y proveedores de planes de comunicación.....	205

Lista de figuras

Figura 1 – Trazado línea 1 Metro de Quito.....	27
Figura 2 – Estructura de costos Metro de Quito	31
Figura 3 – Pantógrafo (Metro).....	33
Figura 4– Estimación de trenes requeridos.....	35
Figura 5– Adquisición de flota adicional.....	36
Figura 6 – Comparación costos por vagón-km	42
Figura 7 – Benchmarking costo de repuestos del material rodante (USD/km)	43
Figura 8 – Grados de automatización del sistema ATC	50
Figura 9 – Intervalos de separación entre trenes.....	58
Figura 10 – Kilómetros anuales recorridos por la flota de trenes.....	58
Figura 11 – Costo anual de energía de tracción (Cifras en USD millones)	59
Figura 12 – Estructura Orgánica EPMMQ.....	67
Figura 13 – Participación de costos operacionales Metro	76
Figura 14 – Capacidad de diversos sistemas de transporte – Frec. 3 min., 4 personas/m2	79
Figura 15 – Líneas Pisulí – La Ofelia y Jaime Roldós – La Ofelia (DCSA)	80
Figura 16 – Línea Jaime Roldós – Pisulí – La Ofelia	82
Figura 17 – Áreas servidas por el proyecto	83
Figura 18 – Cabinas de 10 pasajeros en el sistema “Mi Teleférico” La Paz, Bolivia	86
Figura 19 – Construcción de pilonas para el MIO Cable (Cali-Colombia).....	88
Figura 20 – Viajes en transporte público por periodo horario.....	89
Figura 21 – Rutas alimentadoras Quito Cable	94
Figura 22 – Canasta de Costos Cable Año 1	113
Figura 23 – Control de la operación compañía Transplaneta.	120
Figura 24 – Taller de mantenimiento compañía Guadalajara.....	121
Figura 25 – Distribución de empresas según la su flota en operación.....	123
Figura 26 – Porcentaje de vehículos según su vinculación a compañías	123
Figura 27 – Distribución de la flota por marca	125
Figura 28 – Horario de operación por ruta urbana	126

Figura 29 – Horario de operación por ruta interparroquial	127
Figura 30 – Horario de operación por ruta intraparroquial	127
Figura 31 – Km por vuelta rutas urbanas	128
Figura 32 – Km por vuelta rutas interparroquiales	128
Figura 33 – Km por vuelta rutas intraparroquiales	129
Figura 34 – Promedio de vueltas por vehículo en ruta urbana.....	129
Figura 35 – Promedio de vueltas por vehículo en ruta interparroquial.....	130
Figura 36 – Promedio de vueltas por vehículo en ruta intraparroquial.....	130
Figura 37 – Kilometraje promedio diario por bus urbano.....	131
Figura 38 – Kilometraje promedio diario por bus interparroquial.....	131
Figura 39 – Kilometraje promedio diario por bus intraparroquial.....	132
Figura 40 – Demanda promedio por bus urbano	132
Figura 41 – Flujo de remuneración de un bus tipo	135
Figura 42 – Gasto de mantenimiento para bus Padrón	138
Figura 43 – Distribución de costos por tipología.....	150
Figura 44 – Distribución de costos por tipología.....	152
Figura 45 – Distribución de la flota por tipología Escenario 1.....	156
Figura 46 – Distribución de la flota por tipología Escenario 2.....	157
Figura 47 – Distribución de la flota por tipología Escenario 3.....	158
Figura 48 – Distribución de la flota por tipología Escenario 4.....	158
Figura 49 – Gasto según tipología por año USD	163
Figura 50 – Costos anuales para Minibús	164
Figura 51 – Costos anuales para bus Tipo	164
Figura 52 – Costos anuales para Articulado	165
Figura 53 – Costos anuales para Biarticulado	165

Introducción

En el marco del Convenio de Cooperación Técnica no reembolsable suscrito entre la Corporación Andina de Fomento y el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, se definió contratar la “Consultoría para la estructuración del modelo tarifario del sistema metropolitano de transporte público de pasajeros de Quito”. Esta Consultoría fue contratada por la Secretaria de Movilidad de Quito, como representante la Municipalidad, para cumplir los siguientes objetivos:

- Disponer de la estructura de los costos operacionales y la determinación de la tarifa técnica referencial para cada modalidad y grupo de servicios integrados del SMTTPQ en cada una de las etapas de su integración.
- Determinar la estrategia y procedimientos para la aplicación de un modelo de estructuración de tarifa técnica referencial, de conformidad con las consideraciones de orden social (tarifas reducidas) y económico (compensaciones) para cada nivel de servicio e integración establecido; para lo cual deberá analizarse y presentarse al menos tres alternativas de estructuración tarifaria.

Para el desarrollo de esta consultoría se definieron un primer entregable con el plan de trabajo y tres informes técnicos de acuerdo a lo establecido en la cláusula 4.2 del contrato SM-004 de 2016, así:

- El primer producto (segundo entregable) corresponde a la estructuración de costos operacionales, financieros y de inversión asociados a la operación de los cuatro subsistemas de Transporte Público del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ)
- El segundo producto incluye dos volúmenes: el primero es un análisis de alternativas de esquemas tarifarios. El segundo es la estructura del modelo para calcular la tarifa técnica de los subsistemas de transporte público.
- El tercer producto corresponde a los resultados de las simulaciones de escenarios de tarifa técnica referencial y tarifa de usuario, de acuerdo a los parámetros de entrada definidos junto con la Secretaria de Movilidad y la Corporación Andina de Fomento (CAF).
- Finalmente, los resultados de la Consultoría se consolidarán en una presentación y un resumen ejecutivo. Adicionalmente, en la etapa de cierre se impartirá una capacitación al personal que defina la Secretaria de Movilidad.

Este informe corresponde al primer producto (segundo entregable), donde se presenta la estructura de costos de los siguientes subsistemas: i) los cinco corredores del subsistema de BRT, Metrobús-Q; ii) el subsistema de transporte convencional que incluye los servicios de transporte urbano, intraparroquial e interparroquial; iii) el subsistema de transporte masivo de pasajeros Metro de Quito; y iv) el subsistema de transporte público de pasajeros Quito-Cable.

En cada uno de los subsistemas de transporte público se presenta una descripción de sus componentes, una estimación de costos unitarios y un conjunto de indicadores que permiten definir los costos de operación para diferentes unidades de producción (kilómetros, vehículos, pasajeros). Adicionalmente, en la estructura de costos se incluye la contribución del Sistema Inteligente de Transporte (SITP-Q), el cual integra el Sistema Integrado de Recaudo, el Sistema de Ayuda a la Explotación y el Sistema de Información al Usuario.

1 Marco regulatorio del sistema metropolitano de transporte público de pasajeros de Quito.

El Sistema Metropolitano de Transporte Público de Pasajeros de Quito (SMTPPQ) es una iniciativa de la Secretaría de Movilidad de Quito que ha venido expandiéndose a lo largo de los años para mejorar el transporte público en la ciudad. El sistema comprende tres subsistemas principales: el Metro de Quito, el Metrobús-Q (BRT) y el subsistema convencional (buses tradicionales). De acuerdo a la Ordenanza Metropolitana 60, el 7 de mayo de 2015 se realizó la incorporación del cuarto subsistema de transporte Quito Cables [1], que pretende integrarse con los demás subsistemas para transportar a los pasajeros desde y hacia los lugares de difícil acceso de la ciudad.

Dado que desde el 2003 no se ha realizado una reestructuración tarifaria para el sistema y para mejorar la calidad del servicio, la Secretaría de Movilidad de Quito ha acordado un proyecto con GSD+ para estructurar un modelo tarifario para el SMTPPQ, que permita estimar la inversión, los costos operacionales y la utilidad que debe cubrirse a los operadores de transporte público. Dentro del alcance del estudio también se incluye definir escenarios de tarifa de usuario y de subsidios que debería aportar la Municipalidad para la operación de los cuatro subsistemas de transporte del DMQ.

Con el fin de plantear un modelo tarifario que se ajuste a las necesidades actuales del SMTPPQ, es conveniente estar al tanto de los distintos programas, subsidios y beneficios que el estado ha dispuesto para el sector de transporte público. Puesto que la ejecución de estas iniciativas podría impactar los costos operacionales de los subsistemas de transporte, es necesario tenerlas en cuenta en el análisis realizado para determinar las tarifas técnicas y de usuario apropiadamente. De igual forma, es interesante conocer las exigencias regulatorias que el Gobierno Nacional ha establecido para los subsistemas que lo componen, al igual que para las operadoras de dichos subsistemas.

Por consiguiente, el objetivo de este reporte es presentar un contexto sobre la regulación del transporte público en Quito, los mecanismos legales vigentes que se han establecido para regularlo y su evolución, y los artículos relevantes de estos documentos para realizar la estructuración del modelo tarifario del SMTPPQ. En la sección 1.1 se expone un contexto general sobre la regulación del transporte público en Quito, los subsidios y otros beneficios que el Estado ha dispuesto para las operadoras de este sector. La sección 1.2 se enfoca en la regulación sobre las operadoras de transporte, los requisitos que les son exigidos para operar y el procedimiento para la asignación de rutas a nivel nacional. En la sección 1.3 se presenta el Plan de Renovación Vehicular RENOVA destinado a la renovación del parque automotor de los sectores público y comercial, sus condiciones y las reformas que se han efectuado durante su ejecución. Finalmente, la sección 1.4 expone las disposiciones vigentes en materia de impuestos y seguros para la prestación de transporte público.

1.1 Regulación del transporte público en Quito

Al revisar la regulación que rige a la ciudad de Quito en materia de transporte el documento principal a considerar es la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (LOTTTSV) del Ecuador, que dicta las pautas legales para la organización y control del transporte terrestre de vehículos públicos, comerciales y particulares, la circulación de dichos vehículos en las vías nacionales y la seguridad en estos espacios.

Una de las principales exigencias de esta ley es la homologación de los medios de transporte que circulan por el territorio nacional, descrita en el Artículo 86 de este documento. Allí se menciona que los vehículos utilizados en cualquier servicio deben contar con el certificado de homologación otorgado por la Agencia Nacional de Regulación y Control del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, que es requisito para su ingreso al país y para su posterior comercialización [2].

En la siguiente sección se describirán con mayor detalle las exigencias regulatorias de esta ley que aplican para las operadoras de transporte público.

Otro aspecto que se debe considerar a la hora de analizar los costos operacionales de los subsistemas de transporte público de Quito son los beneficios que el Estado ha dispuesto para las operadoras de este sector, dentro de los cuales se encuentra la exención del Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular. Según la reforma tributaria a la Ley de Fomento Ambiental y Optimización de los Ingresos del Estado, efectuada en diciembre de 2011, los vehículos destinados al transporte público de pasajeros que cuentan con un permiso de operación vigente estarán exentos de dicho impuesto, de acuerdo a la LOTTTSV [3].

Dentro de esta reforma tributaria se han estipulado varios beneficios para los vehículos de tecnologías más limpias, como los vehículos híbridos y eléctricos. En cuanto al Impuesto a los Consumos Especiales, los vehículos híbridos y eléctricos deben cancelar un porcentaje reducido de dicha medida de acuerdo a su precio de venta al público, tal como se muestra en la Tabla 1 [3]. Por otro lado, dicho documento también exime a los vehículos eléctricos del Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular [3].

Tabla 1 – Tarifa del Impuesto a los Consumos Especiales a pagar para vehículos híbridos y eléctricos

Precio de Venta Vehículo	Tarifa a pagar
< USD \$35.000	0%
USD \$35.000 – USD \$40.000	8%
USD \$40.000 – USD \$50.000	14%
USD \$50.000 – USD \$60.000	20%
USD \$60.000 – USD \$70.000	26%
> USD \$70.000	32%

Fuente: Cámara de comercio de Quito [4]

Otro impuesto del que están exentos los vehículos de servicio público es el Impuesto a los Vehículos por la propiedad de los mismos. De acuerdo a la Ley de Reforma Tributaria expedida el 14 de mayo de 2001, aquellos vehículos de servicio público de choferes profesionales a razón de un vehículo por titular no pagarán este impuesto [5].

De igual forma, las operadoras del sector de transporte público gozan de la exención del Arancel Nacional de Importaciones en algunos repuestos para vehículos de transporte de pasajeros y de carga. De acuerdo a la Resolución 541 del 28 de enero de 2010, el Consejo de Comercio Exterior e Inversiones (COMEXI) difirió a 0% dicho arancel para la importación de las llantas utilizadas en buses y camiones radiales [4]

Además de los beneficios mencionados anteriormente, un aspecto que puede tener un impacto sobre los costos operacionales del SMTTPQ y que se deben tener en cuenta para desarrollar el esquema tarifario del sistema son los subsidios que otorga el Gobierno Nacional. Uno de los que influye directamente en el sector de transporte público es el subsidio al diésel, que según el anexo N° 2 del Presupuesto General del Estado para el 2016 es de \$779,23 para el año en curso [6].

1.2 Regulación de las operadoras de transporte público en Quito

Por otro lado, existen especificaciones en la regulación propuestas concretamente para las operadoras de transporte público. La Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (LOTTTSV) cuenta con consideraciones para estas entidades respecto a los requisitos que deben cumplir para operar en el territorio nacional, y a la forma en que deben prestar su servicio de acuerdo al tipo de operación que les fue asignado. Entre ellas se encuentra el Artículo 77 de esta ley, que dice que las operadoras deben contar con un título habilitante para poder prestar un tipo de servicio de transporte determinado [2].

De igual manera, esta ley regula el tipo de vehículos que una operadora puede utilizar, pues según el Artículo 78 de la LOTTTSV las operadoras de transporte público sólo podrán prestar un servicio con las clases de automotores dispuestos en el Reglamento a dicha ley [2].

En materia de requisitos para los empleados de las operadoras, la LOTTTSV establece que los choferes profesionales contratados por estas entidades deben estar afiliados al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), regulación establecida en la Disposición General Octava de esta ley [2].

De modo similar, el Artículo 76 del Reglamento a la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Social describe una serie de elementos con los que debe contar el contrato de operación firmado por las operadoras. Dentro de los apartados a destacar de este artículo están que el documento en cuestión debe contener una descripción detallada del servicio a prestar, con su cobertura, rutas y frecuencias aprobadas; y que se deben establecer los niveles de calidad de servicio y los controles de seguridad de la flota y sus choferes [7].

Por otra parte, la asignación de rutas a las operadoras de transporte público está regulada por este mismo reglamento. Según lo descrito en el Artículo 112, la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) será la encargada de establecer el Plan Nacional de Rutas y Frecuencias, teniendo en cuenta los estudios técnicos realizados por las Unidades Administrativas y por los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) [7].

En cuanto a los vehículos que prestan el servicio de transporte público, el Concejo Metropolitano de Quito ha determinado por medio de la Ordenanza Metropolitana N° 92 del 23 de diciembre de 2015 que la vida útil de estos automotores regirá de acuerdo a la información que se presenta en la Tabla 2 [8].

Tabla 2 – Vida útil de los vehículos de transporte público

Modalidad de Transporte	Clase de Vehículo	Vida Útil Total
Taxis convencionales	Automóvil	15 años
Taxis ejecutivos	Automóvil	10 años
Carga liviana	Camioneta	15 años
Escolar e institucional	Autobús (Bus, minibús o microbús)	20 años
	Furgoneta	15 años
Intracantonal, urbano y rural	Autobús (bus o minibús)	20 años
	Articulado – biarticulado	25 años

Fuente: Concejo Metropolitano de Quito [8]

1.3 Plan RENOVA

El plan renova es un instrumento gubernamental empleado con el fin de mejorar la calidad en la prestación de servicio de transporte público y comercial, con la salida de vehículos con poca vida útil restante a cambio de una contraprestación económica, que en el caso de transporte urbano varía desde los USD 6.117 hasta los USD 17.755 [9].

Puntualmente, consiste en renovar el parque automotor del sector público, mediante el reemplazo de los vehículos que han cumplido su vida útil por unidades nuevas que garanticen las condiciones de seguridad, confort, buen servicio y mejoras al medio ambiente [9].

- CHATARRIZAR las unidades que han cumplido su vida útil
- RENOVAR con el ingreso de unidades nuevas
- MEJORAR el servicio de transporte público y comercial

1.4 Impuestos y Seguros para vehículos

Para la operación del subsistema de transporte convencional y BRT¹ debe considerarse como mínimo la inclusión de los seguros e impuestos que la regulación vigente establece para la prestación del servicio de transporte de pasajeros.

A continuación, se enuncian estos requisitos:

1.4.1 Matrícula vehicular

Es el documento que habilita el vehículo para la circulación por las vías del país. Registra el título de propiedad, y en ella constan el nombre del propietario, las especificaciones y las características del vehículo, y el servicio para el que se encuentra autorizado [10].

Será emitida por la Agencia Nacional de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, luego del pago de las tasas e impuestos correspondientes y el cumplimiento de los requisitos presentes en el Reglamento a Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial [10].

Tiene una duración de cinco años, aunque cada año se deberán cancelar los derechos y valores de tránsito asociados. Los derechos incluyen el Impuesto a la propiedad de Vehículos Motorizados de Transporte Terrestre, el Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular, la Tasa por matriculación, y el Impuesto al Rodaje [11]. Los valores de tránsito incluyen las multas generadas al vehículo. Se incluyen como requisitos para la renovación de la matrícula vehicular, el pago de la tasa del Sistema Público para Pago de Accidentes de Tránsito, y la aprobación de la Revisión Técnica Vehicular, que para el caso de servicio público se debe realizar dos veces al año [10].

1.4.2 Impuesto a la propiedad de los vehículos motorizados

Es un impuesto anual del que son objeto de cobro vehículos motorizados de transporte terrestre de personas o carga, de uso particular o servicio público, administrado a través del Servicio de Rentas Internas [12].

La base sobre la que se calcula el monto del impuesto es el avalúo de los vehículos que se encuentren en la base de datos elaborada por el Servicio de Rentas Internas. El avalúo se realiza tomando como base la información entregada el año anterior, por los fabricantes e importadores de vehículos, acerca de precios de venta al público incluyendo impuestos. Para el caso de vehículos de años anteriores, se incluirá una depreciación anual del 20 %, sobre el valor correspondiente al último modelo en venta; el avalúo no podrá ser inferior al 10 % del precio base para la depreciación. En el caso de que se haya discontinuado la producción o ingreso de algún tipo de vehículo, se establecerá como base para las depreciaciones el precio de venta al público del último año de fabricación o ingreso. Para el caso de vehículos que no se comercialicen continuamente en el país, y que no se encuentren en la base de datos del Servicio de

¹ En el caso en el que lo prestan los privados, para la operación que realiza directamente de EPMTTP los seguros e impuestos se rigen de forma diferente.

Rentas Internas, se tomará en cuenta la información de los documentos de importación acerca del valor CIF (costo, seguro y flete), incluyendo impuestos, tasa y recargos aduaneros [12].

Teniendo presente la base imponible del impuesto, la tarifa a pagar se determina de acuerdo con la información de la siguiente tabla.

Tabla 3 – Información de la tarifa del Impuesto a la propiedad de vehículos motorizados

BASE IMPONIBLE		TARIFA	
Desde (\$)	Hasta (\$)	Sobre la Fracción Básica (\$)	Sobre la Fracción Excedente (%)
0	4,000	0	0.5
4,001	8,000	20	1.0
8,001	12,000	60	2.0
12,001	16,000	140	3.0
16,001	20,000	260	4.0
20,001	24,000	420	5.0
24,001	En adelante	620	6.0

Fuente: Congreso Nacional [12]

En la tabla anterior, para el cálculo de la tarifa se presentan dos valores. El primero se aplica sobre la fracción básica, es decir, sobre el límite inferior del rango en el que se encuentre la base imponible. El segundo se aplica sobre la fracción excedente, es decir, sobre la diferencia entre la base imponible y el límite inferior del rango en el que está se encuentra.

Así, el cálculo de la tarifa del impuesto se realizaría como sigue, teniendo en cuenta que la tarifa sobre la fracción excedente se expresa como un porcentaje.

$$Tarifa_{impuesto} = Tarifa_{básica} + (Avalúo - Límite inferior_{base imponible}) \cdot Tarifa_{excedente}$$

Sobre este impuesto se pueden realizar exenciones o reducciones, dependiendo de la naturaleza del vehículo. Tal es el caso de vehículos de servicio público de propiedad de choferes profesionales, que se encuentran exentos del pago de este impuesto, a razón de un vehículo por titular; entiéndase por chofer profesional aquella persona que se haya inscrito a alguna Escuela de Conducción de Choferes Profesionales, y haya asistido permanentemente a esta hasta concluir y aprobar el curso. Para el caso de los vehículos de servicio público, de transporte de personas o carga, que no se encuentren contemplados en la categoría anterior, se establece una reducción del 80 % del impuesto [12].

1.4.3 Impuesto ambiental a la contaminación vehicular

Es un impuesto que se aplica sobre la contaminación ambiental producida por el uso de vehículos motorizados de transporte terrestre, administrado a través del Servicio de Rentas Internas [13].

La base sobre la que se calcula el monto de este impuesto corresponde al cilindraje del motor del vehículo, en centímetros cúbicos [13]. Se aplica una tarifa proporcional al cilindraje, que se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 4 – Información de la tarifa sobre la base imponible del Impuesto ambiental a la contaminación vehicular

Tramo cilindraje - Automóviles y motocicletas	\$/cc.
Menor a 1.500 cc.	0.00
1.501 - 2.000 cc.	0.08
2.001 - 2.500 cc.	0.09
2.501 - 3.000 cc.	0.11
3.001 - 3.500 cc.	0.12
3.501 - 4.000 cc.	0.24
Más de 4.000 cc.	0.35

Fuente: Congreso Nacional [13]

También se aplica un porcentaje como factor de ajuste relacionado con el nivel potencial de contaminación provocado por los vehículos, que se estima teniendo en cuenta la antigüedad o la tecnología del motor [13]. Los valores de este factor se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 5 – Información del porcentaje del factor de ajuste para el Impuesto ambiental a la contaminación vehicular

Tramo de Antigüedad (años) - Automóviles	Factor
menor a 5 años	0%
de 5 a 10 años	5%
de 11 a 15 años	10%
de 16 a 20 años	15%
mayor a 20 años	20%
Híbridos	-20%

Fuente: Congreso Nacional [13]

Teniendo en cuenta la información anterior, el cálculo de la tarifa del impuesto se realizaría como sigue, teniendo en cuenta que el factor de ajuste se expresa como porcentaje.

$$Tarifa_{impuesto} = [(Cilindraje - 1500) \cdot Tarifa_{cilindraje}] \cdot (1 + Factor\ de\ Ajuste)$$

Sobre este impuesto se pueden realizar exenciones, dependiendo de la naturaleza del vehículo. Tal es el caso de vehículos destinados al transporte público de pasajeros, que cuenten con el permiso para su operación, como lo determina la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial. El contrato de operación es el título habilitante que se entrega a una persona jurídica para obtener la facultad para la prestación de servicios de transporte público de personas o bienes, usar rutas, frecuencias y vías públicas [13].

1.4.4 Impuesto al rodaje

Es un impuesto anual que se aplica para todo vehículo de transporte terrestre, y es administrado a través del Servicio de Rentas Internas.

La base imponible del impuesto es el avalúo de los vehículos que se encuentren registrados en la base de datos del Servicio de Rentas Internas, en la jefatura provincial de tránsito correspondiente y en la Comisión de Tránsito del Guayas. La forma de cálculo del avalúo es igual a la mencionada en la sección del Impuesto a la propiedad de los vehículos motorizados [14].

Teniendo presente la base imponible del impuesto, la tarifa a pagar se determina de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 6 – Información de la tarifa del Impuesto al rodaje

BASE IMPONIBLE		Tarifa (\$)
Desde (\$)	Hasta (\$)	
0	1000	0
1001	4000	5
4001	8000	10
8001	12000	15
12001	16000	20
16001	20000	25
20001	30000	30
30001	40000	50
40001	En adelante	70

Fuente: Presidencia de la república de Ecuador [14]

1.4.5 Sistema Público para Pago de Accidentes de Tránsito - SPPAT

El Sistema Público para Pago de Accidentes de Tránsito se crea con el fin de garantizar la protección de las personas que se transportan por la red vial de Ecuador. Las entidades encargadas de garantizar el cumplimiento de las obligaciones derivadas de este Sistema y la prestación de servicios de salud para las víctimas de accidentes de tránsito, son el Estado, el Ministerio del sector de Finanzas, el Ministerio del sector de Transporte, el Ministerio del sector de la Salud y la Agencia Nacional de Regulación y Control del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial [15].

Todos los vehículos motorizados, sin restricción, deberán cancelar junto con la matrícula vehicular cada año, la tasa por el servicio que se preste a través del Sistema Público para Pago de Accidentes de Tránsito [15].

2 Metro

Para definir la estructura de costos del subsistema Metro de Quito se utilizaron como referencias el Estudio de Factibilidad preparado por la Empresa Metro de Madrid en 2012, el Análisis de Viabilidad Financiera para la Operación y Mantenimiento de la primera línea del Metro de Quito elaborado por la *Régie Autonome des Transports Parisiens* (RATP) en 2015 y el estudio de demanda elaborado por Taryet. Adicionalmente, se complementó el estudio con los estudios de factibilidad y los resultados de la operación de otros proyectos de Metro a nivel Mundial.

2.1 Características Operacionales

2.1.1 Descripción de la línea

La línea 1 del Metro de Quito corresponde a un eje longitudinal que se extiende desde la parroquia de Quitumbe en el sur de la ciudad hasta la parroquia de La Concepción en la zona norte de la Ciudad. La longitud de la línea es de 22 km desde la estación de Quitumbe, donde se encuentra la principal terminal interprovincial de la ciudad, hasta la estación de El Labrador en la cabecera sur del parque Bicentenario.

El metro será una red de transporte público subterránea con 15 estaciones más 5 zonas de reserva donde podrán construirse nuevas estaciones.

Figura 1 – Trazado línea 1 Metro de Quito



Fuente: Elaboración propia con base en croquis Wikipedia

2.1.2 Servicios y horarios de operación

El horario de operación del sistema aún no está definido, por lo que para el análisis de estructura de costos se utilizará el horario propuesto por la EPMMQ de forma tentativa.

El horario de funcionamiento del sistema estimado será de 6 am a 10 pm, que equivale a un total de 16 horas diarias de operación de lunes a domingo. Las actividades de apertura de estaciones, inicio de movilización de trenes y verificación de los requerimientos mínimos para atender el servicio iniciarían una hora antes sobre las

5am. De otra parte, las actividades de cierre tomarán una hora adicional posterior a la finalización del servicio, extendiéndose hasta las 11 pm.

El sistema contará con un periodo punta de demanda en la mañana de 6 am a 8 am y un periodo punta en la tarde de 4pm a 7pm, este supuesto se hace con base en el comportamiento horario de la demanda según la Encuesta Domiciliaria de Movilidad de 2011 [16].

2.1.3 Demanda de pasajeros

Inicialmente, la información de demanda se tomó del informe E2.5 Resultados finales de la modelación y estimación de la demanda actual y futura preparado por Metro de Madrid. El estudio de factibilidad contemplaba una proyección de demanda para tres fases de implementación. La Fase 1A que corresponde a los dos primeros años de operación donde línea 1 va desde la estación Quitumbe hasta Jipijapa, y con el corredor Central Norte funcionando hasta la estación de Seminario. La Fase 1B corresponde a los años 3 y 4 de operación de la línea 1 con el trazado definido en la Fase 1A, y con el Corredor Central Norte operando hasta Jipijapa. Finalmente, una Fase 2 que iniciaría operación en el año 5 y donde la línea 1 del Metro se extiende desde la estación Quitumbe hasta la Ofelia. En este último escenario el Corredor Central Norte no estaría funcionando.

Como se expuso en la sección 2.1.1, el Metro a construir comprenderá 22km desde la estación Quitumbe hasta el Labrador. Por tanto, la demanda a utilizar corresponde a la estimada para la Fase 1A y 1B. Las cifras presentadas en la Fase 2 no son aplicables, puesto que el tramo del Labrador a la Ofelia queda por fuera del alcance del proyecto.

La demanda se proyecta para escenarios bajo, medio y alto se resume a continuación:

Tabla 7 – Escenarios de demanda

Criterio/Escenario	Bajo	Medio	Alto
Tasa crecimiento población	Retraso de 5 años en el crecimiento respecto al escenario medio	1.5%-2.0%	Adelanto de 5 años en el crecimiento respecto al escenario medio
Tasa inducción	-	5%	10%
Valor del tiempo (USD/h)	1.0	1.9	3.0
Captación de vehículos privados	Mejora en 8% u 8 min el tiempo de viaje	Mejora en 5% u 5 min el tiempo de viaje	Mejora en 2% u 2 min el tiempo de viaje

Fuente: Elaboración propia con base en el estudio de demanda Metro de Quito

Con base en lo anterior, se presentan la demanda promedio diaria del sistema y la demanda para el tramo de mayor carga. La demanda diaria promedio en día laborable de la línea 1 del Metro durante el año 1 al año 10 sería de:

Tabla 8 – Proyección de demanda diaria promedio Metro

Año	Escenario		
	Bajo	Medio	Alto
2016	279.526	356.252	440.612
2017	286.184	371.343	472.359
2018	317.964	408.243	518.598
2019	325.184	414.302	526.532
2020 ²	330.165	421.110	534.673
2021	335.223	428.030	542.940
2022	340.300	434.972	551.236
2023	345.400	441.935	559.561
2024	350.520	448.921	567.918
2025	355.662	455.929	576.305

Fuente: Estudio de demanda Metro de Quito

Dentro del análisis se revisó también el número de pasajeros por hora y sentido en el tramo más cargado. De acuerdo al estudio de demanda del sistema, el tramo más cargado se produce en sentido sur-norte en la hora punta de la mañana, y corresponde para la Fase 1A a la sección La Magdalena-San Francisco y para la Fase 1B a la sección El Ejido-Universidad.

Tabla 9 – Proyección de demanda para el tramo más cargado Metro

Año	Escenario		
	Bajo	Medio	Alto
2016	14.493	18.471	22.845
2017	14.528	18.851	23.979
2018	15.561	19.979	25.379
2019	15.991	20.373	25.892
2020	16.240	20.713	26.299
2021	16.493	21.058	26.712
2022	16.745	21.403	27.125
2023	16.998	21.749	27.539
2024	17.252	22.095	27.952
2025	17.505	22.440	28.365
2026	17.792	22.786	28.760
2027	18.078	23.131	29.155
2028	18.363	23.476	29.549
2029	18.650	23.822	29.944
2030	18.935	24.167	30.339

Fuente: Elaboración propia con ajustes al estudio de demanda Metro de Quito

Si bien el estudio de factibilidad contenía estimaciones de demanda, con posterioridad se contrató a Taryet un estudio para actualizar la proyección de demanda hasta 2045. EPMMQ remitió los dos escenarios construidos por Taryet, el primero incorpora un escenario de demanda con inducción y el segundo sin inducción. Las estimaciones de Taryet fueron utilizadas para hacer la estimación de tarifa técnica del subsistema Metro.

Tabla 10 – Proyección de demanda diaria promedio Metro (pas) -Metro de Madrid y Taryet³

Año	Demanda diaria con inducción	Demanda diaria sin inducción
2019	453.393	430.723
2020	469.212	445.752
2021	477.141	453.284
2022	485.070	460.816
2023	492.998	468.349
2024	500.927	475.881
2025	508.856	483.413
2026	517.441	491.569
2027	526.027	499.725
2028	534.612	507.881
2029	543.198	516.037
2030	551.783	524.193
2031	559.423	531.434
2032	567.062	538.674
2033	574.702	545.915
2034	582.341	553.155
2035	589.981	560.396
2036	598.111	568.136
2037	606.241	575.877
2038	614.370	583.617
2039	622.500	591.358
2040	630.630	599.098
2041	639.337	607.369
2042	648.043	615.640
2043	656.750	623.912
2044	665.456	632.183
2045	674.163	640.454

Fuente: Elaboración propia con base en estudio de demanda de Taryet

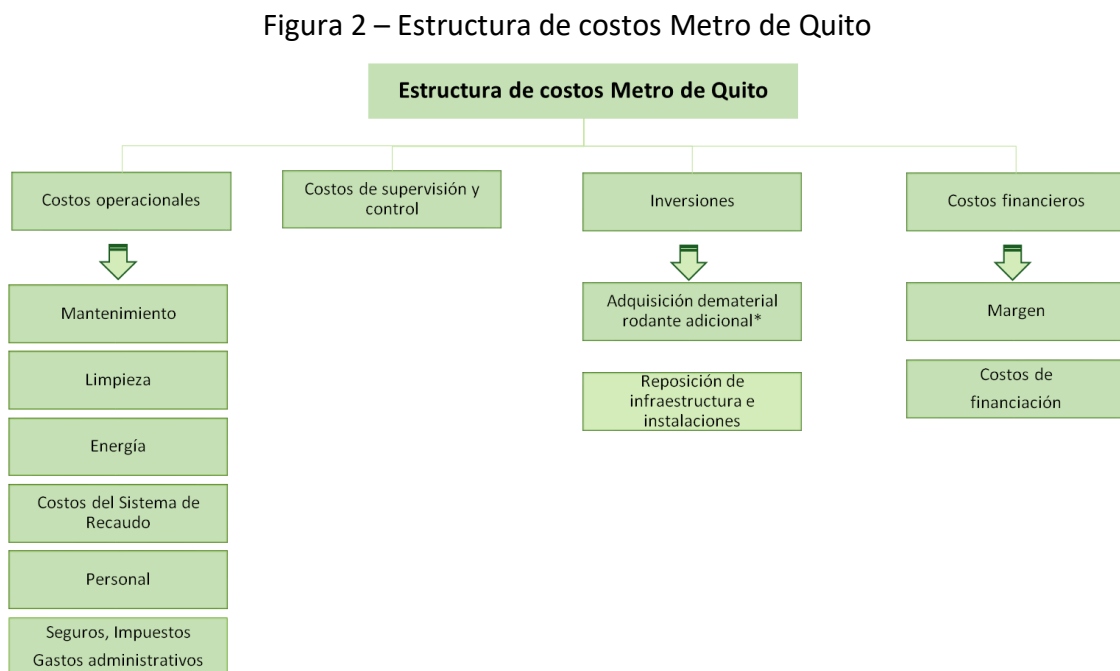
Estas estimaciones se incorporan para efectos de la evaluación de costos, pero podrán ser modificadas con base en el estudio de actualización de demanda que adelanta nuevamente Taryet.

³ Debido a que la información de Taryet recibida está en periodo de 5 años fue necesario hacer una interpolación lineal para calcular los valores de demanda anual.

2.2 Estructura de costos de operación y explotación

En esta sección se desarrollan cada uno de los componentes de costos operacionales, financieros y de inversión asociados a la operación del Metro de Quito. Para cada uno de los componentes se presenta una descripción de sus características, se cuantifica el número de unidades y se estima su costo unitario y total. La

Figura 2 muestra los componentes de costos que serán cubiertos dentro de la estructura de costos del sistema.



Fuente: Elaboración propia

Las cifras presentadas en el documento para los costos son para el primer año de operación y están expresadas en dólares de 2016.

2.2.1 Flota de trenes

2.2.1.1 Características del material rodante

El E3.2-Estudio de Viabilidad Técnica define una serie de elementos técnicos que deben considerarse para la adquisición del material rodante, y que atiende los siguientes principios generales [17].

- Aplicación de tecnologías modernas y avanzadas, pero suficientemente experimentadas.
- Los trenes han de tener una muy alta fiabilidad en el servicio comercial con viajeros.
- La disponibilidad de la flota, ha de regir el diseño desde el origen del nuevo material móvil.

- Concepción modular de los diversos equipos, para facilitar el mantenimiento y la construcción.
- Costes de mantenimiento razonables.
- Consumo energético reducido, y rendimientos de los sistemas elevados.

Adicionalmente, se establecen algunas características mínimas que se resumen en la Tabla 11.

Tabla 11 – Características Trenes sugeridas por el metro de Madrid

SISTEMA	SOLUCIÓN
Captación de energía	Superior. Catenaria
Tensión catenaria	1500 V.cc.
Ancho de vía	Internacional 1435 mm.
Morfología del tren	Continuo
Cabinas de conducción	2 en los extremos
Material de construcción	Aleación ligera. Aluminio
Equipo de tracción	Asíncrono
Sistema de protección automática	ATP
Generación de energía en BT	Convertidores estáticos
Sistema de comunicación	Telefonía y megafonía

Fuente: Estudio de Factibilidad Metro de Quito [17]

Dentro de este estudio, se propone que el Metro de Quito utilice trenes de 6 vagones en configuración MRS-MRS (donde las M, R y S corresponden a vagones motrices, remolques y semi-remolques respectivamente), es decir trenes de 6 vagones que circulan en composiciones dobles. La capacidad a nivel de diseño era 201 pasajeros para cada vagón motriz, y 218 pasajeros para cada vagón de remolque o semirremolque. Por tanto, la capacidad total del tren propuesta era de 1.274 pasajeros.

La ventaja de la configuración de trenes MRS-MRS radica en la posibilidad de uso de forma desacoplada (MRS) para atender líneas que no cuentan con andenes de dimensión suficiente para permitir la parada de más trenes, e inclusive para atender la programación de fin de semana sin afectar de forma drástica la frecuencia del servicio. Un ejemplo de trenes MRS-MRS se tiene en el tramo Herrera Oria – Puerta de Arganda de la línea 9 del metro de Madrid [18].

Si bien el sistema propuesto en el estudio de factibilidad apuntaba a trenes de 6 vagones con configuración MRS-MRS, la decisión final fue adquirir trenes de 6 vagones

indeformables en composición de 4 motrices y 2 remolques⁴. El tren seleccionado es un modelo híbrido de las series 8000 y 9000 fabricada por Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles. Cada una de las unidades tiene capacidad de hasta 1500 pasajeros.

La configuración de tren de 6 vagones indeformables genera menores costos en mantenimiento, en cuanto a que se requieren menos pantógrafos que en una configuración de trenes de seis vagones acoplados.

Figura 3 – Pantógrafo (Metro)



Fuente: Foto propia, talleres EPMTF.

2.2.1.2 Estimación de la flota requerida

La estimación de la flota requerida para la operación incluye los trenes destinados a la operación en la hora punta y los trenes de reserva para atender los periodos de mantenimiento y contingencias.

El cálculo de los trenes requeridos para la operación en hora punta depende del número de pasajeros que se desea atender por hora por sentido en la hora punta en el tramo más cargado; y la capacidad de cada uno de los trenes que sería de 1.500 pasajeros.

La empresa Metro de Quito remitió la información de las características operacionales que fueron utilizadas para determinar el tamaño de la flota requerida y que determinaron la cantidad de unidades compradas a Construcciones y Auxiliares de Ferrocarriles. El número de trenes disponibles para la operación se resumen en la siguiente tabla.

⁴ Información proporcionada por la EPMMQP en base al contrato de compra de los trenes con Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles vigente a Julio 2016.

Tabla 12 – Características operacionales asociadas a diferentes tamaños de flota

Año ⁵	TRENES	T. RECORRIDO	INTERVALO	CAP. TRANSP. (viaje/h)	
		(Minutos)	(Minutos)	6 viaje/m2	8 viaje/m2
2019	16	64,3	4	19.006	24.554
2020	17	64,3	3,8	20.194	26.089
-	18	64,3	3,6	21.381	27.623
2021	19	64,3	3,4	22.569	29.158
2022	20	64,3	3,2	23.757	30.693
-	21	64,3	3,1	24.945	32.227
-	22	68,3	3,1	24.601	31.783

Fuente: EPMMQ

Adicional a los trenes de operación se requiere una flota de reserva. Los trenes de reserva tienen como propósito cubrir la demanda de hora pico, cuando algunas unidades no están disponibles por eventos de mantenimiento de ciclo corto y largo, limitaciones en el stock de repuestos, incidentes esporádicos y actividades de mantenimiento no programados. La estimación de la flota de reserva se estima con base en un recorrido promedio de 180.000 km por tren y referencias de otros sistemas para la periodicidad de mantenimiento por tipo de ciclo, la probabilidad de incidencia y factores para ponderar el impacto por carencia de repuestos y contingencias. El valor equivalente aproximado de incorporar los anteriores factores equivale a cerca de un 10% de la flota en operación⁶.

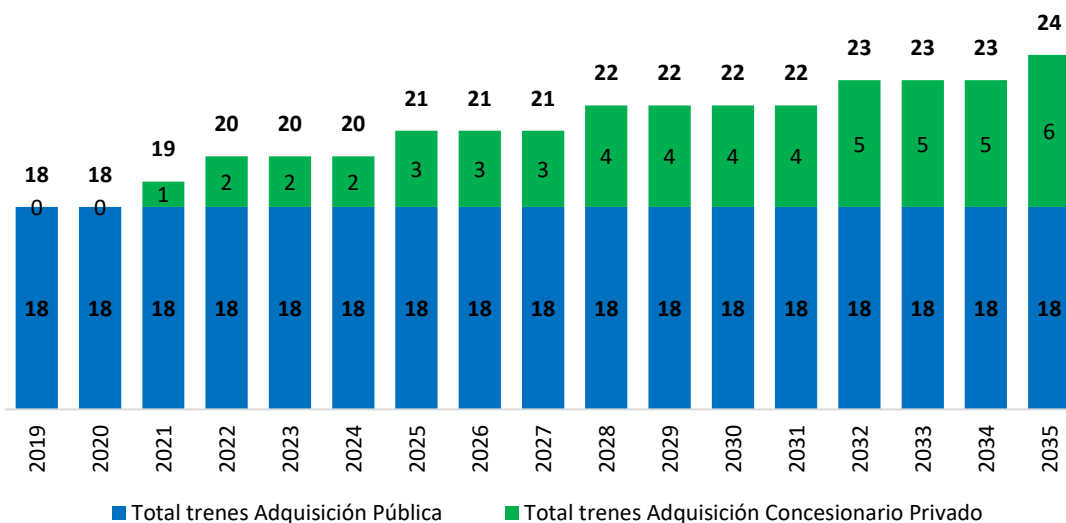
La capacidad ofrecida por los trenes que se compraron a Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles permite cubrir la demanda para el periodo 2019 a 2021. Sin embargo, debido a que la demanda del Metro estimada en 2012 deberá actualizarse con los cambios en las condiciones de movilidad, población y económicas de la ciudad; se recomienda validar el cálculo de la flota con los resultados de la demanda actualizada. El estudio de actualización de la demanda del sistema se encuentra en proceso de estructuración y contratación.

A continuación, se presenta el resultado de la flota de trenes que se incorporará al modelo y que incluye tanto la flota para la operación como la de reserva. Las cifras del número de trenes que conformarán la flota fueron remitidas por la EPMMQ.

⁵ Corresponde al año acordado de entrega por parte de Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles.

⁶ La metodología aplicada para calcular la flota de reserva proviene del artículo de Klein, Arthur "A method for calculating spare trains".

Figura 4– Estimación de trenes requeridos



Fuente: Elaboración propia con datos de EPMMQ

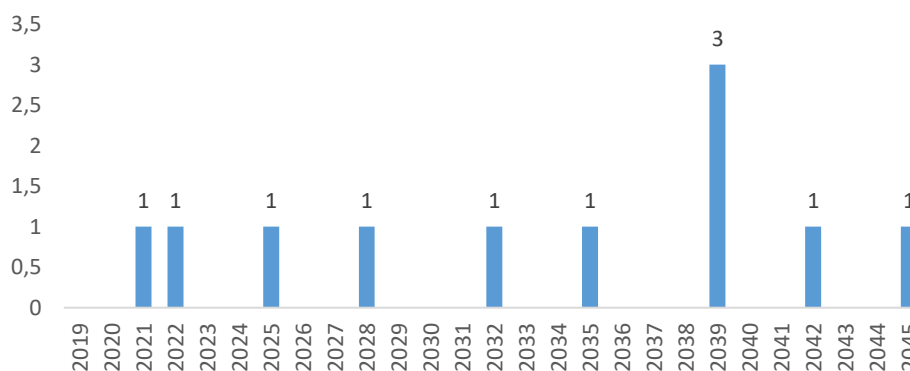
2.2.1.3 Adquisición del material rodante

De acuerdo a información proporcionada por la EPMMQ, los dieciocho trenes para iniciar la operación del sistema fueron adquiridos a un costo de USD1.7 millones por coche y USD10.2 millones por tren. Estos precios se encuentran alineados con referencias de mercado consultados para otros proyectos, donde el costo por vagón se encuentra en el rango de USD1.6 a USD2.5 millones por vagón.

La adquisición del material rodante inicial será realizada con recursos públicos. De acuerdo al estudio de factibilidad del Metro de Quito y validada con la EPMMQ, se espera que los recursos para la compra del material móvil para ampliar la capacidad a partir del año 2020 provengan de la tarifa.

El número de unidades adicionales a remunerar dentro del modelo corresponde a las cantidades acordadas en el contrato de compra con la empresa proveedora Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles y que serían 4 trenes nuevos en el periodo 2020 a 2022. La Figura 5 muestra la distribución temporal de las compras.

Figura 5– Adquisición de flota adicional



Fuente: Elaboración propia con datos de EPMMQ

2.2.2 Estaciones

Con el objetivo de realizar una estimación de los costos de operación y mantenimiento de las 15 estaciones del Metro de Quito, se realiza una revisión de las principales características de las estaciones que podrían tener un impacto en costos. Para ello se presenta a continuación un resumen de las variables relevantes como son el área de ocupación, el número de acceso, el número de equipos por acceso, entre otros.

2.2.2.1 Área de las estaciones

El estudio de viabilidad técnica del metro de Madrid [19] indica que la geometría de las estaciones deberá adaptarse a los condicionantes geométricos del lugar en que se ubiquen, y a factores como la disponibilidad real del suelo y su tipo de uso, el método constructivo a emplear, la profundidad de excavación de la estación, la geometría de las calles anexas y su nivel de tráfico, entre otros.

Pese a que existe incertidumbre sobre la geometría precisa, el estudio del metro de Madrid realiza una aproximación a los requerimientos de superficies de ocupación temporal durante la etapa de construcción y la definitiva, una vez finalicen las obras de construcción e inicie la operación. La Tabla 13 presenta un resumen del área de las estaciones.

Tabla 13 – Resumen de ocupaciones edificaciones estación

No.	Estación	Categoría de Suelo	Área Temporal (m2)	Área Estimada Definitiva (m2)
	Patio Quitumbe	Mixto	113.320	113.320
1	Quitumbe	Público	11.550	371
2	Morán Valverde	Público	11.550	371
3	Solanda	N/D	11.200	8.000
4	El Calzado	Público	11.200	371
5	El Recreo	N/D	15.050	371
6	La Magdalena	Privado	14.500	11.500
7	San Francisco	Público	7.700	850
8	La Alameda	Público	11.200	371
9	El Ejido	Público	14.000	371
10	Universidad Central	Mixto	8.750	371
11	La Pradera	Público	8.750	371
12	La Carolina	Público	11.200	371
13	Iñaquito	Público	11.200	371
14	Jipijapa	N/D	11.200	371
15	El Labrador	Público	11.200	371

Fuente: Elaboración Propia a partir de Estudio de Factibilidad Metro de Quito [19]

Se han excluido las ocupaciones de las estaciones Concepción, Andalucía, El Rosario, y La Ofelia, que ya no hacen parte del trazado de la línea 1 del metro de Quito y fueron parte del diseño a nivel de factibilidad. Dichas estaciones podrán ser parte de futuras líneas de Metro al norte de la ciudad.

2.2.2.1.1 Andenes y diseño de vías

El diseño de las estaciones contempla andenes de 115 metros en las 15 estaciones del sistema, esta longitud es compatible con el empleo de trenes de 6 vagones sea en configuración doble o no modificable. El diseño permite la incorporación de más trenes a futuro sin necesidad de modificar las estaciones⁷. La extensión de andenes hasta 200 metros se produce en sistemas que tendrán una carga mayor, como ocurre por ejemplo, en el diseño del metro de Bogotá en el cuál se emplearían trenes de 8 vagones.

2.2.2.2 Componentes de las estaciones

La ocupación definitiva de las estaciones contempla accesos peatonales, ascensores de acceso, rejillas y huecos de servicio, y salidas de emergencia. Para los accesos peatonales y mecanizados, dada las posibilidades de configuración se toma una configuración de máximos, en la que para una estación tipo se tiene [19]:

⁷ Con un intervalo de 2 minutos y una configuración de trenes de 6 vagones, se tendría una capacidad de 38.262 pph.

- Accesos peatonales cubiertos, con escaleras peatonales y espacio para escaleras mecánicas de subida y de bajada. Ascensores por estación.
- En cuanto a las rejillas y huecos de servicio [19]:
- Rejillas para compensación en extremos opuestos de la estación.
- Si la estación cuenta con subestación eléctrica, se requiere de espacio para la introducción de equipos, y disposición para ventilación.

Finalmente, para las salidas de emergencia [19]:

- En uno de los extremos, se tendrá un portón horizontal hidráulico de accionamiento interior, que da acceso a unas escaleras de emergencia. Adicionalmente, cada estación requiere la instalación de luminarias de brillo ajustable según las condiciones de iluminación existentes.

Para talleres y cocheras se emplearán proyectores industriales con lámparas de halogenuros metálicos o vapor de sodio de alta presión. En todas las demás áreas se emplearán pantallas fluorescentes.

2.2.2.3 Elementos de acceso por estación

El resumen de configuración de accesos, y mecanismos para la movilidad al interior de las estaciones se presenta en la Tabla 14.

Tabla 14 – Configuración de accesos

Acceso	Escaleras Mecánicas	Ascensores
Quitumbe		1
Morán Valverde	3	3
Solanda	4	3
El Calzado	2	3
El Recreo	6	3
La Magdalena	6	3
San Francisco	8	3
24 de mayo ⁸	2	2
La Alameda	4	3
El Ejido	4	3
Universidad Central	8	3
La Pradera	2	3
La Carolina	4	3
Iñaquito	2	3
Jipijapa	3	3
El Labrador	6	3
Depósito	-	1

Fuente: Elaboración propia a partir del Estudio de Factibilidad Metro de Quito

⁸ Acceso de la estación San Francisco.

2.2.3 Mantenimiento de los trenes

La estructura de costos de mantenimiento del sistema comprende cuatro secciones. La primera sección describe las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo que se contemplaron para el estudio. La segunda sección presenta un resumen con los costos de mantenimiento incluyendo personal y repuestos del material rodante. La tercera sección estima los costos de personal de mantenimiento; y finalmente la cuarta sección establece los costos asociados a repuestos del material rodante, este componente se presenta de forma independiente al personal, debido a que es un rubro sujeto a IVA y aranceles de importación. Actividades de mantenimiento

2.2.3.1 Actividades de mantenimiento

Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo comprende actividades que deberán efectuarse en el vehículo de forma programada de acuerdo al kilometraje recorrido, o de tipo predictiva.

Las actividades de mantenimiento predictivo consisten en la identificación de posibles fallas antes de que se presenten, con base en registros de equipos que se toman con una periodicidad establecida comparándolos con su vida útil establecida. La realización de este tipo de mantenimiento permite reducir el nivel de mantenimiento correctivo, y los niveles de daño.

El mantenimiento preventivo involucra dos tipos de intervenciones [20]:

- Mantenimiento ordinario o de ciclo corto que se desarrolla con frecuencia anual incluye la inspección del sistema, la detección y prevención de fallas nacientes, la calibración, el cambio de partes, la lubricación, y la limpieza de sistemas. Las actividades son planeadas y programadas con base en análisis RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, Safety) y experiencia de otros metros en el mundo [21].
- Mantenimiento mayor o de ciclo largo donde cada cinco años se realiza la restitución de equipamiento de los coches.

El adecuado mantenimiento preventivo extiende la vida útil del material rodante, y evita incrementos en el costo del mantenimiento, permitiendo que se mantenga la calidad en estándares de seguridad, fiabilidad y disponibilidad.

Mantenimiento correctivo

Comprende el mantenimiento a realizar luego de la falla en el equipo que no puede planificarse, esta se puede producir en condiciones normales de operación, y no necesariamente trata del sistema de electromecánico, también puede consistir en reparaciones del confort e imagen, y de daños causados por accidentes y vandalismo.

El mantenimiento correctivo, no es previsible y la programación de su realización está sujeta a la disponibilidad de repuestos, pues puede presentarse en piezas con baja rotación, para lo cual se recomienda contar con un stock mínimo de piezas que no presenten alta rotación.

2.2.3.2 Costo de mantenimiento total

El valor de mantenimiento total reúne el costo de repuestos de material rodante y el personal de mantenimiento. El cálculo del costo total se realiza a partir de un valor referencial de mantenimiento de USD 0,34 por km-vagón en precios de 2016 de acuerdo a información suministrada por la EPMMQ, para un costo total de USD 6 millones en el año inicial de operación:

Tabla 15 – Costo total Mantenimiento

Tipo/Item	Valor (USD)
Costo Total	5.974.759
Repuestos	5.066.800
Personal	907.959
Costo por Km-vagón	0,340
Repuestos	0,288
Personal	0,052

Fuente: Elaboración propia con base en información de la EPMMQ y el estudio previo de la RATP

Como se observa en la Tabla 15, el costo total se ha dividido en el valor derivado de los repuestos y el valor del personal de mantenimiento. Esta separación se obtiene estimando el costo de personal de USD 0,052 por km-vagón, de tal forma que la diferencia entre este valor y la referencia de USD 0,34 por km-vagón de mantenimiento total es el valor de los repuestos del material rodante (USD 0,288 por km-vagón).

El resultado de USD 0,34 por kilómetro se compara con el presentado en estudio de factibilidad del Metro de Quito, el estudio previo de la RATP [21], el estudio de factibilidad de la línea 1 del metro de Bogotá, y con el estudio de factibilidad de la línea 2 del metro de Lima [22].

En el estudio de factibilidad elaborado por el metro de Madrid para el metro de Quito, los costos de mantenimiento son de USD 21.859 por coche para el ciclo corto y de USD 101.590 para el ciclo largo. Estos valores han sido actualizados a precios de 2016 respecto de las cifras de 2012 que presentaba el informe. A este rubro se añade el costo de materiales para la flota de trenes, que Metro de Madrid estima en USD 28.258 anuales por tren (cifras a precios de 2016). Debido a que estos valores fueron estimados con un kilometraje anual de 196.300 por coche, se calculan precios por kilómetro para determinar el valor total con el nuevo kilometraje de la flota. En la siguiente tabla se resumen los resultados:

Tabla 16 – Costo total Mantenimiento estudio de factibilidad.

Tipo/Ítem	Valor (USD)
Costo total	4.261.423
Mantenimiento	3.785.835
Materiales	475.588
Costo por Km coche	0,242
Mantenimiento	0,215
Materiales	0,027

Fuente: Elaboración propia con base en estudio de factibilidad metro de Madrid

El estudio de la primera línea del metro de Quito elaborado por la RATP, discrimina el costo del personal de mantenimiento y el del valor de repuestos requeridos para el material rodante. De acuerdo a la experiencia de la RATP el costo de repuestos por km-vagón es de USD 0,186 en precios de 2016, y basado en la estructura de personal propuesta por este estudio se estima un costo de USD 0,052 por km-vagón (ver sección 2.2.3.3)

Tabla 17 – Costo total Mantenimiento estudio la RATP

Tipo/Ítem	Valor (USD)
Costo Total	5.191.709
Repuestos	3.272.308
Personal	1.919.401
Costo por Km-Coche	0,238
Repuestos	0,186
Personal	0,052

Fuente: Elaboración propia con base en estudio de la RATP

Adicionalmente, el estudio de factibilidad del metro de Bogotá establece un costo por km-tren de USD 2,08, que equivale costo a USD 0,347 km-vagón⁹.

De otra parte, el estudio de factibilidad de la línea 2 del metro de Lima establece un costo por km-tren de 2,3 Euros [22]. Lo anterior, equivale a un costo de USD 0,361 por coche-km debido a que los trenes de la línea 2 del Metro de Lima tienen 7 coches y fue necesario realizar un ajuste por tasa de cambio¹⁰. Esta aproximación, sin embargo, no incluye la revisión de los trenes una vez han alcanzado 15 millones de kilómetros recorridos.

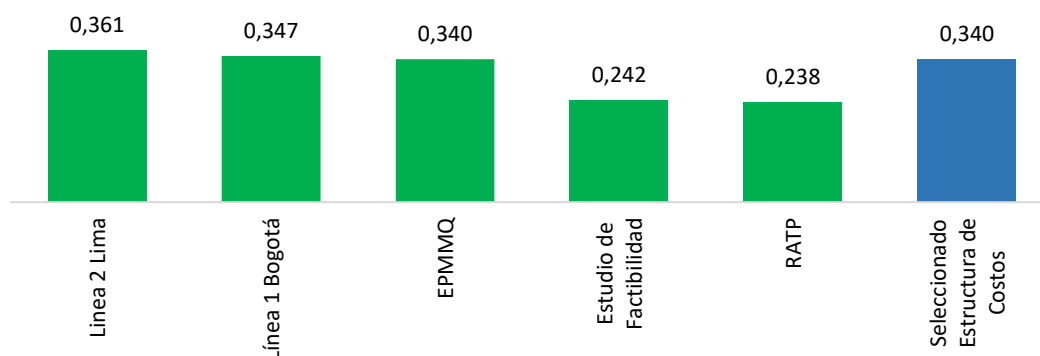
En la Figura 6 se presenta la comparación de costos por coche kilómetro de las referencias descritas anteriormente (Línea 2 Metro de Lima, Estudio de factibilidad metro de Bogotá, Estudio de la RATP y Estudio de Factibilidad del metro de Madrid para el Metro de Quito). Se puede observar como los costos de mantenimiento de la Línea 2

⁹ Configuración de trenes con 6 vagones.

¹⁰ Tasa EURUSD 1,1 en el mes de julio de 2016.

del metro de Lima sobrepasan en un 49,2% la estimación del estudio de factibilidad, mientras que el valor empleado para la estructura de costos lo sobrepasa en un 6,3%.

Figura 6 – Comparación costos por vagón-km



Como supuesto conservador en la elaboración de la estructura de costos para el metro de Quito se emplean el valor de referencia entregado por la EPMMQ de USD_0,34 km-vagón en precios de 2016, que equivalen a USD 0,365 del primer año de operación (2019).

2.2.3.3 Costo de personal para el mantenimiento del material rodante

Para la estimación del personal asociado al mantenimiento de trenes se ha considerado una estructura de cargos por grupos de mantenimiento, basados en que este servicio lo preste un operador privado, tomando como referencia el estudio de la RATP [21]. Dentro de los grupos de mantenimiento no se incluyen actividades asociadas al sistema de recaudo porque este costo se incorpora al modelo como un valor equivalente por pasajero.

Tabla 18 – Personal Requerido para mantenimiento

Grupo	No. personas
Gerente Tren, Veh de apoyo, equipos de talleres	1
Coordinador Tren, Veh de apoyo, equipos de talleres	1
Ingeniero Tren, Veh de apoyo, equipos de talleres	4
Técnico Tren, Veh de apoyo, equipos de talleres	14
Trabajador Tren, Veh de apoyo, equipos de talleres	27
Total	47

Fuente: Cantidades de personal propuestas por RATP [21]

Se utiliza como supuestos, los siguientes niveles salariales para cada nivel de cargo dentro de cada uno de los grupos basados en referencias de mercado, y expresados como múltiplos del salario básico unificado de 2016 (USD 366).

Tabla 19 – Salarios personal de mantenimiento

Grupo	Trenes, Vehículos de apoyo, equipos Talleres (xSB)
Gerente Tren, Veh de apoyo, equipos de talleres	19,2
Coordinador Tren, Veh de apoyo, equipos de talleres	10,2
Ingeniero Tren, Veh de apoyo, equipos de talleres	8,9
Técnico Tren, Veh de apoyo, equipos de talleres	2,7
Trabajador Tren, Veh de apoyo, equipos de talleres	1,6

Fuente: Elaboración propia

Se tomó en cuenta el factor prestacional de acuerdo a las tasas de aportación establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) [23] que se resume en la sección 2.2.9.4 donde se describen los supuestos del personal.

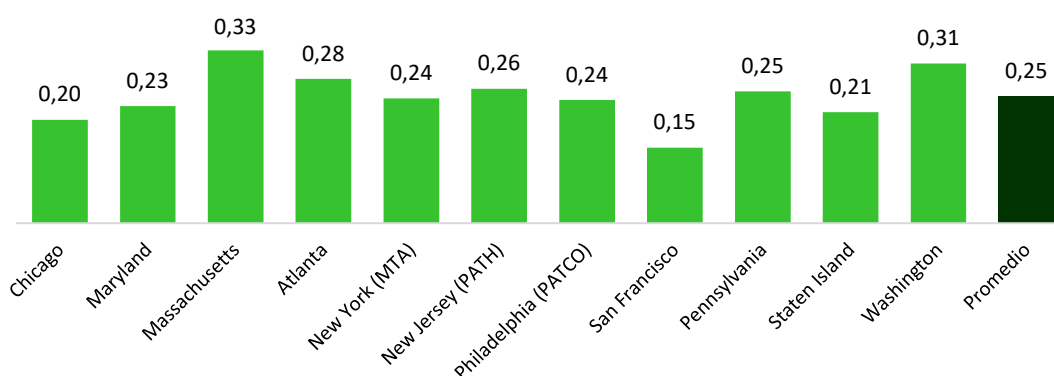
El costo de personal para el primer año de operación sería de USD 990 mil en el caso de que las actividades de operación y explotación los realice un concesionario.

2.2.3.4 Costo de repuestos del material rodante

De acuerdo a lo descrito en la sección 2.2.3.2, el costo de mantenimiento del material rodante está basado en un valor referencial por vagón-kilómetro de USD 0,34. Este valor incluye tanto mano de obra como los repuestos, al descontar el valor de la mano de obra calculado en la sección 2.2.3.3, se obtiene un valor de USD 0,288 por km-vagón en precios de 2016 para repuestos.

Con el fin de validar el valor por km-vagón para repuestos estimado y determinar su aplicación en modelo, se realizó un *benchmark* con trenes pesados de pasajeros en operación Estados Unidos. Las cifras son publicadas por la Federal Transit Administration (FTA) [24], y como se puede observar en Figura 7 se obtuvo un costo promedio por kilómetro de repuestos de USD 0,25 km.

Figura 7 – Benchmarking costo de repuestos del material rodante (USD/km)



Fuente: Elaboración propia, con base en FTA [24]

El costo promedio por kilómetro de USD 0,25 por km-vagón del *benchmark* es menor que el valor estimado del estudio de la RATP, por lo que se evaluó para cada sistema de metro la antigüedad de la flota de trenes y la configuración de coches o vagones por tren. Al revisar estas características, se identificó que los metros de Washington, Massachusetts y Atlanta suben el promedio de costo por kilómetro de repuestos debido a que se realizan intervenciones de mantenimiento más costosas.

Lo anterior, porque en el metro de Washington el 55% de la flota tiene más de 23 años de servicio, y existen trenes de 28 años de uso que han sido repotenciados. Mientras en Massachusetts el 84% de la flota tiene más de 25 años y ha tenido *overhauls*¹¹.

Por lo anterior, pese a la diversidad de configuraciones de los diferentes sistemas de metro del *benchmark* el valor de repuestos de USD 0,25¹² permite validar el supuesto de un costo de repuesto de USD 0,288 por km-vagón como valor suficiente para estimar el costo de repuestos.

Con este supuesto, el valor de repuestos para material rodante en el primer año de operación es de USD 5,4 millones.

2.2.4 Mantenimiento de las estaciones

El mantenimiento en estaciones incluye el costo de mantenimiento de escaleras y ascensores.

2.2.4.1 Escaleras

El costo de mantenimiento en escaleras resultará de multiplicar los siguientes dos componentes:

- La cantidad de escaleras instaladas en cada estación. Para este ejercicio, se tomó el estudio de viabilidad técnico con los diseños de estaciones y se determinó por cada estación el número de escaleras eléctricas.
- El precio unitario para el mantenimiento de una escalera mecánica eléctrica es de USD 3.960 anuales, de acuerdo a cotizaciones realizadas con proveedores del mercado local en 2016.

Con base en la información de cantidad de escaleras y el costo unitario del mantenimiento, se calculó el costo anual de mantenimiento. Estos costos se proyectaron para el año 2019 que es el primer año de operación del sistema, resultando en un costo anual de USD272 mil.

¹¹ Desde 2001 se han comprado 48 trenes Kawasaki, el resto de unidades de marcas Kawasaki, Bombardier, MBB están en servicio y requieren o están en proceso de overhaul, se tienen unidades Pullman-Standard construidas en 1978 y 1979 que han sido repotenciadas como BTC-1C.

¹² La información de costos de repuestos ajustados por kilometraje no se encuentra publicada y en algunos casos no está disponible. Las ciudades de Estados Unidos proveen un marco de referencia para este componente.

Tabla 20 – Costo de mantenimiento escaleras para el primer año de operación (2019)

Acceso	Escaleras eléctricas acceso	Costo Anual Mantenimiento (USD)
Quitumbe	0	0
Morán Valverde	3	12.736
Solanda	4	16.981
El Calzado	2	8.491
El Recreo	6	25.472
La Magdalena	6	25.472
San Francisco	8	33.962
24 de mayo	2	8.491
La Alameda	4	16.981
El Ejido	4	16.981
Universidad Central	8	33.962
La Pradera	2	8.491
La Carolina	4	16.981
Iñaquito	2	8.491
Jipijapa	3	12.736
El Labrador	6	25.472
COSTO TOTAL	64	271.699

Fuente: Elaboración propia

En este apartado no se han utilizado las referencias de Metro de Madrid o RATP.

2.2.4.2 Ascensores

El costo de mantenimiento en ascensores resultará de multiplicar los siguientes dos componentes:

- La cantidad de ascensores basados en los planos de estaciones disponibles en el estudio de viabilidad técnica.
- El precio unitario para el mantenimiento de un ascensor es de USD3.000 anuales, con base en referencias de mercado local del año 2016.

Con base en la información de cantidad de ascensores y el costo unitario del mantenimiento, se calculó el costo anual de mantenimiento por ascensores. Estos costos se proyectaron para el año 2019 que es el primer año de operación del sistema, resultando en un costo anual de USD148 mil.

Tabla 21 – Costo de mantenimiento ascensores para el primer año de operación

Acceso	Ascensores acceso	Ascensores acceso 2019 (USD)
Quitumbe	1	3.216
Morán Valverde	3	9.648
Solanda	3	9.648
El Calzado	3	9.648
El Recreo	3	9.648
La Magdalena	3	9.648
San Francisco	3	9.648
24 de mayo	2	6.432
La Alameda	3	9.648
El Ejido	3	9.648
Universidad Central	3	9.648
La Pradera	3	9.648
La Carolina	3	9.648
Iñaquito	3	9.648
Jipijapa	3	9.648
El Labrador	3	9.648
Depósito	1	3.216
COSTO TOTAL	46	147.942

Fuente: Elaboración propia

En este apartado no se han utilizado las referencias de Metro de Madrid o RATP.

2.2.5 Limpieza

Para el cálculo de limpieza se han considerado dos grupos: limpieza de trenes, y limpieza de estaciones.

2.2.5.1 Limpieza de los trenes

Para la limpieza de trenes se realizó la estimación de su costo a partir de información de las actividades establecidas en los procesos de contratación del servicio de aseo consultados de otros metros en América Latina. El costo promedio anual por tren es de USD22 mil sin IVA.

Para la estimación de costos de limpieza se contemplan las siguientes actividades:

- Aseo rutinario en Patio: Barrido, limpieza de vidrios internos, vidrios externos que dan a la plataforma, desinfección, limpieza de marcos, tubos, limpieza de sillas, imperfecciones en el poliéster y cabinas de conductores. Esta rutina se debe realizar cada vez que un tren sale a servicio comercial desde el Patio.

- Aseo Rutinario a trenes estacionados en las líneas después de servicio comercial: Barrido, limpieza de vidrios internos y externos que dan a la plataforma, limpieza de marcos, tubos, limpieza de sillas, imperfecciones en el poliéster interno y externo y las cabinas de conductores.
- Aseo intensivo: Lavado y sellado de pisos, lavado y desmanchado de zócalos, pisaderas, poliéster, palancas, botones, tubos, batientes, sillas usuarios, limpieza de rejillas inferiores debajo de las sillas, canal del techo, lámparas, cabina de conductor y cambio adhesivos.
- Recuperación de pisos: Incluye lavado del piso, zócalos y pisaderas. De manera periódica se ingresa la unidad en horario diurno o nocturno y se le realiza la recuperación del piso, la cual consiste en barrido, desmanchado, trapeada, limpieza de zócalos y pisaderas.
- Cambio de adhesivos: Los vehículos tienen adhesivos institucionales que por el uso o actualización deben ser cambiados; este procedimiento es solicitado en horario diurno o nocturno.
- Aseo fuerte de Cabinas: Lavado y desmanchado de lámparas, tablero, extintores, vidrios, marcos, piso, pisadera, poliéster, gabinetes, aspirado y lavada de sillas.
- Lavado laterales manual: Cuando no es posible pasar la unidad por la máquina de lavado de trenes se debe realizar una limpieza externa en seco.
- Desmanchado y brillado de: Frontales, laterales y testeros, vidrios externos e internos, marcos internos y externos, aspirado y limpieza de guías de las batientes, limpieza de cajas y antenas ubicadas debajo del tren.
- Desmanchado de: Vidrios externos e internos, frontales y testeros, aspirado y limpieza de guías, limpieza de cajas y antenas.
- Aspirado de guías de puertas: Se realiza el retiro de las partículas acumuladas en las partes que sirven de guías a las puertas y se aspira en su totalidad.
- Limpieza de cajas y antenas bajo bastidor: Esta limpieza se realiza cada que los trenes ingresan a la actividad de inspección o por solicitud previa.
- Aspirado y limpieza de Columnas y Guías en mantenimiento de puertas: Esta actividad se realiza en el momento en que las unidades se programan para la inspección anual; el personal de mantenimiento abre las columnas y guías para posteriormente limpiarlas y aspirarlas.
- Decapado y sellado de pisos: De manera semestral se ingresa la unidad en horario nocturno, para retirar las capas protectoras del piso y posteriormente sellarlo o cubrir el piso con una capa de producto que lo proteja y le de brillo.
- Lavado de Laterales (máquina lavadora): La actividad se realiza operando la máquina de lavado (túnel de lavado) de manera semanal a la totalidad de las unidades.
- Limpieza de frontales y testeros: consiste en retirar la mugre y partículas de la superficie de los frontales y de los testeros ubicados entre cada acople de coche, compuesto por vidrios y poliéster (Paredes).
- Lavado de techos y pantógrafos: Esta actividad se realiza trimestralmente a cada una de las unidades de tren, se realiza limpieza de toda la superficie, se limpia todo el pantógrafo, antenas, canales la parte externa del ducto de ventilación.

- Limpieza ducto de ventilación: Se debe soplar y limpiar toda la parte interna y algunos elementos externos del ducto de ventilación del compartimiento de pasajeros de la unidad.
- Lavado de cajas de engranaje: Esta actividad consiste en limpiar la mugre, el óxido y demás partículas que se le adhieren a la superficie del equipo. Este equipo contiene grasas y óxido.
- Lavado de tapas de chopper y/o cajas de convertidor: Consiste en limpiar la mugre de este elemento, estas tapas son una parte de los registros ubicados debajo del tren, para realizarse este lavado las tapas son desmontadas por el personal de mantenimiento.
- Lavado de boggies (Individual): Este elemento se lava desmontado para retirarle óxido, grasa y demás partículas de mugre, esta pieza corresponde a la estructura que soporta las ruedas y el vehículo.
- Lavado de filtros de vehículos (16 filtros de un vehículo): Esta actividad es ocasional, se retira la mugre impregnada en la tela de los filtros, la duración de la limpieza y el secado es de aproximadamente de 10 horas, en horario nocturno.
- Aseo de trenes en línea comercial: Barrido con escoba, limpieza de vidrios internos y externos que dan a la plataforma, atención de grafitis, limpieza de tubos, marcos y sillas, limpieza de cabinas de conducción.

Con el objetivo de utilizar un parámetro de entrada para la estimación de costos, se realizaron ajustes en el valor de los contratos por cuenta de la tasa de cambio, la diferencia del salario básico y el número de coches por tren de otros sistemas. El resultado es un costo anual de limpieza para el conjunto de trenes de USD 422 mil para el primer año.

2.2.5.2 Limpieza de las estaciones

La limpieza de las estaciones contempla el lavado diario de las superficies, la atención de requerimientos contingentes por vandalismo, u otros en las estaciones, limpieza de paneles de información, de los ascensores y escaleras, entre otros.

Con base en un área estándar de 371 m² por estación y el horario de operación, se estimaron los requerimientos de personal para atender las anteriores actividades de limpieza. Se estiman que para atender estas tareas se requieren 4 operarios de limpieza por estación y 3 supervisores para el total de estaciones. Esta información se utilizó para solicitar cotizaciones en el mercado local, dado que el servicio sería tercerizado. El costo anual del servicio de limpieza en estaciones estimado por estación sería de USD 77,6 mil para el primer año de operación.

El costo anual total para las 15 estaciones sería entonces de USD 1.164 mil para el primer de operación.

Como resultado se tiene un costo total por la limpieza de trenes y estaciones de USD 1.595 mil para el primer año de operación. A lo largo del tiempo, a medida que se aumenta la flota de trenes estos costos de limpieza van aumentando tal como se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 22 – Costos totales de limpieza Metro

	2019
	1.595.123
Contrato de Limpieza Trenes	431.111
Contrato de Limpieza Estaciones	1.164.013
Operarios Estación	1.081.263
Supervisor Estación	82.750

Fuente: Elaboración propia

2.2.6 Instalaciones

Esta sección describe las instalaciones requeridas para el funcionamiento del Metro de Quito y que serán contempladas para la estimación de los costos de mantenimiento

2.2.6.1 Sistema de señalización ferroviaria

De acuerdo a información suministrada por la EPMMQ, el sistema de señalización ferroviaria del Metro tendrá los siguientes componentes:

■ Subsistema de Control Automático

El Sistema de Control Automático de Trenes (ATC por sus siglas en inglés *Automatic Train Control*) tiene como objetivo controlar la separación de los trenes, garantizar que se mantengan las trayectorias de circulación, fortalecer el nivel de seguridad y dirigir la operación de los vehículos. El estándar IEEE1474.2011 define los siguientes componentes para un sistema ATC:

- Un subsistema de protección o *Automatic Train Protection (ATP)* que se encarga de mantener la seguridad en la operación del sistema ferroviario, cumpliendo funciones como monitorear la velocidad, impedir el alcance entre trenes, frenar el tren que rebasa una señal en rojo, entre otros. Este sistema comprende elementos para la detección y separación de trenes; así como, los dispositivos de enclavamiento. El ATP es un componente obligatorio dentro de un sistema integrado de control ferroviario.
- Un subsistema de operación o *Automatic Train Operation (ATO)* incorpora funcionalidades que normalmente serían desarrolladas por el operador del tren. Estas funcionalidades incluyen la regulación de velocidad, parada en estaciones, control de apertura/cierre de puertas, entre otros. El ATO es un componente opcional dentro de un sistema integrado de control ferroviario.
- Un subsistema de supervisión o *Automatic Train Supervision (ATS)* permite monitorear los vehículos, obtener datos sobre eventos irregulares o incidentes y ajustar la operación con el objetivo de cumplir con la programación diaria y minimizar el impacto de los incidentes. Las funcionalidades del subsistema incluyen la visualización de la ubicación de trenes en el centro de control,





herramientas de control predictivo donde se anticipan posibles conflictos, algoritmos que estiman ajustes en tiempo de parada u horas de despacho, entre otros. De acuerdo a la EPMMQ los siguientes son los tres componentes del sistema de control para el Metro de Quito [25]:

- Módulo de C.T.C. (Control de Tráfico Centralizado) que gestionará el mando, control y supervisión del sistema, así como el seguimiento de los trenes a lo largo de la línea, control de alarmas, reproducción de eventos, etc.
- Módulo de Regulación, que a través de la señalización de respaldo y en combinación con las marchas en interestaciones transmitidas a través del A.T.O, permita gestionar la operación, regularizando los intervalos de operación y optimizando el consumo energético.
- El Puesto de Control Central constituye un proyecto independiente que engloba los elementos comunes al conjunto de sistemas de control de la línea, entre los que se encuentran el suministro de los Puestos de Operador y la integración de las aplicaciones de los diversos sistemas en dichos puestos multifuncionales.

Grados automatización del sistema ATC

La norma IEC_62290-1 clasifica un sistema integrado de control de trenes en cuatro niveles según el grado de automatización. Estos niveles se diferencian según la automatización que exista en el proceso de conducción, la aproximación a los puntos de parada, la apertura/cierre en estaciones, como se gestionan las incidencias, entre otros. Concretamente, para cada nivel se define como se distribuyen las actividades principales de la operación entre el personal del Metro y cuál controla el sistema ATC de forma autónoma. La Figura 8 presenta un resumen de la asignación de responsabilidades según el nivel de automatización del ATC.

Figura 8 – Grados de automatización del sistema ATC

	Grado de Automatización	Tipo de operación del tren	Poner el tren en marcha	Parar el tren	Cierre de puertas	Operación en caso de eventualidad
	GdA 1	ATP con conductor	Conductor	Conductor	Conductor	Conductor
	GdA 2	ATP y ATO con conductor	Automático	Automático	Conductor	Conductor
	GdA 3	Sin conductor	Automático	Automático	Funcionario de soporte	Suncionario de soporte
	GdA 4	UTO	Automático	Automático	Automático	Automático

Fuente: Elaboración propia con base en *Observatory of Automated Metros* [26]

El nivel de automatización propuesto en el estudio E3.5 de Viabilidad técnica del Metro de Quito sería como mínimo un GoA2 o de operación semi-automática. Dentro del nivel GoA2, el sistema de control se encarga de conducir los trenes entre las estaciones y realizar la aproximación a los puntos de parada. De otra parte, corresponde al conductor accionar la apertura y cierre de puertas y realizar el arranque en estaciones. Adicionalmente, los responsables de la gestión del sistema deberán definir los ajustes requeridos en la operación para cumplir la programación y mitigar el impacto de incidentes.

■ Subsistema de Señalización de respaldo en Línea y Depósito

De acuerdo a información suministrada por la EPMMQ, este subsistema está constituido por los enclavamientos y el equipamiento de vía, será el encargado de garantizar la seguridad, en la realización, control y supervisión de los itinerarios, así como localizar los vehículos tanto en línea como en Depósito. Se han definido un total de cinco enclavamientos principales para el control de las instalaciones (cuatro en la línea y uno para control del Depósito). Cada enclavamiento de línea abarcará una extensión media de 5,5 Km. y 5 estaciones, teniendo en cuenta el previsible aumento futuro del número de estaciones. Los enclavamientos principales situados en línea se complementarán con los enclavamientos auxiliares necesarios, basados en controladores de objetos, para adaptarse a las características del sistema ofertado (el equipamiento de señalización se instalará en cuartos y paramentos de túnel situados en vía 1).

La vida útil del sistema de señalización estaría entre 25 y 30 años de acuerdo a la referencia de Bombardier.

2.2.6.2 Sistema de recaudo

En relación al Sistema Integrado de Recaudo, la estructura de costos se calcula bajo dos alternativas. En un primer lugar, bajo el modelo del Sistema Inteligente de Transporte de Quito donde habría un Concesionario responsable de hacer la inversión, operación y mantenimiento del sistema de recaudo. Un segundo modelo donde la operación del recaudo estaría a cargo del operador privado del Metro de Quito, y la inversión en equipos se realizaría con recursos públicos.

i. Modelo Sistema Inteligente de Transporte de Quito (SITP-Q)

El sistema de recaudo permite recolectar el dinero por el pago de tarifas, controlar la evasión, recolectar información sobre los ingresos económicos y los viajes, así como gestionar los pagos a los operadores de transporte y de recaudo. El sistema de recaudo también permite la adopción de políticas tarifarias complejas gracias al uso de medios de pago electrónicos. Para hacer una adecuada estructura de costos es necesario evaluar los distintos componentes de este sistema. De acuerdo con el “Documento de diseño del sistema de recaudo, sistema de ayuda a la explotación y sistema de atención e información al usuario del SITP Q”, desarrollado por GSD Plus, el sistema de recaudo para el metro se compone de los siguientes elementos:

■ **Medios de pago**

Los medios de pago son los elementos que permiten a los usuarios acceder al SITM Q mediante el pago de la tarifa y/o la identificación del usuario. El único medio de pago válido es la tarjeta electrónica en sus diferentes modalidades contempladas en el diseño del SITP Q: tarjetas personalizadas, tarjetas de funcionario y tarjetas anónimas. El concesionario entregará de forma gratuita trescientas mil tarjetas anónimas de usuario general en puntos de personalización del metro.

■ **Máquinas de venta y recarga (VRM)**

Un usuario puede acercarse a cualquier máquina VRM ubicada en estaciones del Metro para efectuar la recarga de saldo de su tarjeta. El usuario debe insertar su tarjeta en la máquina, e insertar billetes y monedas correspondientes al monto de la recarga que desea el usuario. Una vez insertado el efectivo, la máquina procede a realizar la recarga en la tarjeta. De ser necesario, la máquina entregará el cambio correspondiente a la diferencia entre el dinero insertado y el valor de la recarga.

■ **Equipos en estaciones**

Validadores

El validador se encarga de verificar si un usuario cuenta con saldo suficiente para efectuar una validación y realizar el descuento de la tarifa al acercar su tarjeta, de acuerdo con el tipo de usuario, fecha y hora de la validación.

Torniquetes

Los torniquetes establecen una barrera física entre la zona paga de las estaciones y el exterior y otorgan el acceso a los usuarios una vez el validador efectúa el descuento de la tarifa a su tarjeta.

Cámaras de conteo automático

Están ubicadas en los accesos de cada estación y permiten contabilizar el flujo de pasajeros para dimensionar la evasión del pago de la tarifa.

Dispositivos de validación y recarga portátiles

Están destinados a recargar saldo o a descontar la tarifa en situaciones de contingencia de estaciones.

■ **Red de recarga externa**

Permite la venta y recarga de medios de pago fuera de estaciones y cada punto tiene un dispositivo de venta y recarga. Esta red es la misma que entró en funcionamiento con el sistema convencional y el sistema de corredores, por lo que no se tomará en cuenta en la estructuración de costos del Metro.

■ **Puntos de personalización**

Son centros de atención destinados a la venta y recarga de tarjetas personalizadas. Cada punto de personalización incluye el amoblado, un ordenador, una cámara web, un lector de tarjetas y una impresora de tarjetas.

■ **SAMs y emisión de SAMs**

Es un componente donde se realiza la inicialización y carga de llaves de los módulos SAM necesarios para brindar seguridad a los dispositivos en campo del SITP Q. Éste incluye los equipos de emisión y los SAMs.

■ **Equipos de inicialización de medios de pago**

Es un componente donde se realiza la impresión e inicialización de los medios de pago del sistema. Éste incluye los equipos de impresión e inicialización.

■ **Sistema central de recaudo (integrado para todos los sistemas de transporte)**

El sistema central de recaudo está encargado de gestionar los aspectos técnicos (Gestión de mantenimientos, emisión de medios de pago y SAMs, y reportes) y administrativos (Gestión de contabilidad, inventarios, clientes, conciliación de transacciones y auditoría a la operación) del recaudo integrado del SITM Q. El sistema central de recaudo se compone de un centro de datos de recaudo y un conjunto de puestos de operación y supervisión.

■ **Sistema de atención al usuario**

De acuerdo con el “Documento de diseño del sistema de recaudo, sistema de ayuda a la explotación y sistema de atención e información al usuario del SITP Q”, desarrollado por GSD Plus, el concesionario de tecnología debe atender la recepción y atención de PQRS a través de la página Web y el Centro de Llamadas. Los usuarios del sistema también pueden acceder a información de los otros modos a través de dichos canales de comunicación.

El concesionario de recaudo deberá colocar fiscalizadores en cada una de las 15 estaciones de Metro, quienes serán responsables de supervisar el correcto funcionamiento de los equipos de acceso, prestar apoyo a los usuarios y atender contingencias que se presenten en el sistema de recaudo.

- ii. Con base en el alcance propuesto se obtuvo que el costo del Sistema Integrado de Recaudo sería de USD5.4 millones. Este valor sería utilizado para remunerar al concesionario del SITP-Q por la inversión inicial, la operación y el mantenimiento del Sistema Integrado de Recaudo. Modelo estudio de factibilidad – Metro de Madrid

Para hacer una adecuada comparación de la estructura de costos es necesario evaluar los distintos componentes del sistema propuesto por Metro de Madrid. De acuerdo al Estudio de viabilidad Técnica, el sistema de recaudo propuesto por Metro de Madrid está compuesto por:

■ **Medios de pago**

Se tienen dos tipos de tarjetas planeadas, los títulos sencillos (uso ocasional) y de larga duración. Los títulos sencillos serán de cartón o un material desechable, y permitirán un número limitado de recargas. Los títulos de larga duración serán de plástico rígido que contarán un chip para asegurar un alto nivel de almacenamiento de datos. Las tarjetas podrán ser de tipo anónimo o personalizado.

■ **Taquillas**

Principalmente se atenderá a los usuarios a través de taquillas, en donde se podrá vender, cargar y recargar los títulos de viaje. Cada taquilla será atendida por personal capacitado durante las 16 horas de servicio. La taquilla tendrá:

- Unidad central
- Teclados
- Unidad emisora de tarjetas sin contacto
- Impresora de emisor de informes
- Impresora de rollo de seguridad
- Display viajero
- Monitor táctil
- Lector/grabador para tarjetas sin contacto.

■ **Máquinas de venta y recarga (VRM)**

Los puestos de venta automáticos serán un apoyo a las taquillas en estaciones con alta demanda. Un usuario puede acercarse a cualquier máquina VRM ubicada en estaciones del Metro para efectuar la recarga de saldo de su tarjeta. Estas aceptarán el pago mediante moneda y/o papel moneda. Una vez insertado el efectivo, la máquina procede a realizar la recarga en la tarjeta.

■ **Terminales de consulta de saldo**

Se instalarán terminales básicos para que los usuarios puedan consultar el saldo disponible en su tarjeta, y así aliviar congestión en los terminales de venta.

■ **Puntos de personalización**

Son puntos especializados donde los usuarios podrán adquirir tarjetas personalizadas. Estos puntos se instalarán en puntos estratégicos de la red. Los puntos de personalización están compuestos por:

- Puesto de operador
- Estación tipo PC
- Monitor táctil
- Teclado y ratón
- Lector/grabador para títulos sin contacto
- Impresora láser para informes
- Impresora de sublimación para tarjetas
- Cámara de fotos digital

■ **Equipos de inspección**

El personal de operación realizará inspecciones en línea mediante equipos portátiles.

■ Equipos en estaciones

Los principales equipos que se instalarán en las estaciones, son:

- Validadores: los validadores de acceso estarán dotados de procesadores de tarjetas en ambos sentidos, para realizar el control de títulos a la entrada y salida.
- Torniquetes

Dispositivos de validación y recarga portátiles

2.2.6.3 Sistema de información al usuario

Además de la página Web y el centro de llamadas, el “Estudio de viabilidad técnica”, elaborado por Metro de Madrid S.A., incluye un sistema de información al usuario que permite la presentación de información a los viajeros de manera visual y auditiva. Este sistema se compone de los distintos paneles de información visual y el sistema de megafonía y, además está integrado con el sistema de protección contra incendios para reportar oportunamente a los usuarios sobre emergencias.

2.2.6.4 Otras instalaciones

Otros sistemas propuestos por el Estudio de viabilidad técnica, elaborado por Metro de Madrid S.A., incluyen:

■ Protección contra incendios

El sistema de protección contra incendios permite prevenir, controlar y extinguir posibles incendios en el centro de control, estaciones y otra infraestructura del Metro. Este sistema apoya la evacuación de las personas en las instalaciones del Metro, especialmente en estaciones y túneles. En estaciones se compone de un sistema de detección analógica, pulsadores manuales y sirenas; extinguidores y; señalización. En túneles el sistema está compuesto por señalización y columnas secas para el uso de los bomberos.

■ Ventilación

El sistema de ventilación en estaciones y túneles permite la renovación del aire al interior del sistema, extrayendo aire nocivo e ingresando aire fresco. Esto permite mantener el ambiente oxigenado, a temperatura normal y con presión controlada. En estaciones, la ventilación incluye ventiladores axiales, silenciadores disipativos, sondas de presión, temperatura y humedad, alumbrado y un cuadro eléctrico de mando. En túneles, incluye, además de lo anterior, inclinadores con compuertas circulares.

■ Comunicaciones

El sistema de comunicaciones permite transportar la información de campo al centro de control, y viceversa, para ser entregada de manera oportuna a usuarios y operarios del sistema. Para este sistema se requiere una red IP multiservicio para interconectar los diferentes locales del Metro, una red de acceso de estación (y demás infraestructura) para uso local y conexión con la red multiservicios, una red de

telefonía, radio, redes inalámbricas conectadas a la red multiservicios y un sistema radiante en túneles.

■ **Control de estaciones**

Este sistema permite el control remoto de los dispositivos electromecánicos y de la red eléctrica. El sistema permite el control desde el centro de mando del alumbrado, escaleras eléctricas, ascensores, el sistema de ventilación, bombas, sistema de evacuación, CCTV, megafonía, puertas cancelas en estaciones, entre otros dispositivos de la infraestructura.

■ **Puesto de control central**

El puesto de control central es el conjunto de hardware y software que permiten el control y supervisión de los equipos en campo del Metro. Desde allí se controlan el sistema de señalización ferroviaria, el sistema de recaudo, el sistema de información al usuario y las demás instalaciones mencionadas en esta sección. Está compuesto de puestos de operación y control (especializados para cada sistema en campo), pantallas gigantes, centros de datos y demás infraestructura auxiliar que permite el funcionamiento del sistema.

■ **Instalaciones de climatización en patios.**

Estas instalaciones proveen a las diferentes instalaciones de condiciones climáticas necesarias para el desarrollo normal de las actividades de operación. Se compone de una central térmica, una nave de taller y auxiliares, una nave de estacionamiento y túnel de lavado y cuartos técnicos.

2.2.7 Mantenimiento de la infraestructura e instalaciones

La Infraestructura y las instalaciones requieren mantenimiento adicional al calculado para el material rodante y del acceso a las estaciones. Se han tomado los supuestos del estudio de factibilidad [20] actualizando los valores allí planteados a dólares de 2019 para un costo total de USD 5.2 millones, obtenido con base en los siguientes componentes:

Tabla 23 – Costos de mantenimiento infraestructura e instalaciones Metro para el primer año de operación

Concepto	Valor por km 2019 (USD)	Valor total 2019 (USD)
Total		5.137.272
Maquinaria	65.369	1.438.125
Servicios	12.389	272.569
Mantenimiento de obra civil, instalaciones y cocheras	155.754	3.426.579

Para el costo de mantenimiento de infraestructura e instalaciones se han descontado los costos de operación del sistema de recaudo, dado que estos los cubrirá el concesionario del SITP-Q y se calculan en la sección 2.2.6.2.

2.2.8 Energía

El costo de energía del sistema tiene cuatro componentes principales, la energía de tracción para el movimiento del material rodante, la energía en estaciones, la energía del centro de control y la energía de los talleres.

2.2.8.1 Costos energía de tracción

El costo anual de energía de tracción está definido por el consumo por kilómetro de cada coche que se encuentre en operación, el número de kilómetros operados por los coches que conforman el sistema y la tarifa por kwh que cobra la Empresa Eléctrica de Quito. De tal forma que:

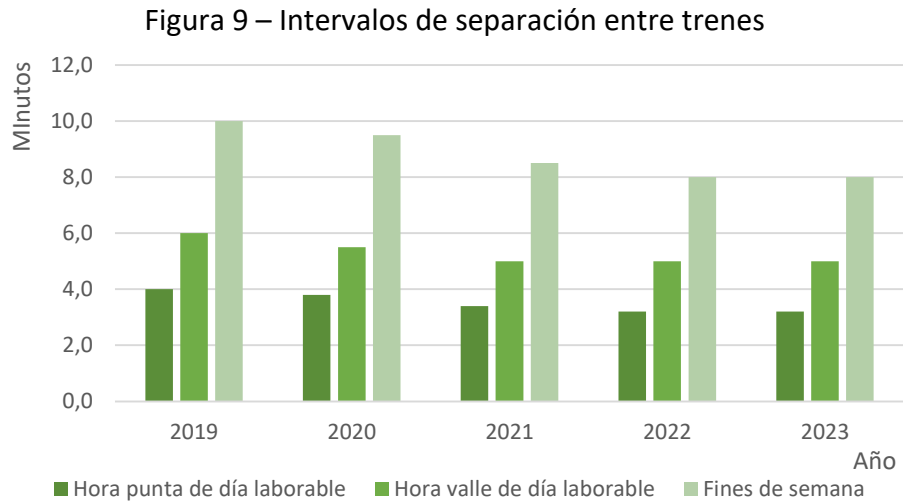
$$\begin{aligned} \text{Costo Energía Tracción} \\ &= \text{Consumo por coche} * \text{Tarifa} \\ &* \text{Kilometros anuales por coche} \end{aligned}$$

Donde

- i. El consumo promedio para energía de tracción de 3.3 kWh por coche. Para ello, se valida este valor propuesto por RATP con los consumos promedios por vagón de otros sistemas¹³.
- ii. El precio de la energía para el año 2016 es de USD 0,06 por kwh corresponde a una ponderación entre las dos tarifas vigentes para media tensión de acuerdo al pliego tarifario para las empresas eléctricas, emitido por la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL) [37], de las 07h00 a las 22h00 se tiene una tarifa de USD 0,061 y de las 22h00 a las 07h00 se tiene una tarifa de USD 0,055. Este valor es susceptible de modificación dada la posibilidad de que para los nuevos modos de transporte se cuente con una tarifa menor.
- iii. El número de kilómetros anuales operados se calcula con base en los siguientes supuestos:
 - o Un recorrido de ida y vuelta sobre la línea 1 de 44.4 km, que incluye dos trayectos de 21.6 km cada uno más 1.2km de maniobras en terminales. De acuerdo a lo expuesto en la sección 2.1.2, se estiman para un día laborable 6 horas de alta demanda y 10 horas valle. Se establece intervalos de separación entre trenes según la hora del día, diferenciándose *headways* para la hora punta de día laborable, la hora valle de día laborable y las horas de los fines de semana y festivos. La

¹³ Se solicitó a Metro de Quito información del fabricante Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles sobre el consumo por tracción de cada vagón. No se tenía respuesta a esta solicitud a la fecha de cierre de este informe.

Figura 9 muestra los intervalos de separación entre trenes considerados para cada periodo.

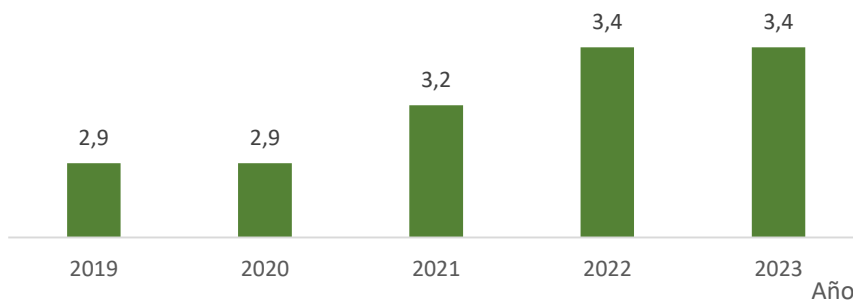


Fuente: Elaboración propia

- El total de coches en operación se calcula como el producto del número de trenes en operación por los seis coches por tren. De tal forma, que para el año 2019 habrá 16 trenes en operación con 6 coches cada uno, para un total de 96 vagones.

Como resultado, se tiene los kilómetros de operación de la flota de trenes del Metro de Quito que se muestra en la siguiente figura. Este kilometraje se multiplica por el número de coches para calcular el consumo total de energía de tracción.

Figura 10 – Kilómetros anuales recorridos por la flota de trenes



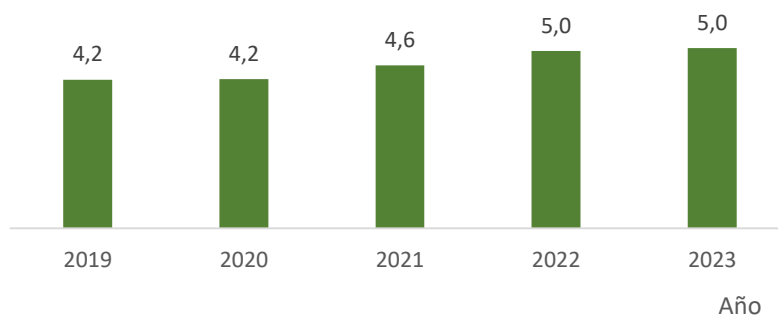
Fuente: Elaboración propia

El costo anual de energía de tracción para el primer año de operación tendrá entonces los siguientes componentes:

Concepto	Unidad	Valor
(x) Tarifa energía	USD/kwh	0.07
(x) Consumo por vagón por kilómetro	Kwh/km	3.3
(x) Kilometraje anual total coches	km	2.932.176

La Figura 11 muestra los costos de energía de tracción para el periodo 2019 a 2023, que incluye el crecimiento en el número de kilómetros recorridos producto del aumento en el tamaño de la flota y de la frecuencia de operación. Adicionalmente, se incorpora el efecto del aumento en la tarifa de energía atendiendo la evolución de los precios del WTI¹⁴ y la inflación.

Figura 11 – Costo anual de energía de tracción (Cifras en USD millones)



Fuente: Elaboración propia

2.2.8.2 Costo energía en estaciones

El costo de energía en estaciones se calcula como:

$$\text{Costo Energía Estaciones} = \text{Consumo por estación por hora} * \\ \text{No. Estaciones} * \text{Horas de operación de estaciones} * \text{No. días de trabajo} \\ * \text{Tarifa energía} *$$

Donde

- i. El consumo promedio estimado por estación es de aproximadamente de 223 kWh, teniendo en cuenta las instalaciones y equipos que serán colocados en cada estación que se listan a continuación:
 - o Sistema de acceso que incluye las escaleras y ascensores que se describen en la sección
 - o Sistema de recaudo que se compone de máquinas de venta y recarga, torniquetes, validadores y equipos para los puntos de personalización que se describen en la sección 2.2.6.2.

¹⁴ La generación de energía del Ecuador tuvo en 2015 la siguiente composición: 49,1% proveniente de centrales térmicas; 45,6% de hidráulicas; 1,6% biomasa; 0,3% eólica y 0,1% solar. Por tanto, para la proyección se incorpora el crecimiento esperado del WTI en el periodo 2016 a 2018 del 33% por su participación dentro de la canasta de costos.

- Sistema de información al usuario que incluye paneles de mensajería descritos en la sección 2.2.6.3.
 - Otros equipos e instalaciones asociadas sistema de protección de incendios, sistema de ventilación, sistema de comunicaciones y el sistema de control de estaciones. Estos sistemas se describen en la sección 2.2.6.4.
 - Iluminación.
 - Sistema de ventilación
 - Antenas de la red móvil instaladas al interior de las estaciones
- ii. El sistema cuenta con 15 estaciones que tendrán un horario de operación de 18 horas diarias los 365 días del año. De esas 18 horas, 16 se consideran como horas de servicio, ya que es durante este periodo que se presta el servicio a los usuarios. Además de las 18 horas de operación se consideran 6 horas adicionales para actividades de limpieza. Durante las 18 horas de operación las estaciones tienen un consumo aproximado de 223Kwh, sin embargo, durante las 6 horas de actividades de limpieza su consumo por hora representa solo el 15% de una hora en operación. Esta marcada reducción en el consumo de energía se debe a que los únicos sistemas que estarán en funcionamiento son ventilación e iluminación. Se tiene que este periodo de actividad representa 0,9 horas equivalentes de operación.
- iii. El precio de la energía para el año 2016 es de USD 0,06 por kwh corresponde a una ponderación entre las dos tarifas vigentes para media tensión de acuerdo al pliego tarifario para las empresas eléctricas, emitido por la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL) [27].

Con base en los anteriores supuestos, el costo estimado por consumo de energía para las estaciones sería de USD 1,69 millones para el primer año de operación.

2.2.8.3 Costo energía Centro de Control

El costo de energía asociado al Centro de Control se calcula como:

$$\text{Costo Energía Centro Control} = \text{Consumo Centro por hora} * \text{Horas de operación} * \text{No. días de trabajo} * \text{Tarifa}$$

Donde

- i. El consumo utilizado para la estructura de costos corresponde a los 500 KVA por hora que establece el informe de RATP. El estudio de factibilidad elaborado por Metro de Madrid no establece una discriminación de costos de energía por tipo de instalación y se limita a realizar la estimación del consumo de energía de todos los elementos diferentes a la energía de tracción como un 25% de la energía de tracción.

- ii. El Centro de Control tendrá un funcionamiento 20 horas al día, los 365 días del año.
- iii. El precio de la energía de USD 0,06 por kwh corresponde a una ponderación entre las dos tarifas vigentes para media tensión de acuerdo al pliego tarifario para las empresas eléctricas, emitido por la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL) [27].

Con base en los anteriores supuestos, se tiene un costo mensual de energía en el Centro de Control de USD 26 mil y un total de USD 316 mil para el primer año de operación.

2.2.8.4 Costo energía talleres

El costo de energía de los talleres se calcula como:

$$\text{Costo Energía Talleres} = \text{Consumo Talleres hora} * \text{Horas de operación de talleres} * \text{No. días de trabajo} * \text{Tarifa}$$

Donde

- i. El consumo utilizado para la estructura de costos corresponde a los 1.000 KVA por hora que establece el informe de RATP. Al igual que en el consumo de energía del Centro de Control, se considera esta la mejor aproximación la de RATP puesto que no hay cantidades discriminadas.
- ii. El consumo de energía de los talleres está dado por 16 horas equivalentes, compuesto por 14 horas de operación y 2 horas equivalentes por actividades de aseo. El periodo de operación de 14 horas está dividido en dos turnos de 7 horas cada uno. Adicionalmente, se contará con un periodo de actividades de aseo a trenes que tiene una duración de 8 horas, en donde cada una de estas horas presenta un consumo de energía del 25% de lo que se consume en una hora de operación. Este consumo reducido representa 2 horas equivalentes de operación.
- iii. En el escenario base se estima que el taller operará 261 días al año, lo que implica que no habrá funcionamiento los fines de semana salvo en el caso de eventualidades.
- iv. El precio de la energía para el año 2016 es de USD 0,06 por kwh corresponde a una ponderación entre las dos tarifas vigentes para media tensión de acuerdo al pliego tarifario para las empresas eléctricas, emitido por la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL) [27].

Con base en los anteriores supuestos, se tiene un costo anual de energía en talleres de USD 219 mil.

Los costos de energía para el primer año de operación serían de USD 4,6 millones, con la descomposición que se presenta a continuación:

Tabla 24 – Resumen de consumos y costos de energía del sistema para el primer año de operación

Energía	Consumo (kwh)	Costo (USD)
Tracción	51.062.806	4.190.538
Estaciones	18.921.600	1.692.017
Centro de Control	3.650.000	316.147
Talleres	3.654.000	301.422
Total	77.288.406	6.500.124

Fuente: Elaboración propia

2.2.9 Personal

En esta sección se describe el personal requerido para la explotación del subsistema metro, no se incluye el personal de mantenimiento y limpieza dado que han sido incluidos en las secciones de mantenimiento y limpieza anteriormente.

2.2.9.1 Modelo institucional para la explotación

El estudio de factibilidad [20], estableció cuatro modelos posibles de explotación:

- Asistencia técnica para la gestión integral por parte de la EPMMQ
- Contrato de operación remunerado mediante un canon de gestión independiente de la demanda y gestión del mantenimiento por parte de la EPMMQ
- Concesión del mantenimiento ordinario y de la operación del servicio a cambio de un pago periódico con una parte fija y otra variable en función de la calidad del servicio y la demanda
- Alianza estratégica Público-Privada entre la EPMMQ y una empresa privada para la operación del servicio y la adquisición del material móvil

De estos, las alternativas a) y b) fueron seleccionadas como las mejores posibles para la municipalidad. Sin embargo, a la fecha no se ha seleccionado un modelo institucional para la explotación.

Fue acordado con la Secretaria de Movilidad y Corporación Andina de Fomento, modelar para la estructura de costos un esquema donde la operación estaría a cargo de una concesión privada. El personal de esta concesión se explica en la sección 2.2.9.2. Este modelo requerirá que la EPMMQ desarrolle labores de control y supervisión sobre el contrato, para ello se requerirá el personal descrito en la sección 2.2.9.3.

De cualquier forma, el modelo financiero en Excel permite la simulación de explotación por parte de la EPMMQ.

2.2.9.2 Estructura de personal de la concesión

La estructura de personal requerida para la explotación del subsistema Metro de Quito ha sido dividida en dos grandes categorías, personal operativo directo, y personal operativo indirecto y administrativo.

■ Personal Operativo Directo

El personal operativo directo incluye las personas requeridas para la operación de los trenes, su fiscalización y el soporte en las estaciones, a continuación, se muestran los supuestos utilizados para la estimación de su costo.

Tabla 25 – Supuestos para cálculo de personal operativo directo

Cargo	Unidad	No.	Salarios básicos
Conductores	pers/tren	5	3,0
Personal por estación	pers/estación	12	1,6
Vigilantes Centro de Control	personas	1	1,6
Vigilantes Estaciones y Talleres	pers/estación	2	1,6
Vigilantes Trenes	pers/tren	1	1,6

Fuente: elaboración propia

Los conductores han sido calculados con un indicador por tren de 5 conductores, ajustando los turnos por la cantidad de días laborables y fines de semana, de igual forma se ha realizado el cálculo de personas por estación y fiscalizadores. Para el cálculo de vigilantes se ha considerado el horario de operación con el fin de obtener el número de turnos requeridos.

Tabla 26 – Planta de personal operativo

Personal Operativo	568
Conductores	80
Personal por estación	252
Vigilantes Centro de Control	5
Vigilantes Estaciones y Talleres	154
Vigilantes Trenes	77

Fuente: Elaboración propia

Personal operativo indirecto y administrativo

El personal operativo indirecto y administrativo recoge las actividades que procuran por el buen funcionamiento del subsistema Metro, pero sin ser consideradas como operación.

Personal Operativo indirecto y Administrativo	No.	Salario (En Salarios Básicos)
Gerencia General	7	33,5
Gerente General	1	19,2
Auditor Interno	1	7,2
Profesional de control interno	3	11,7
Secretario(a) General	1	4,2
Secretaria de Gerencia	1	
Dirección de Comunicación	7	19,2
Director de Comunicación	1	4,2
Encargado de contenidos y medios	1	4,2
Encargado de diseño e imagen	1	4,2
Encargado de promoción y difusión	1	4,2
Encargado de atención al usuario (nivel 2)	3	
Gerencia de Planeación	7	19,2
Gerente de planeación	1	8,9
Profesional de planeación	1	19,2
Gerente de proyectos	1	8,9
Profesional de proyectos	1	8,9
Profesional de programación	1	4,2
Analista de modelos (admon software planeación)	1	4,2
Analista de datos e información	1	
Gerencia de IT	14	19,2
Gerente de IT	1	3,0
Técnicos de IT	8	8,9
Profesional Datos e información	3	3,0
Auxiliar administrativo	2	
Gerencia de Operación	11	19,2
Gerente de operación	1	10,2
Coordinador de seguridad	2	10,2
Coordinador de canales de información	1	5,5
Profesional de canales de información	1	10,2
Coordinador de recaudo	1	4,2
Analista de recaudo	3	4,2
Analista de operación	2	
Gerencia de Equipos e Instalaciones	7	19,2
Gerente de Equipos e Instalaciones	1	10,2
Coordinador de almacén	1	8,9
Profesional de telecomunicaciones	1	8,9
Profesional de material rodante	1	8,9
Profesional Electromecánica	1	8,9
Profesional Eléctrico	1	8,9

Profesional automatización y control	1	
Gerencia de Infraestructura	3	19,2
Gerente de Infraestructura	1	8,9
Profesional de recursos físicos	1	8,9
Profesional Equipos Técnicos de Obra	1	
Gerencia Jurídica	4	19,2
Gerente Jurídico	1	10,2
Subgerente Jurídico	1	5,5
Profesional Contratación Internacional	1	5,5
Profesional Contratación Local	1	
Gerencia Financiera y Administrativa	38	19,2
Gerente Financiero y Administrativo	1	10,2
Tesorero	1	4,2
Analista de tesorería	2	10,2
Contador	1	4,2
Analista contable	6	10,2
Jefe de Gestión Humana	1	5,5
Profesional de gestión del talento humano	1	4,2
Instructores	6	3,0
Auxiliar de capacitación	2	4,2
Analistas de nómina	5	4,2
Analista de selección	1	5,5
Profesional de bienestar laboral	1	8,9
Profesional HSEQ	3	7,2
Profesional Ambiental	4	7,2
Profesional de gestión financiera	1	7,2
Profesional de gestión administrativa/compras	2	33,5
Gerencia de Mantenimiento	49	19,2
Comando Centralizado (ATS)	9	7,2
Gerente	1	11,7
Coordinador	1	4,2
Ingeniero	1	
Técnico	3	19,2
Trabajador	3	4,2
Otras Instalaciones	7	4,2
Gerente	0	4,2
Coordinador	0	4,2
Ingeniero	1	
Técnico	3	19,2
Trabajador	3	8,9
Vías	9	19,2
Gerente	0	8,9
Coordinador	0	8,9
Ingeniero	1	4,2
Técnico	2	4,2
Trabajador	6	
Energía	15	19,2

Gerente	0	3,0
Coordinador	0	8,9
Ingeniero	1	3,0
Técnico	4	
Trabajador	10	19,2
Obras Civiles	9	10,2
Gerente	0	10,2
Coordinador	0	5,5
Ingeniero	1	10,2
Técnico	2	4,2
Trabajador	6	4,2

Fuente: Elaboración propia

Los cargos asociados a mantenimiento tienen un sobrecosto por la programación nocturna de las jornadas de trabajo¹⁵ que se estima en 50% de las jornadas, a las que se aplica un recargo de 25% de la remuneración básica. De forma similar, el personal operativo, tiene un sobrecosto por la programación de jornadas nocturnas de 22,22% de la programación, 4 de las 18 horas de operación diaria.

Personal del sistema integrado de recaudo

En el escenario que el concesionario privado sea responsable de la operación y mantenimiento del sistema de recaudo, y este no se encuentre a cargo del concesionario del SITP-Q, se incorporan a la planta de personal 4 tipos de cargos: fiscalizadores, personal de taquilla, personal de apoyo en las máquinas de venta y recarga, y personal de supervisión del sistema de recaudo y venta. Con base en la propuesta de Metro de Madrid remitida por EPMMQ, a continuación se resumen el número de cargos asociados a estas actividades:

Tabla 27 – Personal del sistema de recaudo en el escenario de operación y mantenimiento del concesionario del Metro

Cargo	2019
Personal SIR	104
Fiscalizadores	30
Operarios por taquilla	40
Operarios venta y personalización de tarjetas	5
Operador por puesto de telecontrol peaje y venta	29

Fuente: EPMMQ

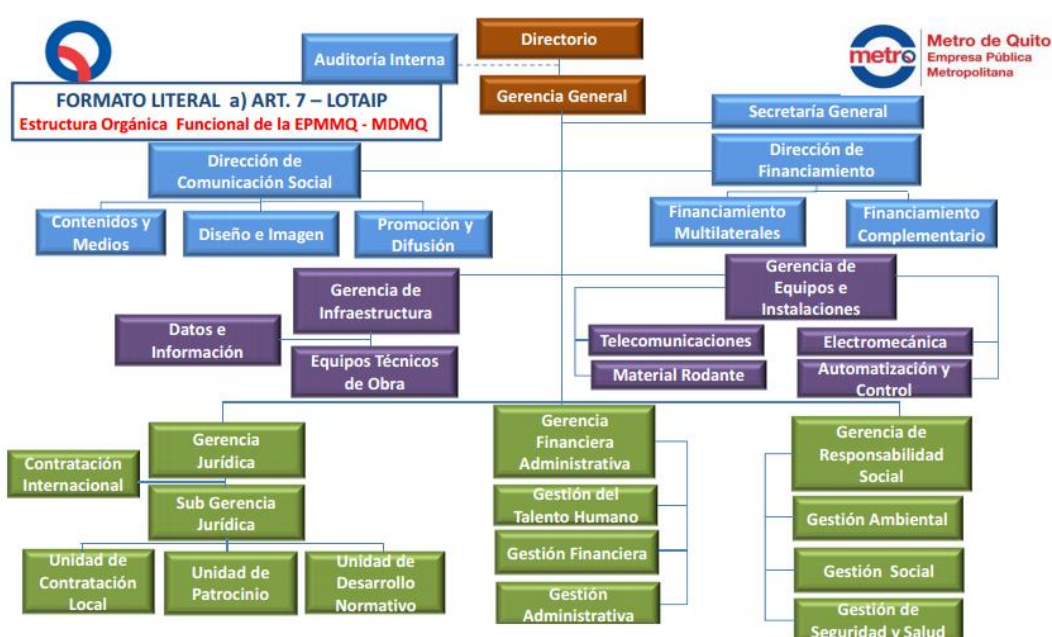
¹⁵ Jornadas que se extienden más allá de las 7PM en la programación de trabajo ordinaria, no se consideran horas suplementarias.

2.2.9.3 Personal de la EPMMQ

La estructura requerida en la EPMMQ para realizar el monitoreo y supervisión del contrato de concesión, se basa en la utilizada para la planta actual, mas no la cantidad de personas actual.

La EPMMQ remitió la organización completa del personal que labora en la actualidad. Sin embargo, esta no se emplea de forma total, de allí se toman las áreas que permanecerían y los niveles salariales existentes asociados por cargo, de esta estructura se han eliminado aquellos cargos que están directamente relacionados con supervisión de la construcción y programas de promoción social. La estructura orgánica actual de la EPMMQ se muestra en la Figura 12:

Figura 12 – Estructura Orgánica EPMMQ



Fuente: EPMMQ [28]

Esta estructura propuesta para el modelo de supervisión sería de 46 funcionarios frente a los 65 empleados que existen en la actualidad. Los salarios mensuales son los reportados por en la planilla actual de la EPMMQ, según se presenta en la Tabla 28.

Tabla 28 – Personal de la EPMMQ

Salarios EPMMQ (x salarios mín)	Salario (En Salarios Básicos)
Gerencia General	
Gerente General	13,4
Auditor Interno	10,7
Profesional de Auditoría Interna	4,9
Secretaria de Gerencia	4,0
Secretario(a) General	9,0

Dirección de Financiamiento	
Director de financiamiento	9,0
Coordinador Institucional	10,4
Coordinador Institucional de Financiamiento	10,4
Analista de Financiamiento	4,0
Dirección Social y Patrimonial	
Director Social y Patrimonial	9,0
Dirección de Planificación y Gestión de la Información	
Directora de Planificación y Gestión de la Información	9,0
Profesional de Administración y Documentación Técnica	6,8
Profesional de Gestión de Información Georeferenciada	6,8
Profesional en Help Desk y Programación	4,9
Coordinación de Comunicación Social	
Coordinadora de Comunicación Social	9,0
Coordinadora Institucional	9,0
Coordinador Social	8,2
Analista de comunicación Social II	4,0
Analista de comunicación Social I	3,6
Analista de atención al usuario (nivel 3)	3,6
Promotor Social	4,0
Asistente Administrativa de Comunicación	4,0
Gerencia de Equipos e Instalaciones	
Gerente de Equipos e Instalaciones	10,7
Profesional de Eléctrica de Potencia	6,8
Profesional de Telecomunicaciones	5,5
Profesional de Adquisiciones	5,5
Profesional electromecánico	5,5
Chofer	1,5
Auxiliar de servicios	1,5
Gerencia de Infraestructura	
Gerente de Infraestructura	10,7
Especialista de Infraestructura	8,2
Profesional de Infraestructura	6,8
Asistente Técnico de Infraestructura	2,9
Vigilantes	2,6
Bodeguero	2,6
Gerencia Jurídica	
Gerente Jurídico	10,7
Subgerente Jurídico	10,1
Profesional Jurídico II	7,7
Profesional Jurídico I	4,9
Coordinadora de Patrocinio	8,2
Gerencia Financiera y Administrativa	
Gerente Financiero y Administrativo	10,7
Contador	6,8
Profesional de Contabilidad	5,5

Tesorero	5,5
Profesional de Presupuesto	5,5
Profesional de Talento Humano	5,5
Profesional de Servicios Administrativos	4,9
Analista de Servicios Administrativos	3,3
Analista de Talento Humano	3,3
Asistente Apoyo Polifuncional	1,9
Gerencia de Responsabilidad Social y Ambiental	
Gerente de Responsabilidad Social y Ambiental	10,7
Coordinador de gestión ambiental	9,0
Especialista de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	8,2
Profesional de Procesos	6,1
Asistente Técnico de Responsabilidad Social y Ambiental	2,9
Asistente Administrativa de Responsabilidad Social y Ambiental	2,9

Fuente: Elaboración propia

2.2.9.4 Factor prestacional

Para el cálculo de las prestaciones del personal contempladas en la legislación, se tomó en cuenta el factor prestacional de acuerdo a las tasas de aportación establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) [23].

Tabla 29 – Factor Prestacional Sector Privado

Parámetro	Valor
Aporte Patronal Sector Privado	11,15%
Seguro de invalidez, vejez y muerte	3,10%
Ley orgánica de discapacidades	0,00%
Seguro de salud	5,71%
Seguro de riesgos del trabajo	0,55%
Seguro de cesantía	1,00%
Seguro social campesino	0,35%
Gastos de administración	0,44%
Décimo tercero	8,33%
Décimo cuarto (% del salario básico)	8,33%
Jornada Nocturna (sin mtto y limpieza)	5,56% ¹⁶
Jornada Nocturna (mtto y limpieza)	12,50% ¹⁷
Fondo de Reserva	8,33%
Vacaciones	4,17%

Fuente: Elaboración propia con base en IESS

¹⁶ 22,22% de programación de jornadas nocturnas para personal operativo por 25% de recargo.

¹⁷ 50% de programación de jornadas nocturnas para mantenimiento y limpieza por 25% de recargo.

Tabla 30 – Factor Prestacional Sector Público

Parámetro	Valor
Aporte Patronal Sector Público	9,15%
Seguro de invalidez, vejez y muerte	1,10%
Ley orgánica de discapacidades	0,00%
Seguro de salud	5,71%
Seguro de riesgos del trabajo	0,55%
Seguro de cesantía	1,00%
Seguro social campesino	0,35%
Gastos de administración	0,44%
Décimo tercero	8,33%
Décimo cuarto (% del salario básico)	8,33%
Fondo de Reserva	8,33%
Jornada Nocturna (sin mtto y limpieza)	5,56%
Jornada Nocturna (mtto y limpieza)	12,50%
Vacaciones	8,33%

Fuente: Elaboración propia con base IESS

2.2.9.5 Costo total de personal

Tomando en cuenta la estructura de personal planteada y el factor prestacional aplicable, el costo mensual del concesionario sería de USD 1,1 millones. El total anual sería de USD 12,9 millones para el primer año de operación.

De otra parte, el costo de operación de la EPMMQ para el control del contrato sería de USD 168 mil mensuales. Por tanto, el costo total anual para el funcionamiento de la EPMMQ sería de USD 2,0 millones para el primer año de operación.

2.2.10 Seguros

Los seguros comprenden el aseguramiento de infraestructura, trenes y otros activos. En particular se contemplan las siguientes pólizas que emplea dicha entidad actualmente:

- **Equipo y Maquinaria:** que cubre la flota con una tasa anual de 0,4% del valor de los trenes. Esta póliza hace parte de la póliza general de equipos y maquinaria del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. La póliza cubre los daños o pérdidas que sufran los bienes asegurados o parte de los mismos como consecuencia de un evento accidental.
- **Vehículos auxiliares:** cubre el valor de vehículos auxiliares de la operación con una tasa de 2,2% anual.
- **Incendio y líneas aliadas:** Cubre el valor de edificios, herramientas, maquinaria y mobiliario con una tasa de 0,1% anual sobre el total del valor de estos activos.

- Equipo electrónico: Incluye el valor de todos los dispositivos instalados en, estaciones y talleres, con una tasa anual de 0,8% sobre el valor asegurado.
- Robo y/o asalto/hurto: cubre el valor de los activos del taller de la entidad con valor de reposición a nuevo, con una tasa anual de 1,2% sobre el valor asegurado.
- Responsabilidad civil: con base en la siniestralidad de la flota cubre gastos médicos de los casos que requieren atención hospitalaria, con una tasa de 1% sobre el valor asegurado.
- Fidelidad: cubre el valor del flujo de caja diaria de la entidad, este valor se encuentra autorizado por la contraloría general del estado, la tasa de esta póliza es de 1,5% sobre el valor asegurado. Esta póliza corre por cuenta del operador del SITP-Q si este sistema es implementado.
- Dinero y valores: esta póliza cubre un valor equivalente al mayor cumulo de dinero que permanece en bóvedas, con una tasa de 0,7% sobre el valor asegurado Esta póliza corre por cuenta del operador del SITP-Q si este sistema es implementado.
- Transporte interno de valores: cubre el valor promedio de efectivo que es transportado diariamente, con una tasa de 2% anual. Esta póliza corre por cuenta del operador del SITP-Q si este sistema es implementado.

Adicionalmente se consideran los siguientes costos:

- Contribución Superintendencia de Bancos y de Seguros: Contribución de 3,5% de la prima neta de seguro.
- Derechos de emisión: 9 dólares de costo por emisión de cada póliza de seguro.
- Seguro campesino: Pago del 0,5% sobre el valor de la prima neta de seguro.

La Tabla 31 presenta las pólizas que tendrá el Metro de Quito, sus tasas y sus respectivos valores asegurables. Los tres últimos ítems se tienen en cuenta en el caso de que el recaudo sea llevado a cabo por un concesionario privado. Si el recaudo, lo lleva a cabo el SITP-Q estos tres ítems estarían ya cubiertos por su pago.

Tabla 31 – Seguros Metro Quito

Póliza	Valor asegurable 2016 (USD)	Tasa
Equipo y Maquinaria	180.985.240	0,4%
Trenes	2.614.760	2,2%
Incendio y Líneas Aliadas	1.638.060.000	0,1%
Equipo Electrónico	163.806.000	0,8%
Robo y/o Asalto/Hurto	9.152.000	1,2%
Responsabilidad Civil	20.000.000	1,0%
Fidelidad	226.697	1,5%
Dinero y Valores	226.697	0,7%
Transporte Interno	226.697	2,0%

Fuente: Elaboración propia

Este valor asegurable base se actualiza anualmente en función de la depreciación del material móvil, equipos e instalaciones; así como, del aumento en el valor de los activos por cuenta de la reposición o aumento de estos mismos elementos.

2.2.11 Impuestos

Los impuestos a los que estaría sujeto el operador son principalmente:

- El impuesto al valor agregado del 14%, que se aplica a seguros, servicios y adquisición de repuestos.
- Distribución de utilidades líquidas para trabajadores que serían del 15% y que solo se aplican en el caso de obtenerse utilidades.
- El impuesto a la renta que es del 30%, una vez deducida la porción de la utilidad líquida que corresponde a los trabajadores.
- Los aranceles del 45% que deberán cancelarse sobre la importación de partes y equipos.

2.2.12 Gastos de Administración

El estudio de factibilidad define unos gastos de administración asociados a la supervisión y control del sistema, servicios exteriores, y diversos (gastos generales) que ajustados a valores de 2016 representan un costo anual de gastos de administración por USD 3.685.932.

Tabla 32 – Gastos de Administración año base 2016

Concepto	Valor (USD)
Gastos de Administración	3.685.932
Supervisión y Control	1.631.478
Servicios Exteriores	1.208.502
Gastos Generales	845.952

Fuente: Estudio de factibilidad Metro de Quito

Se considera que el personal definido tanto en la planta del concesionario como de la EPMMQ es suficiente para la administración del sistema, dado que este incluye personal de control y supervisión de la operación directa de parte del concesionario, y de control contractual por parte de la EPMMQ.

Adicionalmente, los requerimientos de servicios exteriores han sido considerados en otros costos en algunos casos, y en otros pueden ser realizados con personal de concesionario y de la EPMMQ. Con el fin de discriminar este rubro, se consultó en el informe anual 2015 del metro de Madrid los ítems que contienen los servicios exteriores:

- Cánones y arrendamientos
- Reparación y conservación
- Suministros
- Trabajos exteriores
- Primas de seguros
- Servicios bancarios y similares
- Transportes y fletes
- Comunicaciones
- Relaciones públicas
- Publicidad y comunicaciones
- Gastos jurídicos
- Consultores

Por lo anterior, en el modelo solo se utilizará el supuesto de gastos generales que asciende a USD 845 mil en precios de 2016, que equivalen a USD903 mil para el primer año de operación.

2.2.13 Rentabilidad para el operador

Costo de Equity

Para determinar el costo del patrimonio (*equity*), se utilizó el enfoque de *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), que señala que el costo de capital debe ser igual a la tasa libre de riesgo ajustado por la prima de riesgo multiplicada por el beta del sector (riesgo relativo versus el de mercado), como se muestra en la fórmula a continuación:

$$Ke = Rf + \beta(Rm - Rf)$$

De esta forma, se utilizó como tasa libre de riesgo (Rf) la tasa pasiva del Banco Central que es del 6%. Como beta del sector se utilizó un 1,08 y como prima de riesgo (Rm – Rf) un 15.7%, utilizando en ambos casos como fuente la base de datos de Damodaran.

En total, se obtuvo como costo de capital un 23%. Esta tasa es la que se utiliza como valor objetivo mínimo para la TIR del flujo de caja libre del *equity* (TIRE) del modelo.

Costo de Deuda

Para el costo de la deuda, se tomó como referencia la publicación del Banco Central de Ecuador donde se reportan las tasas de colocación del país por segmento. Para este ejercicio se toma la tasa del 10.12% que aplica al segmento empresarial.

Costo Ponderado Promedio de Capital (WACC)

Una vez determinado el costo de la deuda (Kd) y el del patrimonio (Ke), el último paso consiste en calcular el costo promedio ponderado del capital (WACC, por sus siglas en inglés), utilizando la siguiente fórmula:

$$WACC = \left(\frac{D}{D + E} \right) Kd(1 - t) + \left(\frac{E}{D + E} \right) Ke$$

Donde el costo de deuda es ajustado por el escudo fiscal que genera el pago de los intereses (“t” es la tasa promedio de impuestos).

Un factor importante a tener en cuenta es la mezcla entre deuda y capital del accionista, que determinan las ponderaciones de cada fuente de fondos en el WACC. Para la determinación del WACC, se utilizó una mezcla de 60% deuda y 40% *equity*, que garantiza por un lado un esfuerzo razonable de capital por parte del accionista y por otro un nivel de apalancamiento (2.5x) y de carga financiera que no pone en riesgo la sostenibilidad financiera del proyecto.

Con estas condiciones, el costo ponderado promedio de capital se determinó en 13%.

2.3 Resultados y conclusiones

La estructura de costos comprende costos operacionales, financieros y de inversión del subsistema de transporte público de Quito, cuyos principales resultados se presentan a continuación.

2.3.1 Plazo de explotación y Vida útil

El periodo de explotación del sistema analizado es de 35 años, esta duración corresponde a la vida útil del material rodante. Sin embargo, algunos elementos del sistema tienen una vida útil inferior a este plazo. A continuación, se resumen la vida útil de los elementos que componen el subsistema de transporte público Metro de Quito.

Tabla 33 – Resumen de vida útil de componentes Metro de Quito

Elemento	Vida útil (años)
Material Rodante	35
Sistema de Señalización	25-30
Subestaciones	15
Otras Instalaciones	17

Fuente: Elaboración propia

Para los anteriores activos que tienen una vida útil inferior al periodo de explotación, deberán realizarse nuevas inversiones.

2.3.2 Resultados

Los costos operacionales del sistema estarán determinados por los siguientes elementos descritos en las secciones previas del documento:

- El mantenimiento del material rodante y las instalaciones.
- El mantenimiento de obras menores ejecutadas en estaciones e infraestructura.

- El consumo de energía eléctrica de tracción de los trenes; así como, el que demanden los equipos e iluminación en estaciones, el Centro de Control y Talleres.
- El personal de administración y operación del concesionario responsable de la operación; así como, el personal de la EPMMQ requerido para realizar la supervisión del contrato de concesión. En ambos casos se incluyen las cargas prestacionales asociadas.
- Los seguros sobre el material rodante y la infraestructura.
- Los impuestos que deberá cubrir el concesionario y que incluyen IVA, aranceles, impuesto a la renta y la distribución de utilidades a los empleados.
- Los resultados presentados son el resultado de la simulación de un escenario que contempla el recaudo por el SITP-Q.

El costo operacional anual del sistema asciende a USD 48,7 millones para el primer año de operación. Estos deberán ser cubiertos por el concesionario responsable de la operación del sistema, a excepción del costo de recaudo que será traslado directamente al concesionario del SITP-Q. Esta cifra equivale a un costo mensual de USD 5,4 millones.

Tabla 34 – Resumen componentes de costos operacionales del Metro para el primer año de operación

Componentes	Costo Anual (USD)¹⁸	Costo Mensual (USD)¹⁹
Costos de operación concesionario	48.647.406	4.053.951
Personal	12.882.893	1.073.574
Energía	6.500.124	541.677
Mtto Material Rodante	6.421.487	535.124
Mtto Infraestructura	5.137.272	428.106
Mtto Estaciones	419.641	34.970
Limpieza	1.595.123	132.927
Recaudo	5.417.827	451.486
Seguros	4.908.943	409.079
IVA y Aranceles	4.461.097	371.758
Administración	902.998	75.250

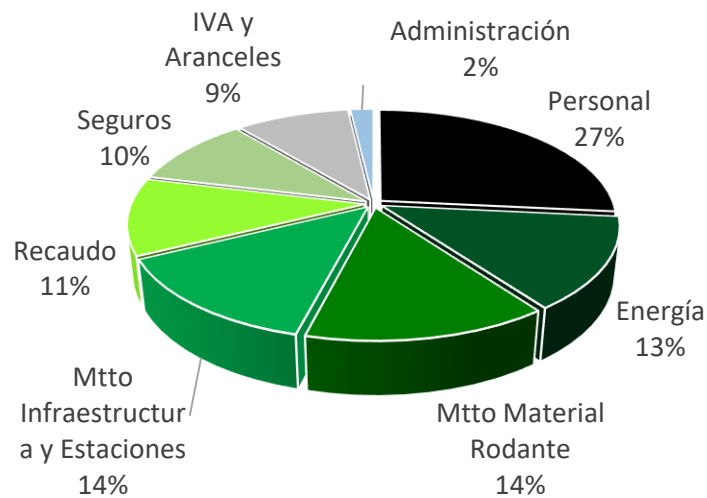
Fuente: Elaboración propia

Esta composición permite identificar que el rubro de mantenimiento del material rodante, infraestructura e instalaciones es el más significativo y representa el 28% de los costos totales de operación. El segundo componente en importancia es la planta de personal requerida para la operación, la cual representa el 27% de los costos totales. El tercer elemento en importancia es el costo de energía con el 13% de participación sobre el total.

¹⁸ Costo para el primer año de operación expresado en precios de 2016.

¹⁹ Ibid.

Figura 13 – Participación de costos operacionales Metro



Fuente: Elaboración propia

Los costos de inversión necesarios para la operación solo incorporan la adquisición del material rodante, elemento que tendrá una amortización de 35 años en el modelo. Las inversiones en infraestructura e instalaciones serían cubiertas con recursos públicos. Dentro de la estructura de costos se incluye de manera independiente el valor a remunerar para la totalidad de flota, y que permitiría una vez terminado el periodo de explotación reponer las unidades.

De otra parte, dentro de los costos financieros se incluye el margen que deberá garantizarse al concesionario responsable de la operación. Finalmente, la planta de personal requerida en la EPMMQ para la supervisión del contrato tendría un costo anual de USD2,4 millones para el primer año de operación, este rubro se incluye dentro de los costos totales de personal.

A partir de estos resultados anuales y con base en los kilómetros recorridos, se calcula un costo de operación de USD2,789 por kilómetro-vagón, que cubre la remuneración del concesionario privado responsable de la operación del subsistema (USD2,345), los costos de funcionamiento de la EPMMQ (USD0,137) y la remuneración del concesionario de recaudo (USD0,308). A partir del año 2021 se incluye la remuneración del concesionario del Metro por la compra de los trenes adicionales requeridos para atender el incremento de la demanda. La Tabla 35 – Costos por vagón-kilómetro Metro para el primer año de operación resume los componentes de la tarifa por kilómetro-vagón.

Tabla 35 – Costos por vagón-kilómetro Metro para el primer año de operación

	2019	2020	2021
Tarifa por Km-vagón (USD)	5,940	5,954	5,683
Para cubrir los costos de operación de la concesión	2,345	2,345	2,345
Provisión Pública de componentes	0,137	0,138	0,128
Recaudo	0,308	0,320	0,300
Depreciación Material rodante adicional	-	-	0,015
Amortización Infraestructura y trenes iniciales	3,151	3,151	2,895

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior incluye como referencia el costo asociado a la amortización de la infraestructura inicial del subsistema, que sería de USD3,151 para el primer año de operación.

La tarifa técnica del subsistema Metro de Quito sería USD 0,36 por pasajero, que cubre la remuneración del concesionario privado responsable de la operación del subsistema (USD0,298), los costos de funcionamiento de la EPMMQ (USD0,017) y la remuneración del concesionario de recaudo (USD0,039). La demanda base utilizada para este caso es de 453.393 que es el valor en día laborable proyectado para el año 2019 en los estudios de Taryet (demanda diaria con inducción).

Tabla 36 – Tarifa técnica Metro para el primer año de operación

	2019	2020	2021
Tarifa (USD)	0,756	0,732	0,748
Para cubrir los costos de operación de la concesión	0,298	0,288	0,308
Provisión Pública de componentes	0,017	0,017	0,017
Recaudo	0,039	0,039	0,039
Depreciación Material rodante adicional	-	-	0,002
Amortización Infraestructura y trenes iniciales	0,401	0,387	0,381

Fuente: Elaboración propia

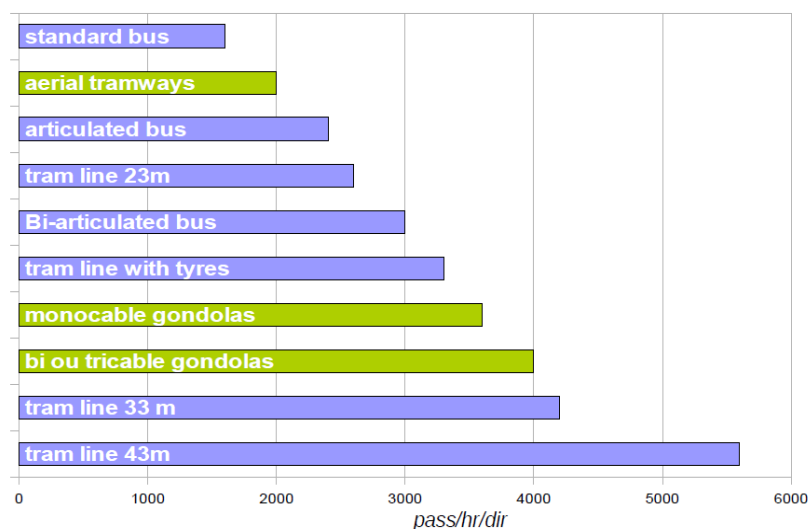
La tabla anterior incluye como referencia el costo asociado a la amortización de la infraestructura inicial del subsistema, que sería de USD 0,401 para el primer año de operación.

3 Cable

El proyecto de Quito Cables es una iniciativa complementaria al desarrollo y mejora de los sistemas BRT, el transporte convencional, y el futuro metro de Quito. El subsistema Quito Cable comprende la construcción de líneas de cable aéreo que permitirán atender la demanda de la población ubicada en las laderas de montaña, dando prioridad a aquellos sectores donde la geografía y el desarrollo urbano generaron una compleja red vial intracantonal que dificulta el tránsito de buses para la prestación del servicio de transporte de pasajeros. El objetivo es que el nuevo subsistema tenga una fácil integración con otros modos de transporte.

Dependiendo de la configuración de las líneas y principalmente su longitud, los sistemas de cable proveen una capacidad de hasta 4.000 pph con un nivel de servicio que se considera satisfactorio en comparación con la capacidad de otros sistemas de transporte.

Figura 14 – Capacidad de diversos sistemas de transporte – Frec. 3 min., 4 personas/m²



Fuente: CERTU, STRMTG [29]

Este modo de transporte se ha extendido en Latinoamérica, registrándose experiencias en Brasil, Bolivia, Colombia, y Venezuela. Estos países han adoptado este modo como complemento a la operación de otros subsistemas de transporte, generando impacto positivo en términos de cobertura y accesibilidad para los residentes de las áreas intervenidas.

3.1 Antecedentes

3.1.1 Estudios Previos

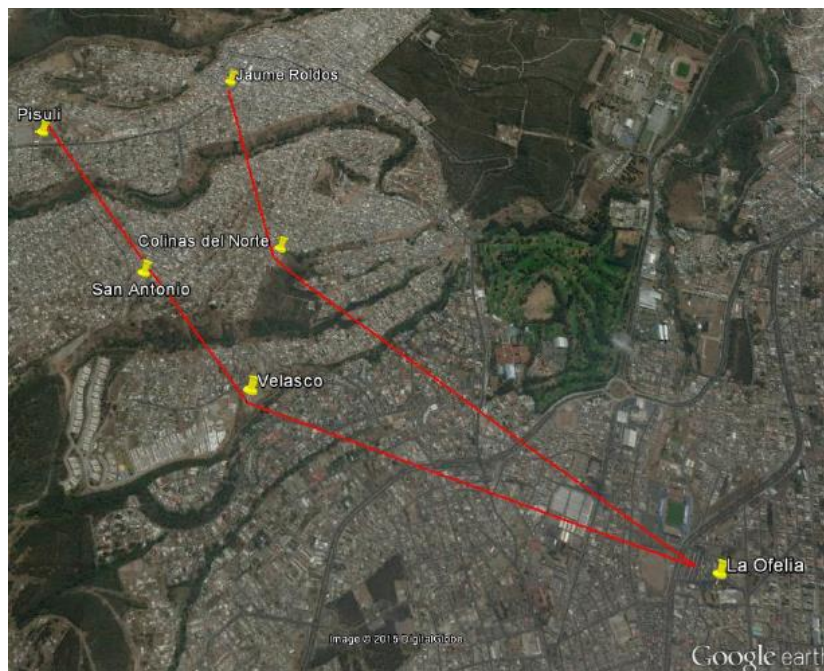
El municipio de Quito ha venido adelantando diversos estudios para la determinación de la localización y operación de las líneas de cable. Los primeros estudios de prefactibilidad técnica fueron elaborados por las firmas CBS Ingeniería S.A. [30] y DCSA

Ingenieur Conseil [31]. Posteriormente INECO realizó un análisis de la viabilidad económica de líneas que recoge los resultados de los primeros estudios [32].

El estudio de DCSA contempló la construcción de cuatro líneas, a saber:

- La **línea azul** contempla la construcción de dos circuitos. El circuito 1 iría desde la estación intermodal de la Ofelia a Roldós y tendría una parada intermedia en Colina del Norte. El circuito 2 comunicaría desde la Ofelia hasta Pisulí y tendría como estaciones intermedias San Antonio y Velasco. La longitud total del circuito era de 7.9 kilómetros.

Figura 15 – Líneas Pisulí – La Ofelia y Jaime Roldós – La Ofelia (DCSA)



Fuente: DCSA [31]

- La **línea roja** se extiende desde Criollos hasta Los Chillos con una extensión de 11 kilómetros. La línea tendría un total de 6 estaciones, con 4 estaciones intermedias Mena 2, Solanda, La Argelia Alta y Conocoto.
- La **línea naranja** propuesta comunica La Carolina con Tumbaco y contaría con dos estaciones intermedias, Simón Bolívar y Cumbayá. La línea tendría una extensión de 7.9 kilómetros.
- La **línea amarilla** contaría en los 1,2 kilómetros de recorrido con solo tres estaciones en El Tejar, Toctuico y Toctuico Alto.

A continuación, se resume la demanda estimada en cada una de las líneas del subsistema de Quito Cable, que fue planteada en el estudio de DCSA:

Tabla 37 – Demanda en estudios de pre-factibilidad Quito Cable

Línea	Par Origen-Destino	Demanda
Azul	Pisulí y Roldós-Ofelia	41.000
Roja	Criollos – Los Chillos	40.000
Naranja	La Carolina – Tumbaco	50.000
Amarilla	El Tejar – Toctuico Alto	20.000

Fuente: DCSA

El subsistema diseñado por DCSA contaría entonces con una extensión total de 28 km y podría atender una demanda total de 150 mil pasajeros.

Posterior a la finalización de los estudios de pre-factibilidad, la Secretaria de Movilidad decidió contratar un análisis de detalle para la línea que atendería la demanda de los sectores de Pisulí y Roldós.

3.1.2 Estudios de factibilidad

El estudio de viabilidad técnica de la que sería la primera línea de Quito Cables, la cual atendería la demanda de los sectores de Pisulí y Roldós, estuvo a cargo de la Escuela Politécnica Nacional. Dicho estudio ha sido útil para proporcionar elementos de ingeniería de detalle asociado al diseño de la red de suministro de energía eléctrica y la definición de la forma en la que se brindará acceso al cable de los residentes de Pisulí.

De otra parte, la Pontificia Universidad Católica del Ecuador realizó estudios para esta línea asociado a la demanda en estaciones y la red de alimentación.

Con base en lo anterior, el estudio de estructura de costos se desarrollará para los circuitos de la línea de Quito Cables destinado a atender la demanda de Roldós y Pisulí. Debido a que solo para esta línea existe una definición clara de su recorrido y datos sobre las características operaciones y de demanda.

3.2 Características operacionales

Las características operacionales del Cable de Quito de este informe se desarrollan con base en el informe técnico elaborado por la Escuela Politécnica Nacional (EPN) para la línea La Ofelia-Roldós-Pisulí. Los estudios previos de pre-factibilidad elaborados por DCSA se utilizan como referencia en algunos casos para complementar o validar la información presentada.

3.2.1 Descripción de la línea

La línea norte de Quito Cables tendría una extensión de 3.718 kilómetros desde la estación Jaime Roldós hasta la estación la Ofelia donde se podrá integrar con el servicio de BRT del Corredor Central Norte. A lo largo del recorrido existirán cuatro estaciones: Ofelia, Mariscal Sucre, Colinas del Norte y Roldós.

En una primera etapa, la línea principal contará con una red de alimentación que llevará la demanda de los barrios cercanos hasta las estaciones de Roldós y Colinas del Norte. Adicionalmente, la red de alimentación cubrirá barrios que no cuentan con rutas de transporte público como son Consejo Provincial, Catzuquí de Velasco y Catzuquí de Moncayo. En una segunda etapa, se construirá un ramal de cable de 1.5 kilómetros para atender la demanda del barrio Pisulí. El ramal partirá desde la estación Colinas del Norte hasta la estación Pisulí y tendría solamente estas dos estaciones terminales.

Figura 16 – Línea Jaime Roldós – Pisulí – La Ofelia



Fuente: Elaboración propia con base en Informe Técnico EPN

3.2.2 Servicios y horarios de operación

El horario de operación del sistema aún no está definido, por lo que para el análisis de estructura de costos se utilizará el periodo de servicio de 18 horas de lunes a domingo propuesto a nivel de pre-factibilidad. Adicionalmente, se consideran las actividades de apertura de estaciones y verificación de los requerimientos mínimos para atender el servicio iniciarían una media hora antes. De otra parte, las actividades de cierre tomarán media hora adicional posterior a la finalización del servicio.

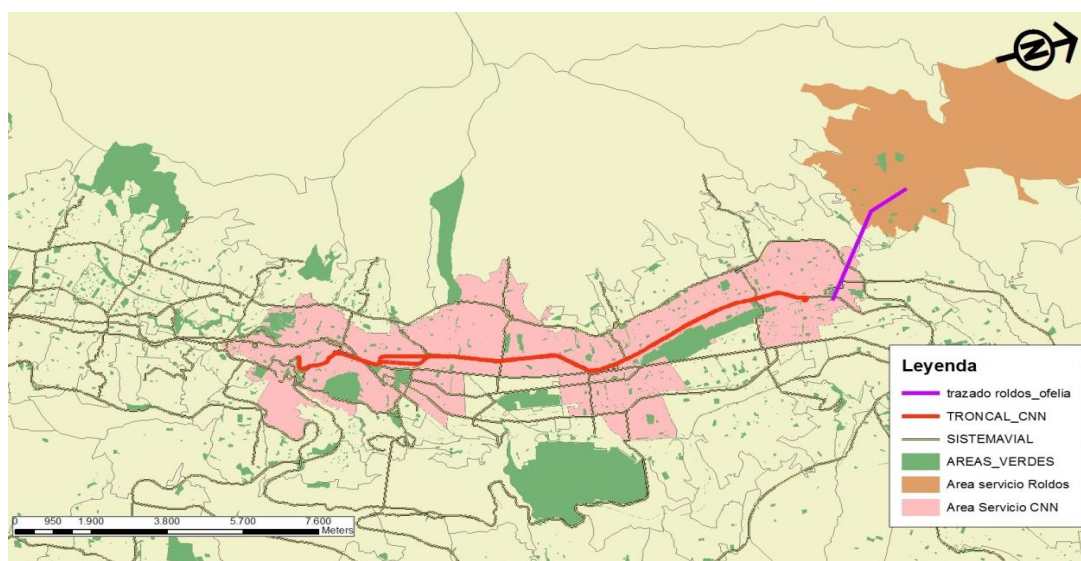
El sistema contará con un periodo punta de demanda en la mañana de 6 am a 7 am y un periodo punta en la tarde de 4pm a 7pm. En total serían 4 horas de operación con alta demanda y 14 horas de operación valle, este supuesto se hace con base en el comportamiento horario de la demanda según la Encuesta Domiciliaria de Movilidad de 2011 [16].

3.2.3 Demanda de la línea Jaime Roldós – La Ofelia

Para establecer la demanda potencial en la zona de influencia, el Informe Técnico de Quito Cable realiza una evaluación del número de viajes en las zonas de Cotocollao, Ponceano, Belisario Quevedo, Concepción, Centro Histórico, Mariscal Sucre, Jipijapa, Rumipamba, Iñaquito, Kennedy, Itchimbia, San Juan, Chimbacalle, y Puengasi.

Para ello, se toma la matriz origen destino de viajes en transporte público por ZAT generadas para el estudio de demanda del Metro de Quito, esto con el fin de determinar los viajes generados y atraídos que se producirán en conjunto con el Corredor Central Norte en la zona de influencia²⁰.

Figura 17 – Áreas servidas por el proyecto



Fuente: Metro de Madrid [16]

Como resultado, el número de viajes generados es 26.800 en un día laborable, y el número de viajes atraídos es de 26.772 en un día laborable. Para años posteriores se menciona un crecimiento potencial por cuenta del desarrollo en el sector en el que hay una dinámica transformación de uso del suelo de agrícola a residencial, y adicionalmente una saturación de la capacidad de las vías que impediría el flujo de más vehículos por las vías intracantonales.

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) analiza en el estudio de demanda de la línea del cable [33] la demanda de las rutas de alimentación del Corredor Central Norte existentes en la Ofelia. Esto basándose en los datos obtenidos para la ruta de Roldós. La EPN complementa dicho análisis con la inclusión del levantamiento de información para las rutas Planada y Colinas efectuado por la Municipalidad y los

²⁰ Corredor que se articulará con el cable en la estación intermodal de La Ofelia.

operadores del Corredor Central Norte que en total movilizan 28.640 pasajeros en sentido a la Ofelia en un día laborable.

Tabla 38 – Demanda Rutas de Alimentación Existentes

Sector	Pasajeros en sentido a La Ofelia
Planada	9.900
Colinas	6.300
Roldós	12.260
TOTAL	28.460

Fuente: PUCE [33]

La demanda para el cable se ajusta a 17.044 pasajeros en sentido a La Ofelia a partir de la demanda presentada en la Tabla 38. Así, se presenta una reducción de 40% asociada a disminuciones por [33]:

- Reducción de viajes destinos que no serían servidos por las estaciones del cable (20%)
- Reducción de viajes por selección de otro modo de transporte, esto debido a razones como el temor a las alturas, costo del pasaje, entre otras (20%).

La matriz origen-destino por estación de los viajes con validación de acuerdo a la PUCE [33] sería la siguiente:

Tabla 39 – Viajes Pagos Pisulí – La Ofelia

ORIGEN	DESTINO	CANTIDAD VIAJES
Pisulí - Roldós – Colinas del Norte – Mariscal Sucre	Ofelia	17.044
Estaciones Mariscal Sucre y Colinas del Norte	Colinas del Norte- Roldós	3.409
TOTAL		20.453

Fuente: PUCE [33]

En caso de considerar los viajes no validados la demanda total del cable ascendería a 32.384 viajes en día laborable.

Para el desarrollo de los cálculos en el modelo se utiliza información actualizada y revisada por la EPMMOP entregada al consultor. En el Informe de demanda de viajes en el subsistema de transporte público Quitocables, Línea 1 Roldós – Ofelia [34], se determinó que la demanda probable será de 28.000 usuarios diarios.

3.2.4 Capacidad del sistema

La EPN dimensiona un sistema que deberá garantizar una capacidad máxima futura de 2.600 pasajeros por hora sentido, para lo cual se propone el empleo de cabinas con capacidad de 10 pasajeros, esta selección de cabina es acorde a la que estimó originalmente el estudio de DCSA.

De acuerdo a la información proporcionada por la EPMMOP la demanda durante la hora pico del sistema será de 2.200 pasajeros por hora por sentido. El número de cabinas en operación será de 91, más 5 cabinas de reserva para un total de 96 cabinas.

La estimación de cabinas se produjo con los siguientes parámetros:

- Longitud de línea: 3.718 metros
- Velocidad Promedio de operación: 5m/s
- Tiempo de ciclo calculado: 24,79 minutos
- Capacidad por cabina: 10 pasajeros
- Demanda en hora pico: 2.200 pasajeros
- Reserva: 5% (redondeado hacia arriba)

Con las 96 cabinas para la operación, se tiene una capacidad efectiva de 2.202 pasajeros por hora pico con una frecuencia de 16 segundos. Para la hora valle se mantiene la frecuencia de 60 segundos propuesta por la EPN.

3.3 Componentes de la canasta de Costos

La estructura de costos del subsistema de Quito Cable se desarrolla con base en el Informe Técnico del sistema Quito Cable que tienen como referencia estudios de la Escuela Politécnica de Quito y el estudio de demanda preparado por la Pontificia Universidad Católica de Quito para la etapa 1 de la línea Ofelia-Roldós.

En aquellos componentes de costos donde los anteriores estudios no tuvieron el nivel de detalle o desagregación requerido se utilizaron referencia de costos de otros sistemas de Cable en América Latina. Concretamente, las referencias corresponden al subsistema de cable en operación para la ciudad de Medellín y a los estudios de factibilidad de la línea de cable Ciudad Bolívar que posiblemente se desarrolle en la ciudad de Bogotá.

Adicionalmente, para la sección de actividades de mantenimiento y funciones para la operación se utilizó como referencia la Guía Técnica para la explotación, modificación y mantenimiento de Teleféricos elaborada por la Dirección de Infraestructura y Transporte Terrestre y Marítimo de Francia.

3.3.1 Cabinas

Según INECO²¹ el material para la operación de la línea Jaime Roldós - La Ofelia correspondería a cabinas TC10, que tendrían una capacidad de 10 pasajeros cada una y

²¹ Tomado a su vez de DCSA

una vida útil de 20 años. Ejemplos en la región de implementación de sistemas de características similares, incluyen el Metro Cable de Medellín que tiene una capacidad de 3.600 pasajeros por hora y utiliza cabinas fabricadas por POMA. Así como, el sistema “Mi teleférico” en la Paz, Bolivia, donde se alcanza una capacidad de 3.000 pph con cabinas MGD de la empresa Doppelmayr.

Figura 18 – Cabinas de 10 pasajeros en el sistema Mi Teleférico” La Paz, Bolivia



Fuente: Doppelmayr [35].

La adquisición de las cabinas será realizada con recursos de la administración de Quito, por lo que no se consideran como inversiones a cubrir como parte de los costos de explotación. Otra consideración merece su mantenimiento, dado que si formará parte de la estructura de costos.

3.3.2 Estaciones

La línea contará con 4 estaciones en la Etapa 1, en tanto se construye una estación adicional en Pisulí, ésta última funcionará como un ramal de la línea Jaime Roldós – La Ofelia, el análisis considerará dos escenarios:

- Etapa 1: Línea Jaime Roldós – La Ofelia sin ramal a Pisulí, y empleo de rutas de buses alimentadores a este destino.
- Etapa 2: Línea Jaime Roldós – La Ofelia con ramal a Pisulí

De estas estaciones, y según el escenario La Ofelia, Pisulí y Roldós serán de salida y llegada al subsistema de cable, y las estaciones Mariscal y Colinas serán estaciones intermedias.

Según el estudio de la EPN el emplazamiento de las estaciones es el siguiente:

- **Estación La Ofelia.** - Ubicada dentro del complejo de la estación multimodal “La Ofelia” sobre la Av. Diego de Vásquez.

- **Estación Mariscal.** - La misma que se encuentra ubicada sobre la Av. Mariscal Sucre y se constituye en la segunda estación en el recorrido partiendo desde la estación “La Ofelia”. Esta estación articula el margen de la Av. Mariscal con el interior del barrio José del Condado, limitando hacia el oriente con la calle del mismo nombre. Esta estación además de sus funciones específicas con la línea de transporte facilita el paso peatonal en sentido este-oeste.
- **Estación Colinas.** - Esta estación es penúltima antes de la culminación de la línea en la estación Roldós. Esta línea adicionalmente contempla el garaje o bodega de mantenimiento de las cabinas de la línea de transporte.
- **Estación Roldós.** - Ubicada en el extremo occidental de la línea de cable. Se encuentra articulada al terreno municipal en donde se encuentra el Centro de Desarrollo Comunitario del sector.
- **Estación de Transferencia Pisulí.** - Ubicada en el Parque Curiquingue, esta estación servirá temporalmente para integrar el sistema de alimentación de buses a la primera estación de cables, esto mientras en paralelo se construye la estación de cables de Pisulí.

En el estudio de implantación de las estaciones se contempla como un punto importante la accesibilidad a las estaciones directamente desde la vía pública. Como generalidad para todas las estaciones es importante que el sistema de conexión vertical (escaleras) sea visible para el usuario al aproximarse a la estación. Para la accesibilidad universal, se establece que todas las estaciones tengan rampas exteriores y un sistema de elevador eléctrico con cuarto de máquinas en la parte superior.

De acuerdo, a información proporcionada por la Secretaria de Movilidad los costos de operación, limpieza y mantenimiento deberán ser cubiertos por el concesionario.

3.3.3 Cables

De acuerdo al estudio de la EPN el cable al que se acoplan las cabinas (portador-tractor), con base en las normas EN 12927-2 y EN 12385-8 tiene las siguientes características:

Tabla 40 – Características Cable

Tipo de cable	Torones, 6x36 con alma compacta de polímero
Díámetro externo	54 mm
Tensión mínima de ruptura	2044 Kn
Peso por metro lineal máximo	12.500 kg/100m

Fuente: EPN

De acuerdo, a información proporcionada por la Secretaria de Movilidad los costos de mantenimiento de la infraestructura del Cable serán cubiertos por recursos públicos.

3.3.4 Pilonas

La construcción de la línea requerirá 23²² pilonas a lo largo del recorrido de 3,7 km del cable de la línea inicial, y 11²³ pilones si se considera su ramal a Pisulí que incrementa la longitud de cable a 5,2 km. La inversión y los costos de mantenimiento serán cubiertos por el municipio.

Figura 19 – Construcción de pilonas para el MIO Cable (Cali-Colombia)



Fuente: Alcaldía de Cali [36]

De acuerdo, a información proporcionada por la Secretaria de Movilidad los costos de mantenimiento de las pilonas del Cable serán cubiertos por recursos públicos.

3.3.5 Energía Eléctrica

El costo energético de energía del sistema tiene dos componentes principales, el costo de energía de la estación motriz y el costo de energía en cada una de las estaciones. Para estimar el consumo de cada uno de los componentes se tomó como referencia el estudio de ingeniería de detalle de la línea Roldós-Ofelia preparado por la Escuela Politécnica Nacional [37]. Dentro de este estudio se calculó la demanda máxima de energía en una hora, como insumo para diseñar la infraestructura eléctrica del sistema.

Por lo anterior, este estudio sirve de base para el consumo en hora punta y se ajustará para calcular el consumo de hora valle.

3.3.5.1 Consumo de energía eléctrica estación motriz

El consumo de energía más representativo del cable lo requiere la estación motriz del sistema. El costo anual de energía de la estación motriz está definido por el consumo de dicha estación, el número de horas de operación con el uso de máxima capacidad, el número de horas de operación con la demanda de hora valle y la tarifa por kwh que cobra la Empresa Eléctrica de Quito. De tal forma que:

²² Para esta estimación se tomó como aproximación una distancia de 163m entre pilonas del diseño original de la línea Jaime Roldós - La Ofelia, elaborado por DCSA.

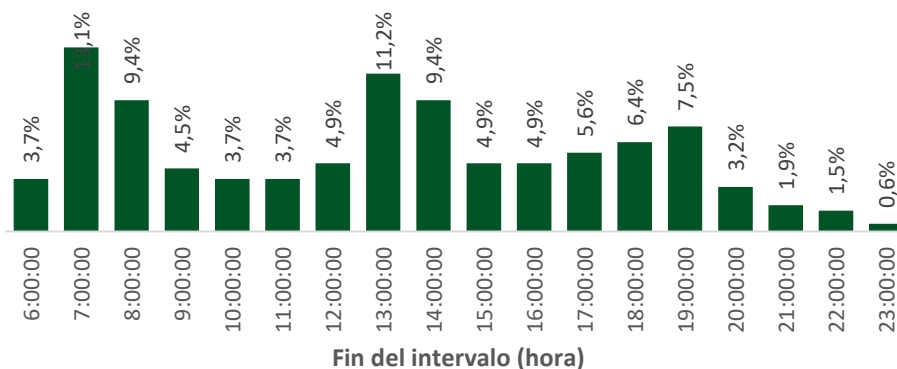
²³ Para esta estimación se tomó como aproximación una distancia de 137m entre pilonas del diseño original de la línea Pisulí – la Ofelia, elaborado por DCSA.

$$\text{Costo energía estación matriz} = \sum_i \text{Consumo}_i * \text{Horas}_i * \text{Tarifa} * \text{Días al año}$$

Donde

- i. Donde *i* representa los tipos de consumo según la hora del día. Para el análisis se consideran 8 grupos diferentes de consumo según el porcentaje de utilización del sistema. A continuación, se explica cómo se definió esta distribución.
- ii. Para las 19 horas de operación se calcula la demanda que atenderá la línea de Cable. Para ello, se estima la distribución de usuarios en la línea a lo largo del día utilizando como proxy los viajes por periodo horario en transporte público que arrojó la Encuesta Domiciliaria de Movilidad de 2011 [16]. La Figura 20 muestra la distribución del total de viajes por hora:

Figura 20 – Viajes en transporte público por periodo horario.



Fuente: Encuesta Domiciliaria de Movilidad [16]

El perfil de demanda por hora permite clasificar la operación en ocho grupos según la carga que exista en el sistema. De tal forma que, en aproximadamente en 2 horas diarias (11% de las 19 de funcionamiento) entre el 80% y el 100% de la capacidad del Cable. La Tabla 41 muestra la distribución de las 19 horas de operación según el porcentaje de uso que se la capacidad total de la línea.

Tabla 41 – No. de horas de operación según capacidad del sistema empleada.

% Uso	Horas al día
100% - 80%	2,00
80% - 70%	2,00
70% - 50%	1,00
50% - 40%	2,00
40% - 30%	4,00
30% - 15%	4,00
30% - 15%	3,00
Menos 15%	1,00
Total	19,00

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se calcula el consumo para cada rango de uso de la capacidad del sistema. Para calcular este consumo, se parte de la potencial nominal de la estación motriz estipulada en los diseños electromecánicos que se resumen a continuación [37]:

Tabla 42 – Potencial nominal estación motriz en hora pico

Elemento	Consumo (kwh)
Estación Colinas	1351,8
Motor Sistema Principal	1225
Ventilador 1	27
Ventilador 2	27
Bomba Lubricadora	3
Iluminación y Fuerza Estación	55,00
Freno 1kW	0,80
Bomba 1kW freno	0,90
Motor 1kW garaje	1,00
UPS 15kVA	12,12

Fuente: Elaboración propia con base en EPN [37]

De acuerdo a lo anterior, la potencia nominal de los elementos sería de aproximadamente 1.350 kwh. Con base en esta información, se realiza el cálculo del costo de energía utilizando un conjunto de supuestos y experiencias de otros proyectos, debido a que no se contaba con un informe a nivel de pre-factibilidad o factibilidad del consumo de energía para el sistema.

Se estima que el consumo a régimen permanente de la línea 1 sería de 1.150 kwh, una vez se ha vencido la inercia del sistema. Esta cifra equivale al consumo de energía en la hora de máxima demanda del sistema.

El consumo para las horas donde no se opera a plena capacidad, se determina en función de la carga o demanda de pasajeros que tiene la línea y que fue presentada en el literal anterior. Como resultado se presenta a continuación el consumo de energía según el uso de capacidad.

Tabla 43 – Consumo de energía por categoría de capacidad

% Uso	Consumo (kwh)
100% - 80%	1.041
80% - 70%	927
70% - 50%	870
50% - 40%	756
40% - 30%	698
30% - 15%	641
30% - 15%	555
Menos 15%	470

- iii. La tarifa utilizada es de USD0,06 por kwh. Esta corresponde a una ponderación entre las dos tarifas vigentes para media tensión de acuerdo al pliego tarifario para las empresas eléctricas, emitido por la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL) [27], de las 07h00 a las 22h00 se tiene una tarifa de USD0,061 y de las 22h00 a las 07h00 se tiene una tarifa de USD0,055. El factor de ponderación empleado fue el perfil de demanda de la Figura 20.
- iv. Se estima una operación de 300 días equivalentes al año.

Con base en la metodología presentada se obtiene un consumo para el primer año de operación de 4.6 MWh que se discrimina por componente a continuación:

Tabla 44 – Consumo anual energía total estación motriz.

Consumo Estación Motriz (kw) año	4572
Motor Sistema Principal	4143
Ventilador 1	91
Ventilador 2	91
Bomba Lubricadora	10
Iluminación y Fuerza Estación	186
Freno 1kW	3
Bomba 1kW freno	3
Motor 1kW garaje	3
UPS 15kVA	41

Aplicando una tarifa por kilovatio de USD 0,06 el costo anual de la energía de la estación motriz es de USD 318 mil.

3.3.5.2 Costo de energía eléctrica estaciones

El costo anual de energía en estaciones se calcula como:

$$\begin{aligned}
 & \text{Costo Energía Estaciones} \\
 &= \sum_i \text{Consumo por hora}_i * \text{Horas operación} \\
 & \quad * \text{Días de operación} * \text{Tarifa}
 \end{aligned}$$

Donde

- i. El consumo de energía eléctrica de las estaciones está dado por los elementos que éstas contienen, esos elementos son:
 - Planta Subsuelo:
 - Luminarias tipo led medidas 120x30 sobrepuesta 45W
 - Luminarias tipo led sobrepuesta 40W-120V

- Luminarias autónomas de emergencia
- Tomacorriente doble polarizado 15A-120V (Normales)
- Tomacorriente doble polarizado 15A-120V Estabilizados
- Sistema Hidroneumático:
 - Sistema Hidroneumático motor 5 HP
 - Sistema contra incendios motor 10 HP
- Sistema Mecánico:
 - UI-1/UE-1; UNIDAD SPLIT TIPO CASSETTE 9,000 BTU/H; R410-A 1 HP 220 V
 - UI-1/UE-1; UNIDAD SPLIT TIPO CASSETTE 12,000BTU/H; R410-A 1 HP 220 V
 - EB-1,2: 'EXTRACTOR DE BAÑO 70 CFM 1/20 HP 110 V
- Sistema Electromotriz (menos la estación colinas)
- Planta Baja:
 - Luminarias tipo led medidas 120x30 sobrepuesta 45W
 - Luminarias tipo led medidas 120x60 sobrepuesta 70W
 - Luminarias tipo led sobrepuesta 40W-120V
 - Luminarias tipo led sobrepuesta 20W-120V
 - Luminarias tipo aplique alto Led 20W-120V
 - Luminarias tipo aplique bajo Led 20W-120V
 - Luminarias autónomas de emergencia
 - Luminarias tipo LED 150W-220V simples
 - Luminarias tipo LED 150W-220V dobles
 - Tomacorrientes dobles polarizados 15A-120V (Normales)
 - Tomacorrientes dobles polarizados 15A-120V Estabilizados
- Planta Alta:
 - Luminarias tipo campana Led 200W-220V
 - Luminarias tipo led medidas 120x60 sobrepuesta 70W
 - Luminarias autónomas de emergencia
 - Tomacorrientes dobles polarizados 15A-120V (Normales)
 - Tomacorrientes dobles polarizados 15A-120V Estabilizados
 - Salida para equipo ascensor

Estos elementos registran un consumo de 187,5 kwh, según se indica en la Tabla 45.

Tabla 45 – Consumo de energía eléctrica edificaciones hora pico.

Estación	Ofelia	Roldós	Pisulí ²⁴	Mariscal	Colinas	Total
Consumo Total	35,58	34,79	34,79	35,47	46,90	187,53
Planta Subsuelo	1,50	0,62	0,62	0,00	0,00	2,74
Sistema Hidroneumático	5,68	5,68	5,68	5,68	5,68	28,38
Sistema Mecánico	1,46	3,35	3,35	1,39	9,13	18,69
Sistema Electromotriz	9,78	9,78	9,78	9,78	0,00	39,13
Planta Baja	9,07	7,79	7,79	6,10	18,61	49,36
Planta Alta	8,08	7,57	7,57	12,52	13,48	49,23

Fuente: Elaboración propia, con base en EPN [37]

- ii. Se utiliza un horario de operación de 19 horas diarias en funcionamiento los 365 días del año.
- iii. La tarifa de energía es de USD 0,06 kwh.

El consumo total de las estaciones para el primer año de operación (año 2018) es de 747.587 kwh, que representan un costo anual de USD 49 mil.

Tabla 46 – Consumo y costo anual energía edificaciones

Estaciones	Consumo anual (kwh)	Costo año 1 (USD miles)
Total	746.582	49,1
De salida y Llegada	343.965	22,6
Ofelia	173.901	11,4
Roldós	170.064	11,2
Adicionales (Pisulí) ²⁵	0	0,0
Intermedias	402.617	26,5
Mariscal	173.380	11,4
Colinas	229.237	15,1

3.3.6 Alimentación

De acuerdo al diseño operacional de la línea Jaime Roldós- a Ofelia planteado por la EPN [37], se requiere alimentación del sistema de cable mediante rutas de buses de 9 metros que trasladen los pasajeros a las estaciones Roldós y Colinas del norte. La Figura 21 muestra el recorrido de las líneas alimentadoras contempladas en los estudios de la EPN.

²⁴ Se toma para la estación de Pisulí una configuración de referencia idéntica a la presentada en la estación Roldós.

²⁵ No computa dado que no está en funcionamiento en el primer año de operación.

Tabla 47 – Estimación demanda y kilometraje día laborable alimentación Línea Jaime Roldós – La Ofelia.

Ruta	Km trazado	Velocidad	Tiempo Ciclo (min)	Flota	Intervalo (min)	Km total día laborable	Dda Hora pico (diseño)
Tiwinza la paz - Pisulí - Est. Roldós	6,3	18,9	20	4	5	869,4	480
Consejo Provincial - Est. Roldós	3,3	13,2	15	3	5	455,4	480
Catzuquí de Moncayo - Est. Roldós	9,1	18,2	30	1	30	209,3	80
Catzuquí de Velasco - Est. Roldós	11,4	28,5	24	2	12	655,5	200
Planada -Est. Colinas del Norte	5,9	17,7	20	4	5	814,2	480
Rancho los Pinos - Caminos de la libertad - Est. Colinas del Norte	4,1	12,3	20	4	5	565,8	480

Fuente: Elaboración propia con base en estudio de la EPN

El kilometraje promedio mensual requerido en el primer año de operación del cable sería de 5.437 km diarios por bus. La expansión de este kilometraje de día laborable por un factor de 317 días equivalentes al año resulta en un recorrido de la flota de alimentación de 1.174 mil kilómetros anuales.

Tabla 48 – Kilometraje rutas alimentación año 1

Kilómetros Total	1.174.398
Tiwinza la paz - Pisulí - Est. Roldós ²⁶	286.033
Consejo Provincial - Est. Roldós	149.827
Catzuquí de Moncayo - Est. Roldós	68.860
Catzuquí de Velasco - Est. Roldós	215.660
Planada -Est. Colinas del Norte	267.872
Rancho los Pinos - Caminos de la libertad -Est. Colinas del Norte	186.148

Fuente: Elaboración propia

Con un costo medio de USD 1,2 por km, el costo de la alimentación para el primer año de operación sería de USD 1.466 miles.

²⁶ Las rutas Tiwinza la paz - Pisulí - Est. Roldós y Catzuquí de Moncayo - Est. Roldós serían desmontadas en el escenario de la entrada en operación del ramal Colinas del norte-Pisulí.

Tabla 49 – Costo de alimentación año 1 (2018)

Rutas	Costo año 1 (miles USD)
Total servicio alimentación	1.466
Tiwinza la paz - Pisulí - Est. Roldós	357
Consejo Provincial - Est. Roldós	187
Catzuquí de Moncayo - Est. Roldós	86
Catzuquí de Velasco - Est. Roldós	269
Planada -Est. Colinas del Norte	334
Rancho los Pinos - Caminos de la libertad -Est. Colinas del Norte	232

Fuente: Elaboración propia

3.3.7 Mantenimiento del Cable

El costo de mantenimiento lo componen los costos de repuestos y consumibles, los costos de servicios asociados a mantenimiento especializado que sería subcontratado y los costos del personal encargado del mantenimiento.

El control de mantenimiento se lleva a cabo según las horas de operación, a modo de ejemplo se tienen las siguientes rutinas de inspección según la programación del Metrocable de Medellín [39].

Tabla 50 – Rutinas de Mantenimiento

Inspección	Frecuencia de rutinas de mantenimiento	Horas de Operación
0	Todos los días	18
1	Todas las semanas	125
2	Todos los meses	550
3	Cada 3 meses	1.650
4	Cada 4 meses	2.200
5	Cada 6 meses	3.300
6	Todos los años	6.600
7	Cada 18 meses	10.000
8	Cada 2 años	14.000
9	Cada 3 años	200.000

Fuente: Metro de Medellín [39]

A continuación, se presenta una descripción de las inspecciones principales. Las actividades están basadas en información del Cable de Medellín y la Guía Técnica para

la explotación, modificación y mantenimiento de Teleféricos elaborada por la Dirección de Infraestructura y Transporte Terrestre y Marítimo de Francia.

- Inspección 0 corresponde al control y pruebas de cierre que se realizan diariamente, donde se verifica el adecuado funcionamiento de los cables de apoyo, la orientación y la rotación de los rodillos, el libre paso de las góndolas y la inspección visual de las poleas.
- Inspección 1 se realiza de forma manual semanal e incluye una revisión del funcionamiento de los botones de parada en las estaciones; una inspección visual detallada de los frenos; y una prueba de motor después de verificar los niveles de agua, aceite y combustible.
- Inspección 2 se efectúa mensualmente e incluye una inspección visual de los cables de soporte, los dispositivos de sujeción, los elementos de soporte y de desvío de cable ubicados en los pilones; los cables de alimentación y las cabinas (sin desmontarlas).

Dentro de esta inspección mensual se realizan pruebas al sistema de frenado a velocidad normal y con vehículos acoplados para medir distancias en vacío y tiempos de rotación; se realiza una activación manual de frenos y el posterior arranque del sistema para verificar su buen funcionamiento; y se activa el sistema de energía de respaldo para garantizar su disponibilidad en caso de emergencia. Adicionalmente, se verifica la limpieza de armarios eléctricos de la instalación con el fin de prevenir los riesgos de incendio.

- Inspección 6 es de periodicidad anual. Comprende revisiones parciales de todos los componentes sin desensamblar ningún sistema; requiere trabajo continuo de varios días [39].
- Inspección 9 es realizada cada tres años. Comprende revisiones completas que implican intervenciones mayores en elementos que sean susceptibles de desgaste; para esta intervención se prevé la parada del sistema por un tiempo no inferior a una semana [39].

3.3.7.1 Repuestos y consumibles

El grupo de repuestos y consumibles hace referencia a la administración y rotación del inventario de repuestos e insumos que se utilizan frecuentemente en el mantenimiento de los equipos. Los sistemas para los que se controlan los paquetes de repuestos son los siguientes:

- Motriz
- Tensión

- Línea
- Estación
- Eléctrico
- Cabinas

Los elementos de costo han sido clasificados de acuerdo al ítem generador del mismo, con base en consultas de los estudios realizados para la factibilidad de los cables aéreos de Bogotá. La Tabla 51 presenta los valores unitarios de repuestos y consumibles obtenidos mediante cotizaciones en el mercado.

Tabla 51 – Costo Unitario Repuestos y Consumibles

ITEM	Unidad	No. Elementos	Costo Unitario Año 2016 (USD)
Repuestos y consumibles			
Elementos repuestos electromecánicos y de la infraestructura para estaciones	Estaciones	4	84.496
Elementos de línea	Pilonas	23	2.092
Elementos de cabinas	Cabinas	85	105
Consumibles	Cabinas	85	37

Fuente: Elaboración Propia, Con base en EPN [37] y consultas.

El costo total de repuestos y consumibles para el primer año de operación (sin el ramal a Pisulí) se calcula a partir de los costos unitarios por paquetes de repuestos y el número de elementos de cada tipo presentados en la tabla anterior. El resultado es un costo anual de repuestos y consumibles de USD 416 mil que tendría la siguiente composición:

Tabla 52 – Costo de repuestos y consumibles para el primer año de operación

Ítem	Costo Unitario Año 2018 (USD miles)
Repuestos y consumibles	
Elementos repuestos electromecánicos y de la infraestructura para estaciones	352
Elementos de línea	50
Elementos de cabinas	10
Consumibles	4

Fuente: Elaboración Propia

3.3.7.2 Servicios

El mantenimiento de todo el sistema si bien podría llegar a realizarse de forma autónoma, resultaría muy costoso por la frecuencia de cambio de algunos ítems y el nivel de especialización y conocimiento que se requiere. Por lo anterior la práctica más común es la contratación de los servicios especializados. Las actividades que se realizan por contratación de servicios son las siguientes:

- Ensayos no destructivos a elementos de seguridad en cabinas y estaciones.
- Mantenimiento Predictivo cuyo alcance que fue descrito previamente en la sección de mantenimiento del subsistema metro, se realiza mediante análisis de vibraciones, termografía industrial, entre otros.
- Inspección general anual del sistema que incluye la ejecución de pruebas reglamentarias para sistemas de cable en materia de seguridad, certificación magneto-inductiva del cable de acero portador tractor, pruebas de frenado y control del proceso de enganche y desenganche de cabinas.
- Mantenimiento a transformadores y equipos auxiliares.
- Mantenimiento de edificaciones, control topográfico, obras civiles, etc.

A continuación, se muestra el valor de los servicios de mantenimiento y las unidades a las que están asociados (cabinas, estaciones, o sistema en general).

Tabla 53 – Servicios de mantenimiento Cable

Servicios de Mantenimiento	Unidad	Valor Unitario (USD)
Ensayos no destructivos	Cabinas	266
Mantenimiento Predictivo	Cabinas	156
Inspección General anual del sistema	Sistema	194.368
Mantenimiento de Transformadores, y Equipos auxiliares.	Estaciones	17.547
Mantenimiento edificaciones, control topográfico, obras civiles, etc.	Estaciones	30.370

Fuente: Elaboración Propia

El costo total de los servicios de mantenimiento se estima en USD 444 mil dólares para el primer año de operación. La Secretaria de Movilidad ha informado que estos costos podrían ser subsidiados con recursos públicos, de tal forma que el concesionario responsable de la explotación del sistema no deberá asumir estas actividades.

3.3.8 Mantenimiento de estaciones

Para el mantenimiento de estaciones se plantea la realización de forma directa, para ello se requiere de 1 cargo de auxiliar de infraestructura que pueda realizar reparaciones menores. Este atenderá las necesidades menores de mantenimiento que puedan surgir en todas las estaciones del subsistema, en aspectos como iluminación, arreglo de tomacorrientes, reparaciones en oficinas, entre otros. Se tendrán 3 turnos con la finalidad de tener cobertura durante todo el horario de operación. Su inclusión se realiza directamente en el apartado de personal 3.3.11.

3.3.9 Aseo de estaciones y cabinas

Las actividades de limpieza incluyen el aseo de edificaciones, aseo de cabinas, pulida de cabinas y aseo profundo de cabinas. El aseo estaría a cargo del concesionario responsable de la operación y mantenimiento del sistema. En diversos sistemas de transporte público, el lavado es subcontratado a un tercero especializado en esta actividad, por lo que se asume este modelo para la estimación de costos.

Para la realización de estas actividades se emplean los siguientes supuestos por actividad:

Tabla 54 – Supuestos requerimientos servicio de aseo

Servicios de Aseo	Unidad	Valor
Aseo de edificaciones (Operarios aseo x unidad)	Op x Estaciones	4,00
Aseo de cabinas (Operarios aseo x unidad)	Op x Cabinas	0,02
Pulida de cabinas (Operarios aseo x unidad)	Op x Cabinas	0,02
Aseo profundo de cabinas (Operarios aseo x unidad)	Op x Cabinas	0,01
Salario por operario	USD	\$400
Margen sobre costo del servicio	%	10,0%

Fuente: Elaboración Propia

Se consideran recargos prestacionales por trabajo nocturno únicamente para el aseo profundo de cabinas dado que las demás actividades pueden ejecutarse en el día con una programación adecuada, este recargo sería del 11,46% considerando que un 45,83% de las jornadas se programan con recargos. Las actividades de pulida y aseo de cabinas pueden programarse durante las horas valle, y en los periodos destinados a mantenimiento programado o pruebas. Para el primer año de operación se estima el siguiente costo:

Tabla 55 – Costo de servicios de aseo año inicial

Ítem	Costo Año 2018 (USD miles)
Total Servicios de Aseo	168
Aseo de edificaciones	116
Aseo de cabinas	22
Pulida de cabinas	22
Aseo profundo de cabinas	8

Fuente: Elaboración Propia

3.3.10 Instalaciones

Esta sección describe las instalaciones requeridas para el funcionamiento del Metro de Quito y que serán contempladas para la estimación de los costos de mantenimiento

3.3.10.1 Centro de control

El sistema de Cable incluye un centro de control que permite operar y monitorear las cabinas, de modo que no son necesarios o conductores u operadores a bordo. El costo de este sistema se contempla dentro del costo de la infraestructura de Cable.

3.3.10.2 Sistema de recaudo

Para el sistema de Cable, los componentes asociados al sistema de recaudo son los mismos que los del Metro, descritos en la sección 2.2.6.2, con excepción de los puntos de personalización. Por lo tanto, la estructura de costos tiene en cuentas las cantidades del “Documento de diseño del sistema de recaudo, sistema de ayuda a la explotación y sistema de atención e información al usuario del SITP Q”, desarrollado por GSD Plus, resumidos en la Tabla 56.

Tabla 56 – Cantidades de componentes del sistema de recaudo

Medios de pago	Cantidad
Tarjeta	20,000
Módulo SAM	84
Emisión y distribución por SAM	84
Paradas	
Máquina VRM	6
Licencia de uso VRM	6
Torniquetes discapacitados	6
Torniquete + Validador	24
Licencia de uso Validador	24
Modem WIFI	6
Handhelds validación y recarga	12
Cámaras de conteo	12
Otros (Repuestos)	
Repuestos 1	0.05
Repuestos 2	0.05
Firmware y software de recaudo	
Firmware y software de recaudo dispositivos	74
Servicios profesionales equipos en campo	
Gestión de proyectos, ingeniería, instalación, pruebas, soporte y documentación, capacitación	0.25
Sistema central de recaudo	1
Sistema de atención al usuario	
Página Web	1
Centro de llamadas	1

Fuente: Elaboración propia

Con base en las anteriores cantidades se obtuvo que el costo mensual del sistema de recaudo del Cable es de USD 33.591, es decir, USD 403.093 para el primer año de operación (año 2018).

3.3.10.3 Sistema de información al usuario

Además de la página Web y el centro de llamadas, el Cable incluye un sistema de información al usuario proporcionado por EPMMQ que permite la presentación de información a los viajeros de manera visual y auditiva. Este sistema se compone de los distintos paneles de información visual y el sistema de megafonía y, además puede estar integrado con el sistema de protección contra incendios para reportar oportunamente a los usuarios sobre emergencias. Los costos de este sistema son los generados por los equipos en cada estación del Cable, es decir, dos paneles de mensajería (uno por sentido) y dos parlantes de megafonía.

3.3.10.4 Otras instalaciones

Al igual que el Metro, el Cable incluye otros sistemas para ser considerados en la estructuración de costos del SITP Q. Los subsistemas considerados son el sistema de protección contra incendios y el sistema de comunicaciones.

■ Protección contra incendios

El sistema de protección contra incendios permite prevenir, controlar y extinguir posibles incendios en el centro de control y estaciones del Cable. Este sistema apoya la evacuación de las personas en las instalaciones del Cable, especialmente en estaciones. Este se compone de un sistema de detección analógica, pulsadores manuales y sirenas; extinguidores y; señalización.

■ Comunicaciones

El sistema de comunicaciones permite transportar la información de campo al centro de control, y viceversa, para ser entregada de manera oportuna a usuarios y operarios del sistema. Para este sistema se requiere una red IP multiservicio para interconectar las diferentes estaciones, una red de acceso de estación (y demás infraestructura) para uso local y conexión con la red multiservicios, una red de telefonía, radio y redes inalámbricas conectadas a la red multiservicios.

3.3.11 Personal

3.3.11.1 Personal administrativo y de operación

El Informe Técnico de Quito Cables define un conjunto de cargos administrativos que incluyen un Gerente General, un Auxiliar Contable y un Asistente. De otra parte, para el personal de operación se incluyeron los cargos de Jefe de Sistemas responsable de la operación de las estaciones de la línea 1, y operadores y cajeros por estación. El resumen de personal planteado en el Informe Técnico se muestra a continuación.

Tabla 57 – Personal administración y mantenimiento Cable (EPN)

Cargo	Salario Mensual (USD)	Cantidad Año 1
Administrativo		
Gerente General	2.690	1
Auxiliar contable	828	1
Asistentes	695	1
Técnico por estación		
Jefe de Sistemas	961	1
Operadores de estación	562	24
Cajeros	562	20

Fuente: Elaboración Propia con base en EPN [37]

La anterior propuesta será utilizada como referencia para establecer la planta requerida de personal. Sin embargo, el análisis de esta Consultoría parte en definir el objeto de los siguientes cargos necesarios para operar el sistema:

- **Gerente operación y/o mantenimiento²⁷:** Responsable del área de operación y/o mantenimiento que garantizará la disponibilidad y confiabilidad de los sistemas empleados en la operación del cable. Se hace responsable de la administración y el control de los eventos extraordinarios en la operación diaria, así como la de las estimaciones operacionales y financieras necesarias para el normal funcionamiento del sistema en el mediano plazo.

Este es un nuevo rol que se incorporará dentro de la estructura de personal y que no fue contemplado en el Informe Técnico del sistema.

- **Jefe de Sistemas:** Su función principal es operar las estaciones de la línea de cable, administrando los recursos de las estaciones según las determinaciones de la empresa operadora. Debe coordinar con los profesionales y técnicos de mantenimiento la ejecución de mantenimiento programado. Vale la pena indicar que se ha considerado un cargo por estación en contraste a un cargo para el total de estaciones que emplea la EPN.
- **Operadores de estación:** Su función abarca aspectos de mantenimiento y operación. Deben procurar el normal funcionamiento de la estación, garantizando el flujo continuo y programado de las cabinas, que depende a su vez de la disponibilidad de las cabinas conforme la ejecución de las actividades programadas de mantenimiento.

²⁷ La posibilidad de que el gerente abarque estas dos actividades obedece a su complementariedad e interdependencia, por lo que un responsable que tenga experiencia y conocimiento de ambas áreas resultaría adecuado. Este cargo podría sobreponer el de Gerente General.

- **Cajeros:** Su función es operar los puntos de recaudo, brindando atención a los usuarios, velando por el registro total de las validaciones y manteniendo el control del dinero en efectivo que ingresa en las cajas mediante el sistema de recaudo.

Este cargo fue propuesto en el Informe Técnico, pero no se incluirá dentro de planta de personal. La Consultoría del Sistema Inteligente de Transporte Público de Quito (SITP-Q), contratada por la Secretaría de Movilidad, estableció un modelo de recaudo donde el único medio de pago aceptado será tarjetas sin contacto adquiridas en máquinas de automáticas de venta y recarga. Por tanto, no existe un modelo de venta o recarga de boletos a través de personal en taquilla.

Para calcular el número de funcionarios para cada cargo operativo se emplea un factor de corrección, dicho factor representa el personal requerido al considerar las horas laborables establecidas legalmente, ausencias por enfermedad, vacaciones, entre otros. El factor empleado se obtuvo del estudio de CBS [30]:

Tabla 58 – Factor corrección personal

Factor de corrección	Valor
Factor	60%
7 días vs 5 días	40%
Ausencia enfermedad	10%
Vacaciones	10%

Fuente: Elaboración Propia con base en CBS [30]

Así, los cargos operativos son multiplicados por (1+ factor de corrección), es decir 1,6, y obtenemos la cantidad de personal requerido considerando el factor de corrección, y redondeo de las unidades.

A continuación, se muestra la proyección del personal para la etapa 1 (Línea Jaime Roldós – La Ofelia sin ramal a Pisulí) incluido el factor de corrección de 1,6, y sus salarios expresados con base en el salario básico de 2016 (USD 366 mensuales). Con base en la experiencia del consultor y la revisión de salarios en el mercado local, se definen los salarios del personal del sistema.

Tabla 59 – Personal administración y mantenimiento Cable (Propuesto)

	Salarios básicos	Cantidad Año 1
Gerencia		11
Gerente General	9,00	1,0
Gerente de Operaciones	7,85	1,0
Contador	6,66	1,0
Auxiliar contable	2,44	1,0
Recursos Humanos	3,30	1,0
Jefe de Seguridad	2,82	1,0
Asistentes	1,92	4,0
Mensajero/Chofer	1,66	1,0
Técnico por estación		22,0
Jefe de Sistemas	2,76	4,0
Operadores de estación	1,80	18,0
Cajeros	1,80	0,0

Fuente: Elaboración Propia

Se tomó en cuenta el factor prestacional de acuerdo a las tasas de aportación establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) [23], los recargos por trabajo en jornadas nocturnas se incluyeron para el personal operativo con 21,05% de la jornada (4 de las 19 horas de operación), que representan un sobrecosto de 5,26% del salario básico al imputar el 25% de recargo establecido.

Bajo un esquema de operación privada, el costo anual para el personal de operación y administración propuesto será entonces de USD 506 mil para el primer año de operación (año 2018). El mantenimiento (Ingeniería y talleres) se computa de forma separada, dado que la prestación del servicio de mantenimiento podría ser llevada a cabo por la EPMTTP.

3.3.11.2 Personal técnico y de mantenimiento

Adicionalmente, para el grupo técnico se incluye un Jefe de talleres por estación, y profesionales de mantenimiento mecánico y eléctrico que velan por el desarrollo y planeación de las actividades de mantenimiento. El resumen de personal técnico y de mantenimiento del Informe Técnico se muestra en la Tabla 60.

Tabla 60 – Personal Técnico y de Mantenimiento del cable

Técnico por estación	Salario Mensual (USD)	Cantidad Año 1
Jefe de Talleres	1094	1
Mecánico General	828	3
Mecánico Especializado	828	3
Electrónicos	828	3

Fuente: EPN [37]

La anterior propuesta será utilizada como referencia para establecer la planta requerida de personal. Sin embargo, el análisis de esta Consultoría parte en definir el objeto de los siguientes cargos necesarios para operar el sistema:

- **Profesionales de operación y/o mantenimiento:** Ingenieros que velen por la ejecución programada de las actividades de mantenimiento y operación que permitan mantener la disponibilidad y confiabilidad del servicio, con los parámetros de seguridad y medioambiental exigidos legalmente y como política de la empresa operadora.
- **Profesional mecánico:** Ingeniero encargado del desarrollo, ejecución, y monitoreo de los planes de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, orientado a garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos a su cargo.
- **Profesional electrónico:** Ingeniero encargado del desarrollo, ejecución, y monitoreo del mantenimiento y correcto funcionamiento de los equipos electrónicos y eléctricos.
- **Mecánico General:** técnico encargado de realizar el mantenimiento a los equipos del subsistema, según la programación asignada de mantenimientos preventivos, y ante requerimientos de mantenimiento correctivo.
- **Mecánico Especializado:** técnico encargado de realizar el mantenimiento mecánico a los equipos del subsistema, según la programación asignada de mantenimientos preventivos, y ante requerimientos de mantenimiento correctivo.
- **Electrónicos:** técnico encargado de realizar el mantenimiento a los equipos electrónicos del subsistema, entre otros: cableado, equipos de potencia, y sistemas de control según la programación de los mismos.
- **Auxiliar de Infraestructura:** como se mencionó en la sección 3.3.8 este atenderá las necesidades menores de mantenimiento que puedan surgir en todas las estaciones del subsistema, en aspectos como iluminación, arreglo de tomacorrientes, reparaciones en oficinas, entre otros.

De igual forma que en el caso del personal de administración y operación se emplea el factor de corrección de 1,6 para el cálculo del personal técnico y de mantenimiento. Los salarios empleados son expresados en salarios básicos de 2016 (USD 366 mensuales), su base se tomó de los estudios realizados por la EPN, según el criterio del consultor experto se han incluido los salarios de los profesionales mecánico y electrónico. A continuación, se muestra la proyección del personal para la etapa 1 (Línea Jaime Roldós – La Ofelia sin ramal a Pisulí).

Tabla 61 – Salarios para el mantenimiento del cable

	Personal	Salarios básicos
Total general	27,0	
Profesional mecánico	1,0	6,05
Profesional electrónico	1,0	6,05
Jefe de Talleres	4,0	2,76
Auxiliar de Infraestructura	3,0	1,66
Mecánico General	6,0	2,42
Mecánico Especializado	6,0	2,42
Electrónicos	6,0	2,42

Fuente: Elaboración Propia

Se tomó en cuenta el factor prestacional de acuerdo a las tasas de aportación establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) [23].

El costo para el primer año de operación (año 2018) para el personal técnico y de mantenimiento propuesto será entonces de USD 419 mil.

3.3.12 Seguros e Impuestos

El establecimiento de los seguros se realiza con base en información del programa de seguros de la EPMTTP que ha servido de base para las proyecciones de los nuevos subsistemas, este supuesto debe ser validado conforme a la política de aseguramiento local. En término de impuestos se ha consultado la información sobre tasas impositivas vigentes en el Servicio de Rentas Internas del Ecuador (SRI).

3.3.12.1 Seguros

El programa de seguros del Quito Cable debe ser dimensionado conforme a la identificación de riesgos en la operación, y debe considerar:

- El adecuado mantenimiento de equipos y cabinas.
- La preparación de personal para eventos de riesgo, o accidentes. Con procedimientos establecidos en caso de emergencia.
- Si el aseguramiento de las edificaciones será responsabilidad del operador privado o de la municipalidad. Para el propósito de esta consultoría se tomará el supuesto de que el aseguramiento de las edificaciones será responsabilidad del concesionario.
- El porcentaje y valor de las edificaciones a asegurar.

Para establecer el valor de las edificaciones a asegurar, se realizó una aproximación a la inversión requerida por la etapa 1 de la línea Roldós – La Ofelia de acuerdo a los estudios previos de DCSA [31], e INECO [32], ajustando el importe necesario por el proyecto, dado que la estación Mariscal que no fue prevista inicialmente, se estima en USD 44 millones la inversión requerida para la línea en total que se toma como base del valor asegurable de acuerdo a precisiones de la EPMMOP. En la siguiente tabla se muestran los componentes de la aproximación al valor de la inversión.

Tabla 62 – Aproximación a la inversión requerida por la etapa 1 de la Línea Roldós – La Ofelia

	USD millones
Ofelia-Roldós	44,0
Cabinas	17,9
Suministro	12,8
Montaje	1,4
Transporte, seguro, etc	0,9
Aranceles y gastos de importación	2,9
Obra civil	24,0
Obra civil funcional	4,5
Edificios	15,6
Diversos	3,8
Ingeniería	2,1
Honorarios	2,1

Fuente: Elaboración Propia

La definición de valores asegurables se ha basado en las condiciones del programa de seguros de la EPMTTP para cada una de las pólizas, con excepción de la póliza de responsabilidad civil²⁸. La póliza de equipo y maquinaria asegura el valor de las cabinas, la póliza de incendio y líneas aliadas el total de la infraestructura, la póliza de equipo electrónico asegura las inversiones en equipos electrónicos a valor de reposición, la póliza de robo y/o alto/hurto cubre el valor de los equipos de taller, y la póliza de fidelidad cubre el valor del flujo de caja diario de la operación. No se incluyen pólizas de dinero y valores, y transporte que serían responsabilidad del concesionario del SITP-Q.

Por último, para la póliza de responsabilidad civil se establece el valor de las coberturas mínimas a partir de considerar la ocurrencia de un accidente de gravedad en el sistema. Para ello, se ha determinado un evento de falla en el sistema de cable, en particular se ha supuesto la falla de dos pilonas del recorrido que afectan 485 metros del sistema, en este tramo se supone el tránsito de 6 cabinas totalmente ocupadas que por la falla producen lesiones permanentes a sus ocupantes, un total de 60.

Se supone que la indemnización por ocupante asciende a USD 150 mil, que pueden ser distribuidos entre los dependientes del afectado. Así el valor asegurable es de USD 9 Millones.

En la Tabla 63 se presentan las tasas de los seguros para cada una de estas pólizas.

²⁸ La descripción detallada de la cobertura para la EPMTTP, se presenta en la sección de seguros de los corredores de transporte público.

Tabla 63 – Tasas de seguros subsistema Cable

Pólizas de seguro	Tasa
Equipo y Maquinaria	0,4%
Incendio y Líneas Aliadas	0,1%
Equipo Electrónico	0,8%
Robo y/o Asalto/Hurto	1,2%
Fidelidad	1,5%
Responsabilidad Civil (Coberturas mínimas en caso de accidente)	1,0%
Costos por póliza	
Contribución SBS	3,5%
Seguro campesino	0,5%
Derechos de emisión por póliza	9

Fuente: Elaboración Propia

Considerando el valor asegurado, y la tasa de seguro anual, a continuación se presenta el costo anual de las pólizas para el primer año de operación (año 2018).

Tabla 64 – Costo anual de seguros subsistema Cable

Costo Seguros	Costo año 1 (USD miles)
Equipo y Maquinaria	84
Incendio y Líneas Aliadas	68
Equipo Electrónico	46
Robo y/o Asalto/Hurto	9
Fidelidad	9
Responsabilidad Civil (Coberturas mínimas en caso de accidente)	106
Total	322

Fuente: Elaboración Propia

El costo anual del programa de seguros estimado es de USD 322 mil.

3.3.12.2 Impuestos

Los impuestos a los que estaría sujeto el operador son principalmente:

- El impuesto al valor agregado del 14%, que se aplica a seguros, servicios y adquisición de repuestos.
- Distribución de utilidades líquidas para trabajadores que serían del 15% y que solo se aplican en el caso de obtenerse utilidades en las empresas privadas.
- El impuesto a la renta que es del 30%, una vez deducida la porción de la utilidad líquida que corresponde a los trabajadores y que aplica a las empresas privadas
- Los aranceles del 5% que deberán cancelarse sobre la importación de partes y equipos.

3.3.13 Gastos de Administración

Los gastos fijos y variables de administración incluyen:

■ **Agua potable**

El costo de agua potable se estima bajo un supuesto de consumo de 110 m³ por estación. La tarifa por el servicio utilizada es de USD 0,72/m³ y un cargo fijo de conexión de USD 2,1/mes [40].

■ **Servicio de vigilancia**

El costo se estima bajo un modelo de tercerización de servicio. Se utiliza como supuesto la contratación de un servicio de vigilancia las 24 horas que coloque 1 vigilante en cada estación, dos vigilantes para el garaje y dos vigilantes para la estación motriz. El costo mensual estimado por servicio sería de USD2.400 mensuales.

■ **Conectividad**

Se ha empleado el supuesto de la EPN [37] de USD500 mensuales por estación.

■ **Telefonía**

Se ha empleado el supuesto de la EPN [37] de USD100 mensuales por estación.

■ **Diversos**

Se ha empleado el supuesto de la EPN [37] de USD1.000 mensuales por estación.

El costo del gasto administrativo para el primer año de operación es de USD 319 mil discriminado en los siguientes componentes:

Tabla 65 – Gastos de administración para el primer año de operación.

Administración	Valor (USD miles)
Total	319
Agua Potable	4
Servicio de Vigilancia	173
Conectividad	25
Telefonía	5
Diversos	50
Arrendamiento	62

Fuente: Elaboración Propia

3.3.14 Margen y Costos de Financiación

Margen

El margen de operación ha sido calculado con base en un retorno objetivo de 13% para el concesionario, no considerará los costos de mantenimiento del sistema, dado que estos costos podrían ser subsidiados con recursos públicos, tampoco las provisiones para inversiones requeridas para la construcción del ramal a Pisulí o la renovación de cabinas.

Financiación

Debido a que el concesionario debe realizar un esfuerzo de caja al inicio de la operación, dado que la remuneración inicial no cubre la totalidad de los costos operacionales, se utilizan los siguientes supuestos para la financiación:

Tabla 66 – Supuestos para la financiación del operador del cable

Estructura de Capital	Valor
% Equity	30%
% Deuda	70%
Tasa anual	9%
Plazo (años)	1

Fuente: Elaboración Propia

3.4 Resultados y conclusiones

Los resultados se enfocarán en los costos de operación y financieros de las cabinas y mantenimiento de la infraestructura. No se consideran inversiones en infraestructura y cabinas porque éstas serán cubiertas con recursos públicos.

3.4.1 Plazo de explotación y vida útil

El periodo de explotación del sistema analizado es de 20 años, esta duración corresponde a un plazo deseable para la explotación del sistema, con el fin de lograr introducir cambios, tecnológicos, operacionales u otros. Los elementos del sistema tienen una vida útil superior a este plazo y no afectarían el cálculo del costo de operación, dado que corresponden a inversiones públicas. A continuación, se resumen la vida útil de los elementos que componen el subsistema de Quito Cable.

Tabla 67 – Resumen de vida útil de componentes Quito Cable

Elemento	Vida útil (años)
Cabinas	25
Pilonas	35
Estación Motriz	35
Otras Instalaciones	35

Fuente: Elaboración Propia

3.4.2 Resultados

La estructura de costos comprende costos operacionales y financieros del subsistema de Quito Cable. Los costos operacionales del sistema estarán determinados por los siguientes elementos descritos en las secciones previas del documento:

- Energía eléctrica requerida por el sistema motriz y los equipos y elementos en cada una de las estaciones.
- Servicio de alimentación con microbuses.
- Aseo de cabinas y estaciones.
- Instalaciones del sistema de recaudo, sistema de información al usuario y centro de control.
- Personal de administración y operación del concesionario y personal de mantenimiento que se proveerá de forma pública.
- Seguros sobre las inversiones y de responsabilidad civil.
- Impuestos asociados a la contratación de servicios y compra de repuestos (IVA y aranceles); así como, el impuesto a la renta y la distribución de utilidades a los empleados.
- Gastos administrativos.

Como resultado de la sección de componentes de la canasta de costos del sistema de Quito Cable, se tiene un gasto operacional anual de USD 3.246 miles para el primer año de operación (año 2018) discriminados en la Tabla 68.

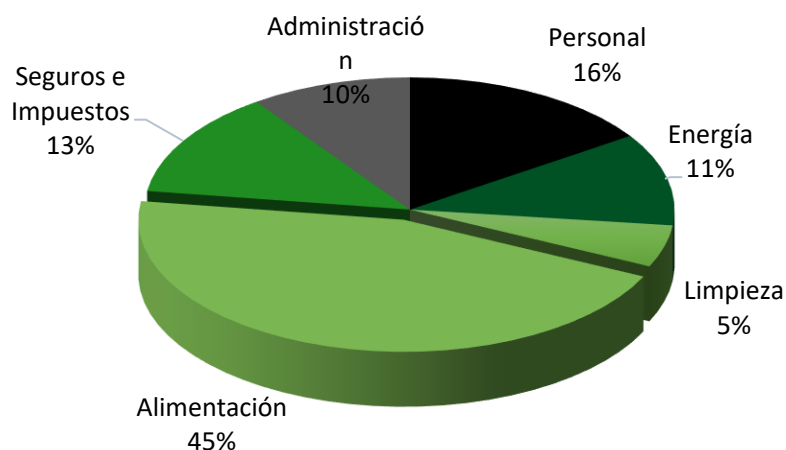
Tabla 68 – Opex del concesionario en el año 1 de operación (USD miles)

Componentes	Valor (USD)
OPEX	3.246
Personal	506
Energía	367
Mantenimiento	-
Limpieza	168
Alimentación	1.466
Seguros e Impuestos	419
SITP-Q	-
Administración	319

Fuente: Elaboración Propia

La alimentación es el rubro más representativo y corresponde al 45% de la canasta de costos, seguida del costo del personal con 16% de la canasta de costos. Este valor se puede reducir con la entrada en operación del ramal de cable Colinas-Pisulí, dado que se eliminarían dos rutas de alimentación. Si bien se generaría un costo operacional adicional por el nuevo tramo de cable, se esperaría una reducción del costo por pasajero debido a economías de escala.

Figura 22 – Canasta de Costos Cable Año 1



Fuente: Elaboración Propia

A partir de estos resultados anuales, se calcula la tarifa técnica para el primer año de operación que sería de USD 0,717. Dentro de esta tarifa técnica, USD 0,349 se destinarían para remunerar al concesionario responsable de la operación, de tal forma que obtenga una rentabilidad del 13%, de acuerdo a lo establecido en la sección 3.3.14.

Tabla 69 – Elementos de la Tarifa Técnica del Cable en el año 1 (USD).

TARIFA TÉCNICA (USD)	0,717
Costo Operación Privada	0,349
Provisión Pública de componentes	0,144
Recaudo	0,045
Depreciación cabinas	0,101
Amortización infraestructura	0,077

Fuente: Elaboración Propia

La provisión pública de componentes operacionales representaría USD 0,144 por pasajero e incluye los costos asociados a mantenimiento, y el costo del SITP-Q representaría USD 0,045 por pasajero. Finalmente, se calcula un costo adicional de USD 0,178 por pasajero considerando la amortización de las inversiones en infraestructura y cabinas. Sin embargo, este valor es solo indicativo puesto que la Secretaria de Movilidad indicó que estos costos serán cubiertos con recursos públicos y no serían parte de la tarifa técnica.

4 Convencional

La operación de transporte convencional comprende el transporte intracantonal urbano, transporte intracantonal combinado o interparroquial, y el transporte intracantonal rural o intraparroquial. A continuación, se presentan las características de la flota de autobuses y los componentes de la canasta de costos.

4.1 Diagnóstico del sistema de transporte convencional

4.1.1 Metodología de levantamiento de información

La información de costos operacionales y de inversión de los operadores de transporte convencional se obtuvo a través de datos proporcionados por las empresas, la consulta en el mercado de precios de insumos y servicios, y la revisión de registros que en procesos previos habían entregado los operadores a la Secretaría de Movilidad.

Como parte de este proceso, se seleccionaron con la Secretaría de Movilidad aquellas empresas que conformaran una muestra representativa del transporte convencional en el DMQ en cuanto al tipo de servicio, el tamaño de la flota, la estructura empresarial, el área de cobertura, la implementación de tecnología, entre otros. Algunos de los criterios evaluados fueron:

- Tipo de servicio y zona de cobertura: Se incorporaron empresas que cubren diferentes zonas de la ciudad. Para las empresas de transporte urbano, se tomaron referencias de empresas que prestarán el servicio en las zonas norte, sur, occidente, oriente o una combinación de estas. Para las empresas de transporte intracantonal combinado y rural (interparroquial e intraparroquial), se consideró la inclusión de empresas que operaran en las zonas de Los Chillos, Valle de Tumbaco y Mitad del Mundo, donde la geografía y condiciones de operación varían.
- Disponibilidad de información: Un aspecto relevante para la selección fue la información que estas empresas controlan, para ello se consideró la experiencia de la Secretaría de Movilidad con el cumplimiento de las empresas en la entrega de información en el esquema de fortalecimiento de caja común²⁹. Dado que de las 46 empresas existentes en el transporte urbano no todas presentan información, y que de aquellas que la presentan existen diferentes niveles de calidad en la información presentada, la búsqueda se orientó a aquellas empresas con mejor calificación para el esquema de caja común. No obstante, en el caso del transporte intracantonal combinado y rural no se tiene un indicador de este tipo, pues estas empresas no participan en el esquema de caja común.
- Tamaño de la compañía: Se seleccionó una muestra heterogénea en cuanto al tamaño de la flota vinculada. De allí, que la muestra incluya operadores de transporte convencional con entre 20 y 40 vehículos, que representan el 43% de

²⁹ Bajo el esquema de caja común se premia a las empresas que se adecúan a las exigencias de esta entidad con un subsidio de 1.000 dólares por unidad.

las empresas y concentran el 33% de la flota (Ver sección 4.1). Así como, casos donde la empresa cuente con más 100 autobuses o menos de 10 unidades.

- Estructura empresarial y tipo de administración: Dentro de este criterio se evaluó el esquema de propiedad de la flota, para diferenciar los casos donde se tuviera vinculación de propietarios o donde la empresa fuera directamente la dueña de la flota.
- Se buscó aquí considerar diferentes tipos de organización y de manejo del personal, por lo que las empresas seleccionadas difícilmente comparten las características de su administración. Para ello, se revisaron estructuras distintas en el nivel de organización y de costos de administración, diferentes grados de aportación a seguridad social para sus empleados, adopción del mecanismo de caja común, entre otras.
- Modelo de recaudo y ayudas para la explotación: Se incluyó dentro de la muestra, empresas que tuvieran implementada tecnología para apoyar las actividades de recaudo y control de flota. De allí que algunas de las operadoras analizadas cuenten con tecnología como barras contadoras en las puertas de entrada y salida de los buses para el control de pasajeros, equipos de posicionamiento para seguir la trayectoria de las unidades y sistemas centrales donde se monitorea la operación.
- También se analizaron empresas que tienen el esquema tradicional de recaudo con la expedición de boletos de papel y sin equipos de control de pasajeros y de la flota.
- Participación en las mesas de negociación de 2014: Un último aspecto a considerar, fue la participación de las empresas seleccionadas en las mesas de negociación desarrolladas en 2014 entre la Secretaria de Movilidad y los operadores de convencional. Durante las mesas de negociación se levantó información de costos de operación y de inversiones que resulta valiosa para el análisis.

Al considerar los criterios anteriormente expuestos la muestra de operadores seleccionados está integrada por las siguientes empresas operadoras:

- Alborada
Alborada Compañía de Transportes S.A cuenta para la operación de transporte urbano con 47 vehículos que son de su propiedad. Esta compañía hizo parte de las mesas de negociación de 2014.

El modelo de recaudo utilizado incluye contadores de barra instaladas en cada unidad y emisión de boletos, que le permiten a la empresa controlar el número de viajes realizados.

■ Catar

La empresa de Transportes Carcelen Tarqui CA-TAR tiene rutas en la operación urbana, la alimentación de Metrobús-Q y las rutas troncales del corredor Ecovía de Metrobús-Q. Su flota es de 138 vehículos, de los cuales 121 corresponden a operación de transporte urbano, y 17 a articulados en operación del corredor central norte. Esta empresa es una de las más grandes y organizadas que se encuentran en operación en la ciudad. La propiedad de la flota para la operación convencional es de los 95 socios de la empresa.

El recaudo se realiza con boletos para control de los pasajeros movilizados, y el monitoreo del flujo de ingresos. Sin embargo, la empresa está evaluando la posibilidad de instalar barras de conteo bajo un modelo de negocio donde la inversión sería realizada por el proveedor a cambio de recibir parte de los ingresos del aumento en el número de viajes, debido al control de la evasión.

Esta compañía hizo parte de las mesas de negociación de 2014.

■ Disutran

La Compañía de Transporte Urbano Distrito del Sur Disutran S.A. cuenta para la operación de transporte urbano con 80 vehículos, estos son entregados en administración a la empresa por parte de sus propietarios. Puede clasificarse con una operadora con un buen nivel de organización y con un conjunto de activos diferentes a la flota, entre los que se encuentra su sede social. El recaudo se realiza con boletos para control de los pasajeros movilizados, y el monitoreo del flujo de ingresos.

Esta compañía hizo parte de las mesas de negociación de 2014.

■ Transplaneta

La Compañía de Transporte Planeta "Transplaneta" S. A. es la operadora de transporte convencional más grande de la ciudad, con una flota total de 145 vehículos. De este grupo, 133 unidades son de propiedad directa de los accionistas y cada propietario se encarga de la administración de su unidad. Adicionalmente, 12 buses están directamente a nombre de la empresa.

La empresa ha implementado un esquema de control de viajes a través de barras de conteo instaladas en las puertas de entrada y salida de los vehículos. Adicionalmente, tienen instalado en cada bus un sistema de GPS para controlar la operación y un radio para comunicación con el centro de control.

■ Guadalajara

La Empresa Transportes Guadalajara S.A. presta servicio en rutas urbanas e intraparroquial en la parroquia de Calderón. Su flota está compuesta por 25 buses tipo que atienden la operación urbana y que son propiedad de cada accionista, y 9 microbuses para la operación intraparroquial que están a nombre de la empresa.

Los elementos de sistema inteligente de transporte con los que cuentan a la fecha, son barras de conteo de pasajeros de entrada y salida del vehículo, un sistema de GPS a bordo de cada unidad y un sistema central donde se recibe información en línea de la ubicación de cada unidad.

■ Monserrat

La Cooperativa de Transporte de Pasajeros TURIS Monserrat cuenta para la operación de transporte urbano con 27 vehículos de los cuales 21 son propiedad de la empresa, y 6 son entregados en administración a la cooperativa por parte de sus propietarios. El recaudo se realiza en efectivo, y existe un control de pasajeros a través de fiscalizadores. Esta compañía hizo parte de las mesas de negociación de 2014.

■ Trans Alfa

La empresa Trans Alfa S.A. cuenta para la operación de transporte urbano con 50 vehículos que son propiedad de los accionistas de la empresa. La empresa atiende la operación de rutas en diferentes sectores de la ciudad. El modelo de recaudo es el tradicional con la emisión y entrega de boletos por cada viaje pago.

Esta compañía hizo parte de las mesas de negociación de 2014.

■ Colectrans

La Compañía de Transportes en Colectivos Quito C.A. “Colectrans” cuenta con 23 vehículos para la operación de transporte urbano que atienden rutas que conectan el norte con el sur de la ciudad. Actualmente, los vehículos son propiedad de cada uno de los accionistas quienes se encargan de todas las actividades de operación de su unidad y utilizan un modelo de recaudo con control mediante boletos impresos.

■ Transpacomi

La Compañía De Transporte De Pasajeros Cóndor Mirador Transpacomi S.A. cuenta con 7 vehículos para operación urbana, estos son propiedad de los accionistas de la compañía. El recaudo se realiza con boletos para control de los pasajeros movilizados, y el monitoreo del flujo de ingresos.

■ San Francisco

La Compañía de Transporte San Francisco de Chillogallo S.A. cuenta con 80 vehículos para la operación de transporte urbano. Se dispone de información dado que esta compañía hizo parte de las mesas de negociación de 2014.

■ Translatinos

La Compañía Transportes Latinos Translatinos S.A. cuenta con 115 vehículos para la operación de transporte urbano. Esta compañía hizo parte de las mesas de negociación de 2014.

■ Flota Pichincha

La Cooperativa Flota Pichincha, cuenta con 40 vehículos para la operación de transporte interparroquial desde Valle Tumbaco hacia la ciudad de Quito, estos vehículos son propiedad de los miembros de la cooperativa.

■ Sotranor

El Consorcio SOTRANOR cuenta con 17 microbuses para la operación de transporte interparroquial e intraparroquial en las parroquias de Tumbaco y Cumbayá, estos vehículos son propiedad del consorcio. Su selección obedece a las características de su operación en el aeropuerto Mariscal Sucre hacia y desde la ciudad, y a que adicionalmente cuenta con operación intraparroquial.

Dentro de la operación de Sotranor, se revisó información de costos de las empresas operadoras accionistas Yaruqui con 29 buses, Puembo con 22 buses, Tumbaco con 40 buses y Pifo con 17 buses.

■ Reina del Quinche

La Empresa Reina del Quinche cuenta con 59 buses tipo y 4 microbuses para la operación de transporte interparroquial desde las parroquias de Tumbaco y Cumbayá. Esta compañía hizo parte de las mesas de negociación de 2014.

■ Termas Turis

La Compañía Termas Turis cuenta con 43 vehículos para la operación de transporte Interparroquial desde la parroquia de Los Chillos. Esta compañía hizo parte de las mesas de negociación de 2014.

■ Expreantisana

La Compañía Expreso Antisana “Expreantisana” S.A. cuenta con 17 vehículos para la operación de transporte Interparroquial desde la parroquia de Los Chillos. Esta compañía hizo parte de las mesas de negociación de 2014.

■ Transmetrópoli

La Compañía Transmetrópoli S.A. cuenta con 20 vehículos para la operación de transporte urbano. Esta compañía hizo parte de las mesas de negociación de 2014.

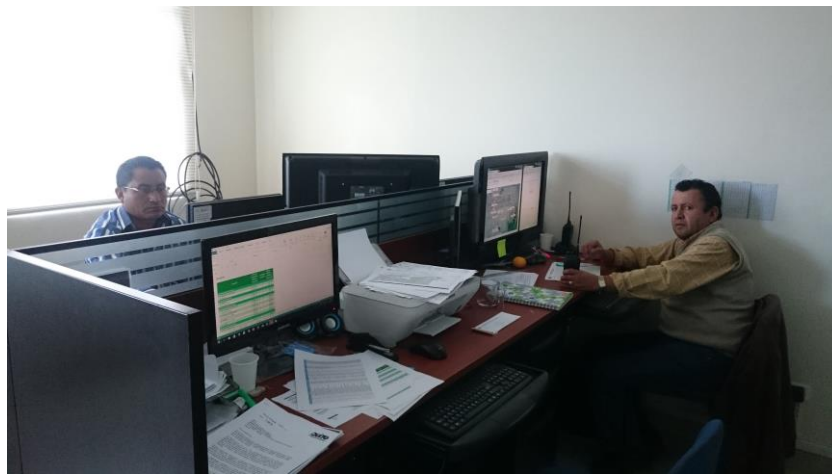
La metodología de levantamiento de información para cada una de las empresas involucró una combinación de las siguientes actividades:

- i. Solicitud por escrito a los operadores de los componentes de costos. Para ello, se remitieron un conjunto de formatos para estandarizar tanto el contenido mínimo como las unidades y la estructura de presentación de las cifras (ver Anexo 4 – Formatos de solicitud de información sistema convencional). La información solicitada incluía características de la flota de vehículos, costos y rendimiento del combustible, frecuencia de las actividades de mantenimiento, y el personal requerido para la operación (conductores, ayudantes, mantenimiento). Adicionalmente, se pidió a las empresas información administrativa relacionada

con la planta de personal, seguros e impuestos, los gastos de administración y la utilidad que reciben por cada unidad.

- ii. Visita a los operadores de transporte: Se realizaron visitas a los operadores de transporte como complemento a los formatos remitidos. Estas visitas se llevaron a cabo en sus oficinas administrativas conocidas como sedes sociales, y en los casos en que fue posible se visitaron talleres de mantenimiento. La agenda fue acordada con ayuda de la Secretaría de la Movilidad, se acudió siempre con el acompañamiento de un funcionario de la entidad pública, y la atención fue prestada por gerentes o directores de los operadores.

Figura 23 – Control de la operación compañía Transplaneta.



Fuente: Fotos propias, Compañía Transplaneta.

Figura 24 – Taller de mantenimiento compañía Guadalajara



Fuente: Fotos propias, Compañía Guadalajara.

En estas visitas, se consultaban los siguientes aspectos:

- Operación: Características generales de la operación tales como, kilometraje recorrido por unidad o el total de unidades, horario de operación, número de rutas, tarifas de estas rutas.
- Vehículos: Número de unidades, diferenciación según clase de bus (tipo o minibús), marcas, antigüedad.
- Renovaciones de vehículos: Expectativas para la renovación de vehículos, precio de las unidades nuevas, y costos de financiación en el mercado.
- Personal operativo: Se consultó si la vinculación del personal de conducción y de ayudantes de las unidades era realizada por las empresas o por los propietarios de los vehículos, si se realizaban los aportes a seguridad social o no, y los salarios de referencia para cada cargo.
- Mantenimiento: se indagó el mantenimiento era contratado de forma directa por la empresa o los propietarios, si se realizaban las actividades con personal de la empresa o a través de contratos de servicio con terceros. El detalle de elementos y costos de repuestos se solicitó de forma escrita.

- Combustible: se consultó el precio de las estaciones en las que se provisiona el combustible, y el rendimiento de las unidades según midieran este aspecto (galones por vuelta, dólares por vuelta, kilómetros por galón).
- Recaudo: tarifa media por pasajero, método empleado para el recaudo (efectivo únicamente, control con tiquetes, conteos con barras, fiscalización del pago).
- Infraestructura: Se identificó si la empresa contaba infraestructura propia o alquilada para parqueo y mantenimiento (patios) y la sede social.
- Administración: se consultó la estructura administrativa de las empresas, por cargos.
- Margen: se encuestó sobre alguna medida de rentabilidad, como flujo mensual de caja de la operación por unidad, o un margen de rentabilidad esperado.

Posterior a la vista presencial, se desarrollaron algunas teleconferencias para complementar la información presentada por los operadores.

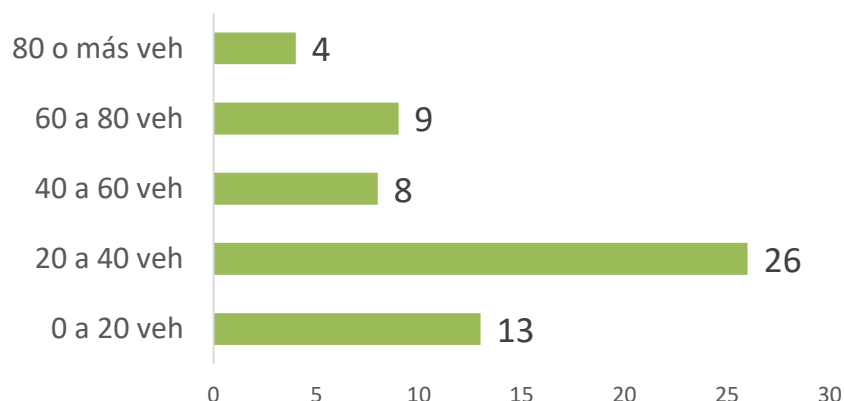
- iii. Revisión de los informes de caja común que deben enviar los operadores para recibir los subsidios del esquema de fortalecimiento a caja común. Estos documentos incluyen copias de los pagos a seguridad social y las bases de cotización utilizadas, hojas de vida, soportes de los rendimientos de insumos y los costos de mantenimiento, estados financieros de las compañías, distribución de la caja común de la empresa y descripción su mecanismo.
- iv. Revisión del registro de la SDM para cada una de las rutas aprobadas, donde se consigna el horario de operación, la longitud en km ida/vuelta, frecuencia del servicio, la operadora. Esta información sirve de base para evaluar el kilometraje medio de un día de recorrido de cada ruta.
- v. Revisión de la base de datos de vehículos matriculados entregada por la SDM, con el fin de establecer la antigüedad media de la flota en operación, y las marcas de mayor relevancia en el mercado, así, como el tamaño de las empresas operadoras, información que se analiza en las secciones 4.1.2 y 4.1.3.

4.1.2 Caracterización de los operadores

El Distrito Metropolitano de Quito cuenta con 60 operadores de transporte público, donde se tiene 3 compañías en transporte intraparroquial, 12 compañías en transporte interparroquial, y 47 compañías en transporte urbano. El Anexo 2 – Listado de empresas de transporte convencional lista los operadores de transporte público del DMQ. De estas empresas, la compañía Guadalajara presta servicio tanto en transporte intracantonal urbano, como en combinado; y la empresa Sotranor en interparroquial, e intraparroquial.

La distribución de la flota entre las distintas empresas muestra que existen solo 4 empresas que tienen más de 80 buses y estas representan solo el 7% del total de empresas en el DMQ. La mayoría de empresas son pequeñas y tienen máximo 40 unidades en operación. Las empresas con menos de 40 unidades son el 65% del total de operadoras.

Figura 25 – Distribución de empresas según la su flota en operación.

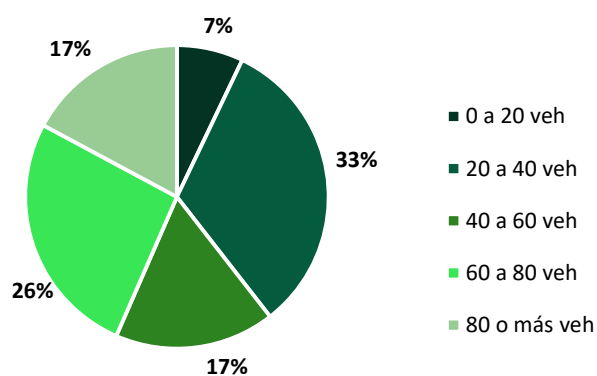


Fuente: SDM

Otra forma de analizar la estructura de la flota de los operadores de transporte público, es calcular el nivel de concentración que tienen algunas operadoras del total de vehículos.

Se identifica que hay 4 empresas grandes con más de 80 vehículos, que concentran el 17% de la flota en operación. Adicionalmente, se encuentra que el 33% de la flota está vinculada a empresas que tienen entre 20 y 40 vehículos en operación. Por tanto, no se deduce un nivel alto de concentración por operador.

Figura 26 – Porcentaje de vehículos según su vinculación a compañías



Fuente: SDM

Los operadores de transporte convencional tienen diferentes niveles de organización en relación a:

- **El tipo de asociación**, bajo un esquema de cooperativas, empresas o compañías. El primero dificulta generalmente la consolidación de activos en una sociedad, no obstante, debemos destacar se presentó una excepción con la Cooperativa Monserrat, donde se logró que la flota sea propiedad de la cooperativa y se desarrollan prácticas de administración centralizada.

De otra parte, bajo el esquema de compañías y empresas se presenta una administración más fortalecida, en muchos casos considerando que por lo general cuentan con un número de vehículos en operación mayor. Tal es el caso de la compañía Transplaneta, lo que logra obtener economías de escala, y control de la información asociada a la operación, lo cual también es un activo de trabajo muy importante.

- **Propiedad de la flota** - En la medida en que la flota es propiedad de la compañía se pueden simplificar procesos administrativos, y se pueden ejecutar procesos de forma más sencilla, tales como generación de garantías para financiación, negociaciones por volumen, control de la operación, pago de impuestos y seguros, entre otros.
- **Esquema de mantenimiento** - Cuando el mantenimiento es realizado de forma planificada, controlando el kilometraje de las unidades, se pueden corregir los impactos de rutinas específicas en un momento determinado. En el caso opuesto se tiene la realización del mantenimiento por parte del propietario, principalmente correctivo para componentes diferentes a filtros o lubricantes.
- **Infraestructura disponible** - Una muestra de la fortaleza de una compañía es contar con la infraestructura suficiente para desarrollar su operación sin generar sobrecostos. En el caso opuesto se tienen las compañías que no cuentan con patios-garaje o áreas de mantenimiento, y por tanto tienen mayores ineficiencias por el kilometraje muerto y los costos asociados a rentas que deben pagar por el uso de instalaciones de terceros.

De acuerdo a lo observado, no es posible generalizar que un tipo de administración sea mejor que otro, sin embargo, se puede avanzar hacia prácticas en cada uno de los tipos de organización, que lleven a mejores resultados.

4.1.3 Caracterización de la flota

La flota de buses de las empresas de transporte convencional se encuentra compuesta principalmente por vehículos de tecnología Euro III, en particular esto se debe a que actualmente el combustible del Ecuador tiene una composición de 300 a 500 partes por millón de azufre, lo que no permite el empleo de tecnologías más limpias de forma eficiente.

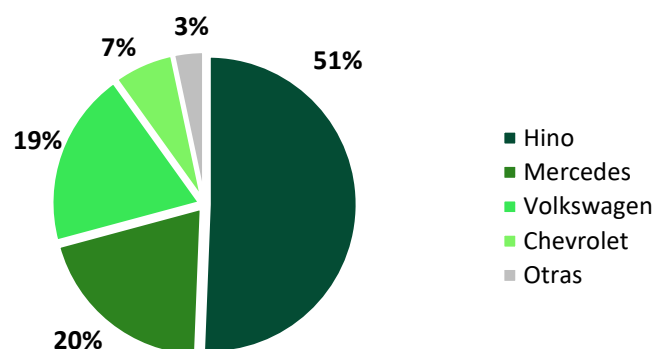
Tabla 70 – Limitaciones para vehículos nuevos con motor diésel

	Válido a partir de	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	HC + NOx (g/km)	PM
Euro I	01/92	3.16	-	-	1.13	0.14
Euro II	01/96	1.00	0.15	0.55	0.70	0.08
Euro III	01/00	0.64	0.06	0.50	0.56	0.05
Euro IV	01/05	0.50	0.05	0.25	0.30	-
Euro V	09/09	0.50	0.05	0.18	0.23	0.005
Euro VI	08/14	0.50	0.09	0.08	0.17	0.005

Fuente: Comisión Europea de transporte

Existen diferentes configuraciones de chasis y carrocería, entre la flota de las compañías se encuentran diversas marcas, sin embargo, la que mayor participación tiene en el mercado es Hino.

Figura 27 – Distribución de la flota por marca



Fuente: Elaboración propia con base en información de la Secretaría de Movilidad.

De acuerdo con el uso de la flota la edad promedio de la misma se divide en:

Tabla 71 – Distribución de la flota por edad

Antigüedad	Interparroquial e Intraparroquial	Urbano	Total	% Total
0-1	50	298	348	15%
2-5	130	552	682	29%
5-10	107	563	670	29%
11-15	25	547	572	25%
Más de 15	2	47	49	2%
Total	314	2.007	2.321	100%

Fuente: Elaboración propia con base en datos de SDM

El 70% de la flota es del año 2004 al 2014, es decir en general la operación de transporte se realiza con una flota antigua de 10 años en promedio.

4.1.4 Caracterización de las rutas en operación

Para la caracterización de las rutas en operación se empleó la información operacional por compañía suministrada por la Secretaría de Movilidad, donde se analizaron las siguientes rutas por tipo de servicio:

Tabla 72 – Rutas por tipo de servicio.

Tipo de servicio	Conteo de rutas
Interparroquial	32
Intraparroquial	7
Urbano	188
Total general	227

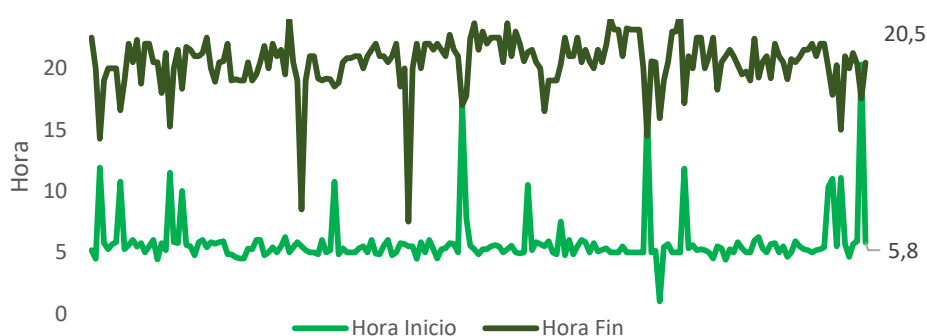
Fuente: Elaboración propia con base en información de la SDM

De estas rutas se analizaron aquellas donde existía información sobre del número de vueltas autorizadas y el volumen de pasajeros movilizados. Esta información estaba reportada en los informes remitidos por los operadores para el esquema de fortalecimiento de caja común, y el plan operativo que guarda la Secretaria de Movilidad para cada una de las rutas autorizados. Los principales indicadores que se analizaron para cada ruta incluyen: el horario de operación, el número diario de vueltas, el kilometraje promedio por vuelta y la demanda de pasajeros. A continuación, se muestran los resultados promedios o rangos de cada indicador, así como, el detalle por ruta.

■ Horario de operación

Las horas diarias de operación para las 188 rutas de transporte urbano, se concentran en el periodo de 5:48 horas que inicia el servicio hasta las 20:28 horas que finaliza. La siguiente gráfica muestra el comportamiento de las horas de inicio y fin para el conjunto de rutas.

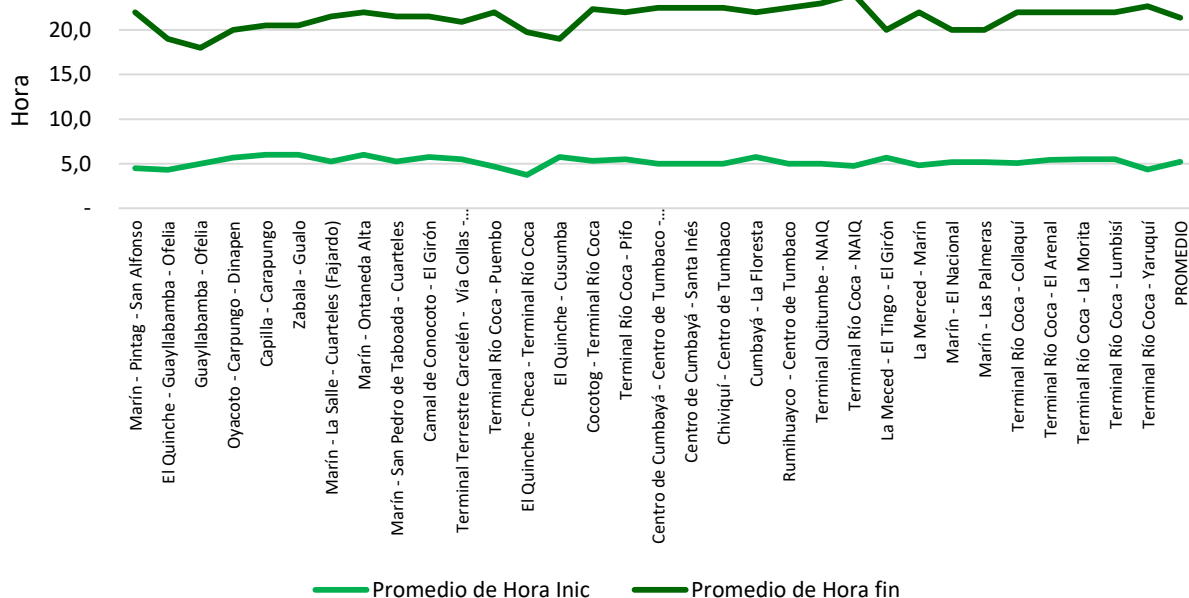
Figura 28 – Horario de operación por ruta urbana



Fuente: Elaboración propia con base en información de la SDM

Para el transporte interparroquial, para un total de 32 rutas se tiene inicio de operación en promedio a las 05:12 horas y un cierre aproximadamente a las 21:23 horas.

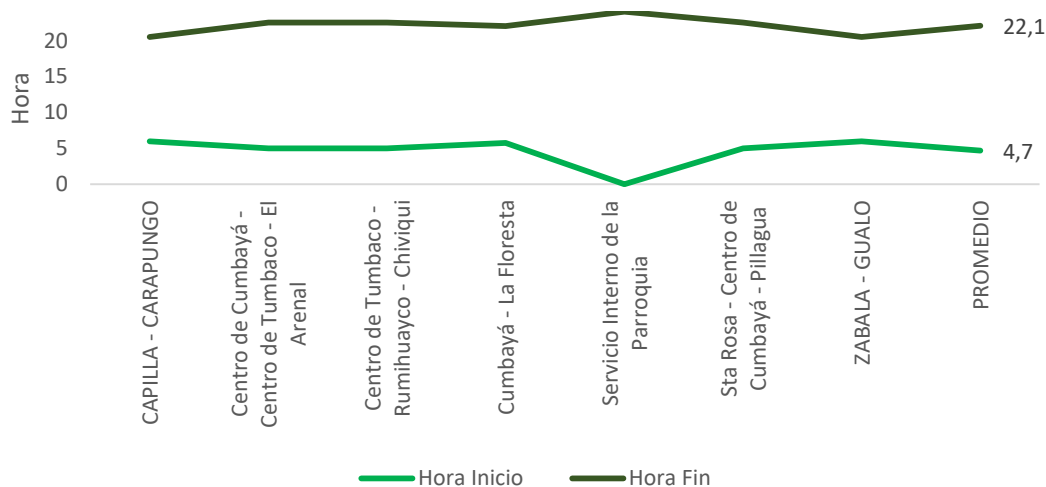
Figura 29 – Horario de operación por ruta interparroquial



Fuente: Elaboración propia con base en información de la SDM

Finalmente, para las 7 rutas de transporte intraparroquial se tiene inicio de operación en promedio a las 04:40 horas y un cierre a las 22:04 horas.

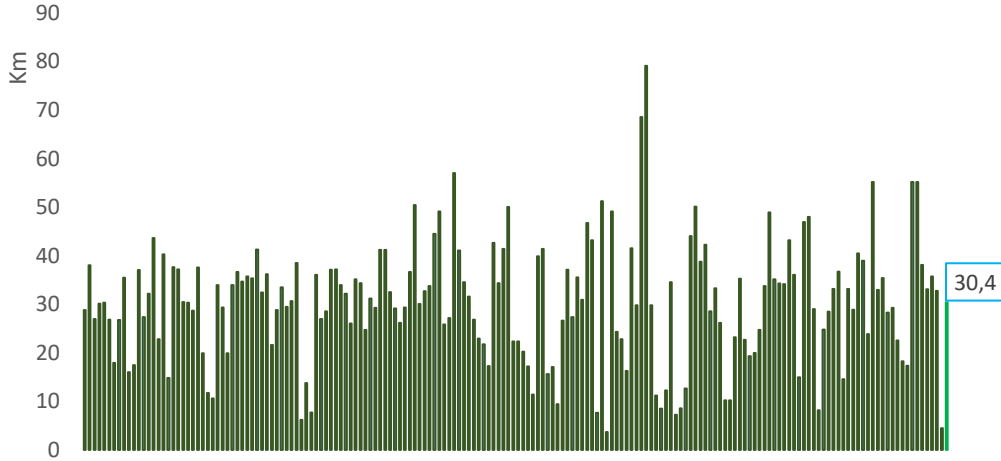
Figura 30 – Horario de operación por ruta intraparroquial



Fuente: Elaboración propia con base en información de la SDM

Kilometraje promedio por vuelta. Las rutas urbanas tienen un promedio por vuelta de 30,4 km.

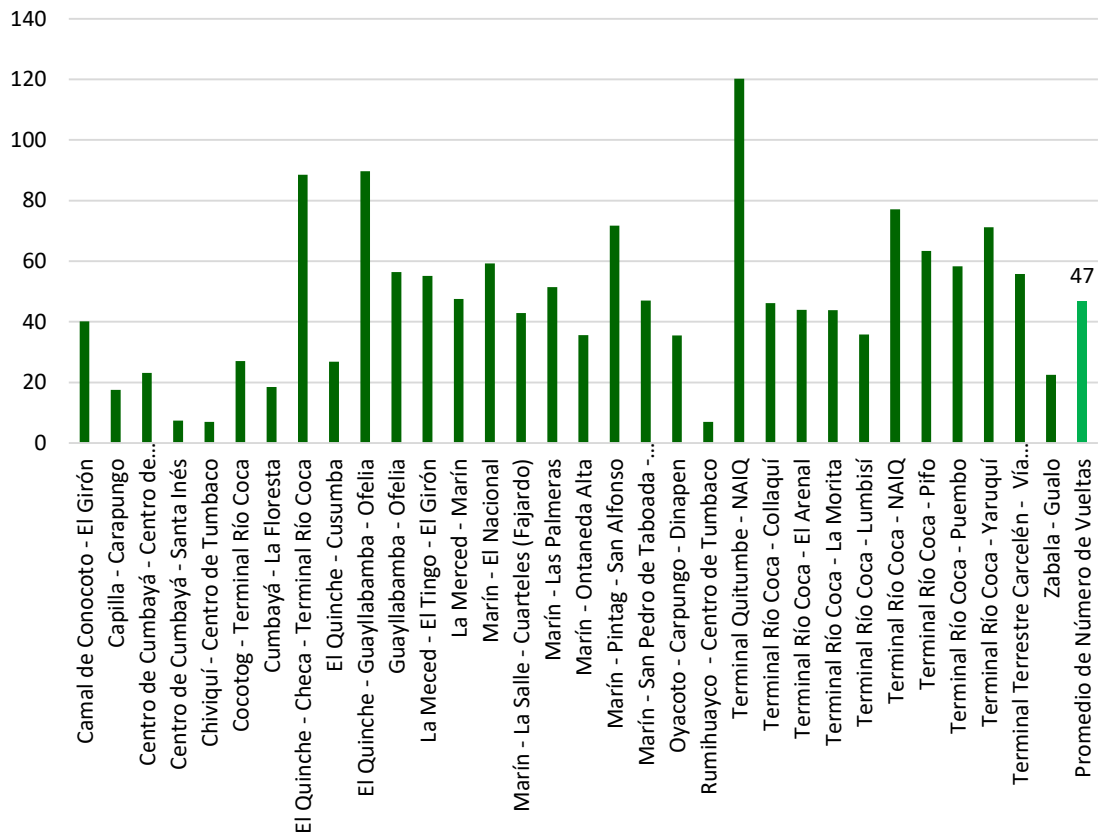
Figura 31 – Km por vuelta rutas urbanas



Fuente: Elaboración propia con base en información de la SDM

Las rutas interparroquiales tienen un promedio por vuelta de 47 km.

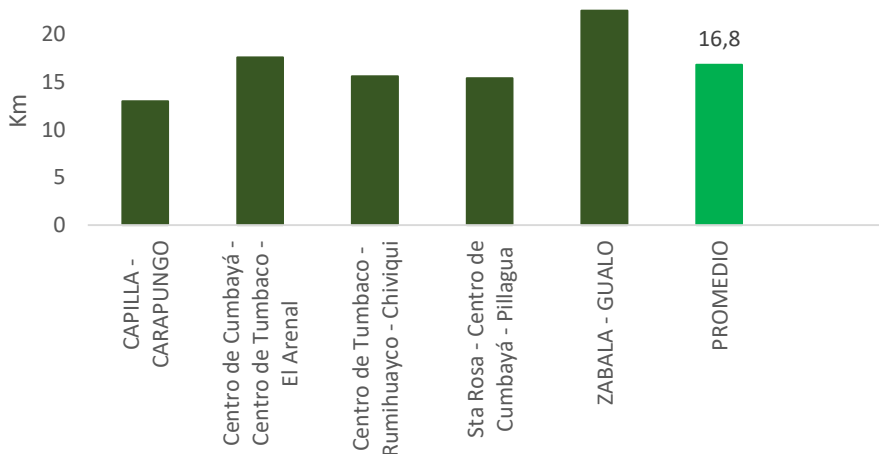
Figura 32 – Km por vuelta rutas interparroquiales



Fuente: Elaboración propia con base en información de la SDM

Las rutas intraparroquiales tienen un promedio por vuelta de 16,8 km.

Figura 33 – Km por vuelta rutas intraparroquiales



Fuente: Elaboración propia con base en información de la SDM

■ **Número de vueltas diarias.** En este caso se cuenta con información del esquema de fortalecimiento de caja común, y de la caracterización operacional del transporte intracantonal combinado de levantamiento en 2011. Para las rutas urbanas se tienen 7,5 vueltas diarias en promedio por vehículo por ruta.

Figura 34 – Promedio de vueltas por vehículo en ruta urbana

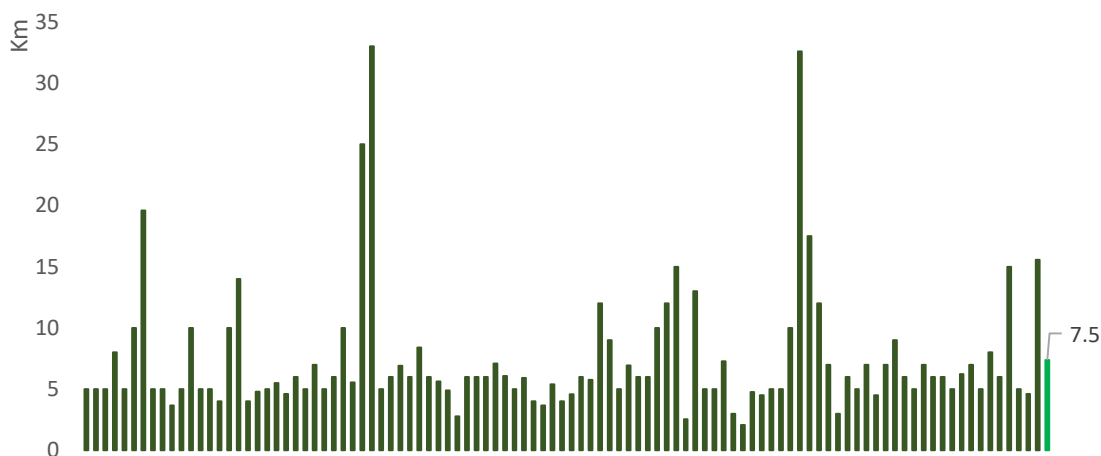
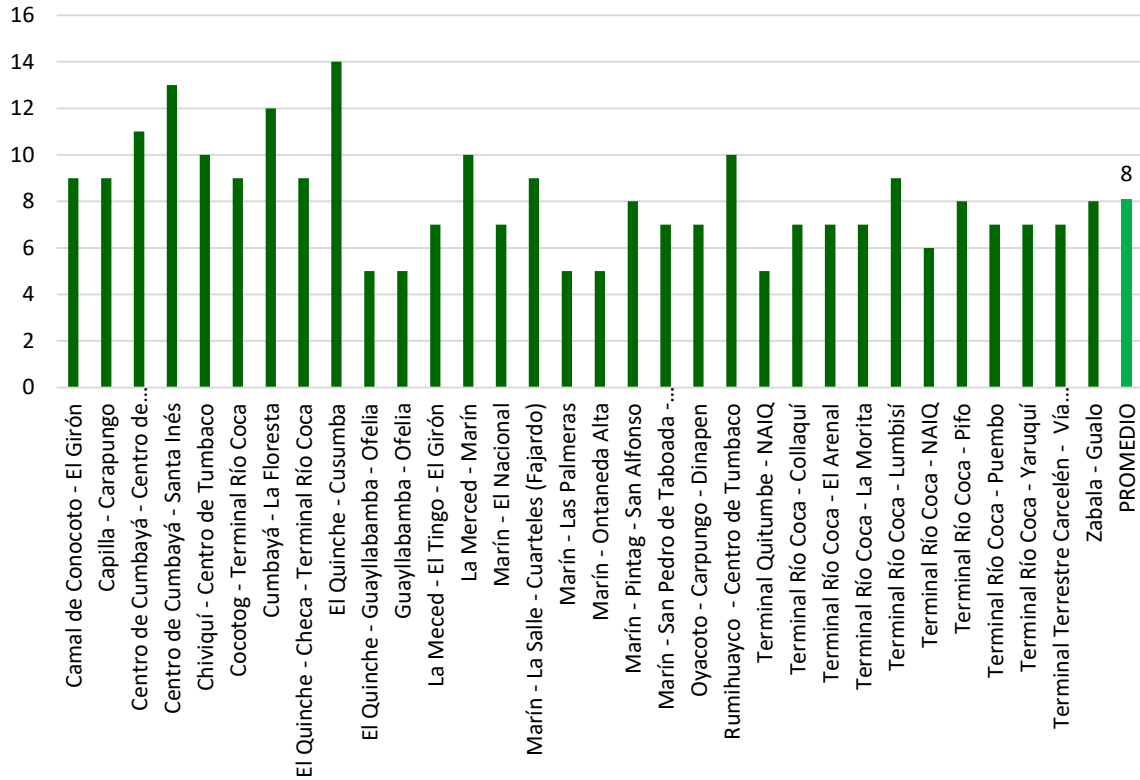


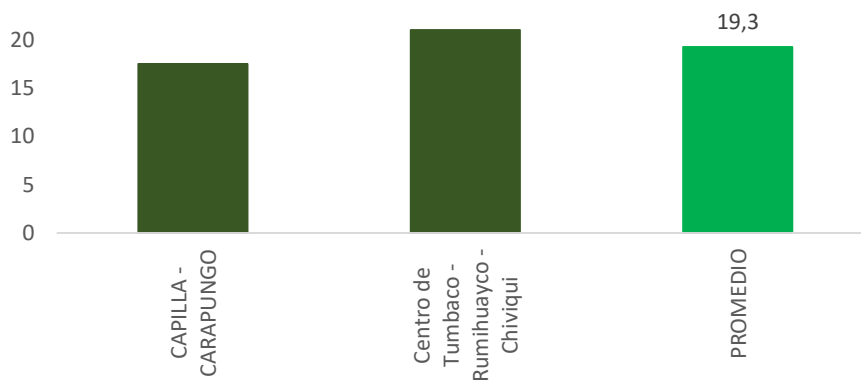
Figura 35 – Promedio de vueltas por vehículo en ruta interparroquial



Fuente: Elaboración propia con base en información de la SDM

Para las rutas intraparroquiales se tienen 19,3 vueltas diarias en promedio por vehículo por ruta.

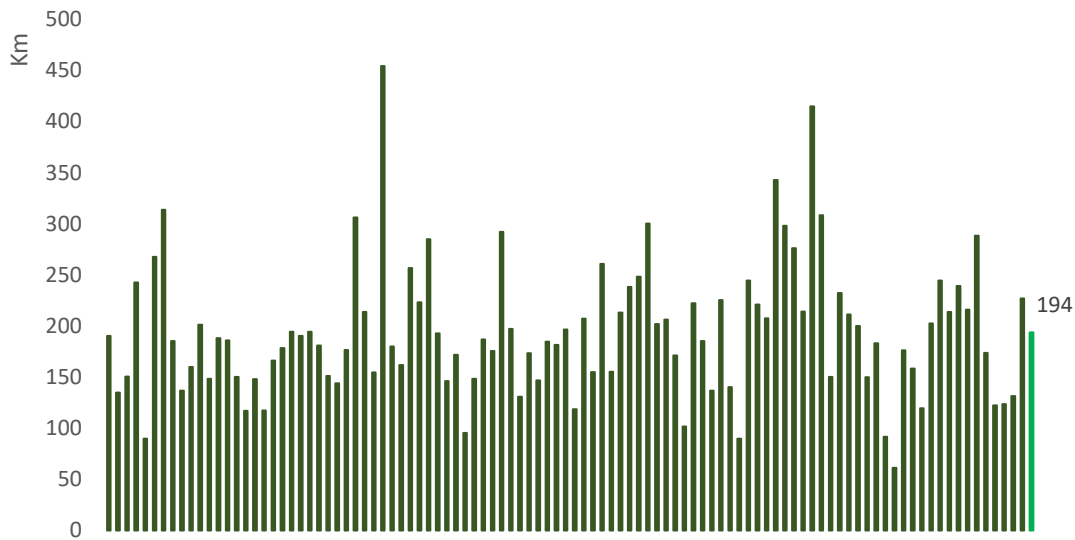
Figura 36 – Promedio de vueltas por vehículo en ruta intraparroquial



Fuente: Elaboración propia con base en información de la SDM

■ **Kilometraje total diario.** Con base en la información de vueltas y número de kilómetros por vuelta se obtiene el kilometraje diario promedio por bus. Para las rutas urbanas el kilometraje diario promedio por bus es de 194 km

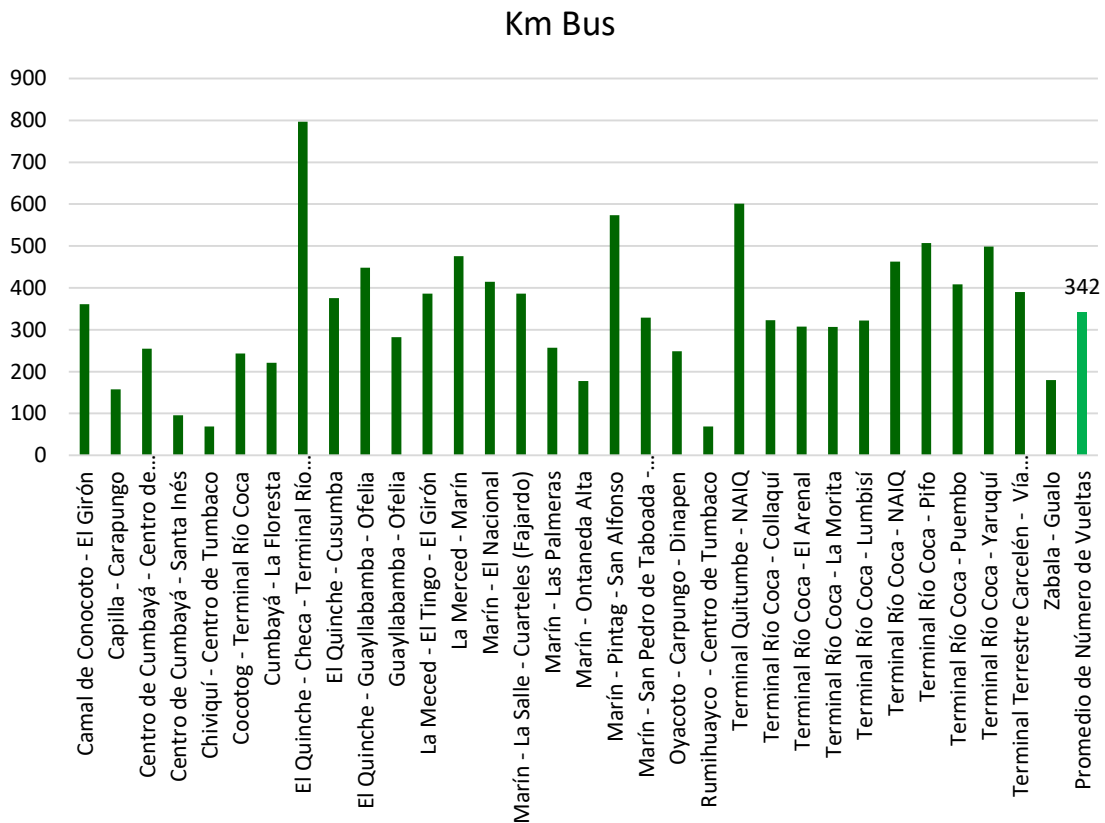
Figura 37 – Kilometraje promedio diario por bus urbano



Fuente: Elaboración propia con base en información de la SDM

Para las rutas interparroquiales el kilometraje diario promedio por bus es de 342 km.

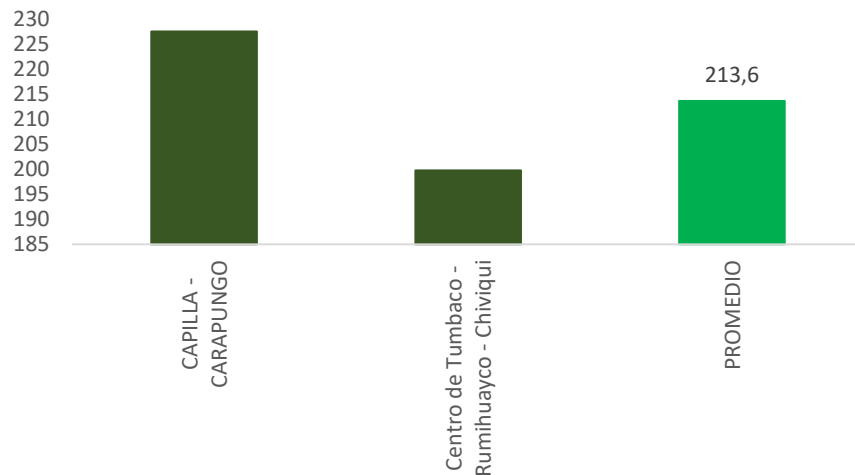
Figura 38 – Kilometraje promedio diario por bus interparroquial



Fuente: Elaboración propia con base en información de la SDM

Para las rutas intraparroquiales el kilometraje diario promedio por bus es de 214 km.

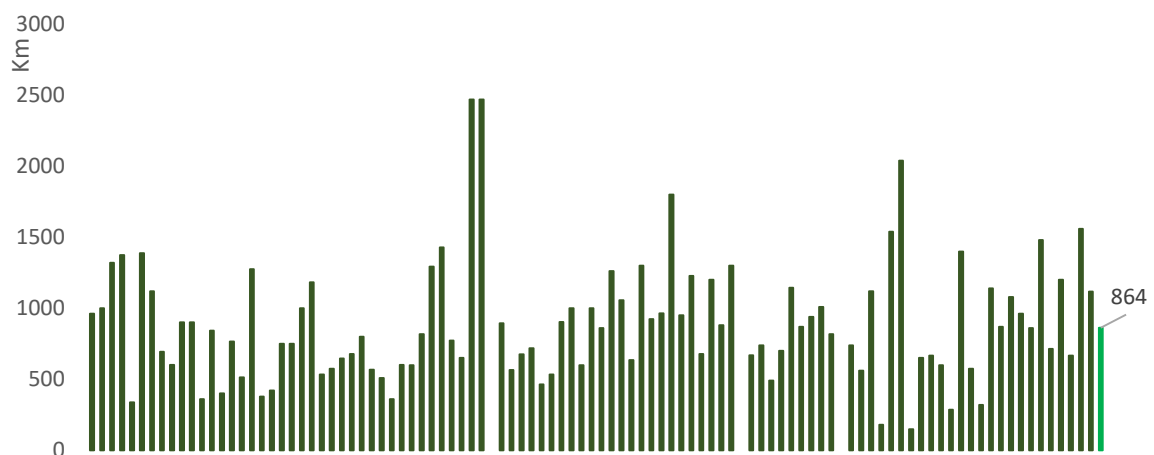
Figura 39 – Kilometraje promedio diario por bus intraparroquial



Fuente: Elaboración propia con base en información de la SDM

■ **Demanda media reportada.** La demanda promedio por bus urbano, reportada por los operadores en los informes de caja común es de 864 pasajeros en día laborable. Para la estimación de ingresos del transporte urbano se ha empleado una demanda en día laborable de 994 pasajeros por bus, que tiene en cuenta la información disponible de levantamientos en campo que fue proporcionada por la Secretaria de Movilidad, ajustes por viajes que no son reportados por los operadores o los conductores y los viajes que no se pagan por deficiencias en la fiscalización del acceso.

Figura 40 – Demanda promedio por bus urbano



Fuente: Elaboración propia con base en información de la SDM

La demanda promedio reportada por bus intraparroquial, e intraparroquial en día laborable es de 972 pasajeros.

4.2 Componentes de la canasta de Costos

Para la determinación de la canasta de costos se han tomado los gastos fijos y variables de operación discriminados en los siguientes componentes:

- a) Costo del vehículo
- b) Combustible
- c) Personal de operación
- d) Costos del SITP-Q
- e) Costos mantenimiento
- f) Seguros e impuestos
- g) Personal indirecto
- h) Gastos administración
- i) Rentabilidad del operador

Los precios, tarifas o salarios utilizados en el análisis para cada uno de los anteriores componentes, corresponden a los recopilados dentro del levantamiento de información de mercado o mediante entrevista a los operadores. En cada una de las secciones se presenta una explicación de las fuentes utilizadas.

4.2.1 Vehículo

El objetivo de este componente es remunerar la inversión, la cual se ha estructurado como el monto requerido para la recuperación del costo de inversión por vehículo, cuyo valor es equivalente a un pago uniforme mensual durante un periodo de tiempo o vida útil del vehículo.

El valor de los vehículos a remunerar se propone corresponda a un promedio del costo nuevo a reponer según cada tipología, valor que la autoridad podrá modificar en función de la edad de la flota y en el caso que los vehículos se deban desintegrar al final de su vida útil. El modelo de cálculo de tarifa contempla precios de vehículos, según su tipología (minibús, bus tipo) y la normativa europea de emisiones que cumple la unidad.

Es importante indicar que los vehículos de acuerdo con la norma vigente en el país tienen una vida útil de 20 años. No obstante, para efecto del cálculo de la tarifa se recomienda emplear 12 años de vida útil, con un valor de salvamento final del 40,6%. El valor de salvamento sería aquel que recupera el propietario en el proceso de venta a otros municipios, o al recibir el pago de una compensación por chatarrización de la unidad.

En la medida que la autoridad defina bajar la edad promedio de la flota que opera en la ciudad, se sugiere acortar la vida útil a 10 años, sin embargo para no generar efectos inadecuados y distorsión en el precio de los vehículos, en la medida que se acorte la vida útil a los vehículos, la autoridad debe velar porque éstos sean desintegrados o se aplique en el cálculo un valor de salvamento alto. De lo contrario, los operadores tendrán incentivos para operar la flota durante la vida útil permitida y luego vender los vehículos para ser usados en otros sistemas, generando utilidades no acordes a la estructura de operación, y deteriorando el nivel de servicio que se ofrece a los usuarios.

Vida útil	Valor de salvamento
5	75%
10	50%
20	3%

Un aspecto fundamental dentro de la estructura de remuneración de la inversión tiene que ver con financiación, dado que la remuneración propuesta debe tener en cuenta el costo del dinero financiado por el propietario con entidades financieras o distribuidoras. Para efecto de la estructura de la tarifa se propone una estructura conservadora de 60% del valor de vehículo financiado y 40% de capital, tasa de interés del 14% en dólares, plazo de la deuda a 5 años y un periodo de gracia de un año.

Dentro de la estructura de remuneración del vehículo se incluyen dos aspectos que tienen impacto en el resultado final para el propietario del vehículo y que corresponde a: (i) depreciación del activo a nivel de la contabilidad y (ii) el escudo tributario que la deuda tiene.

La depreciación es un mecanismo mediante el cual se reconoce a nivel de la empresa el desgaste que sufre el vehículo a lo largo de su vida útil. Por otra parte, se tendrá en cuenta que las normas tributarias vigentes definen que la depreciación es un gasto deducible de impuestos.

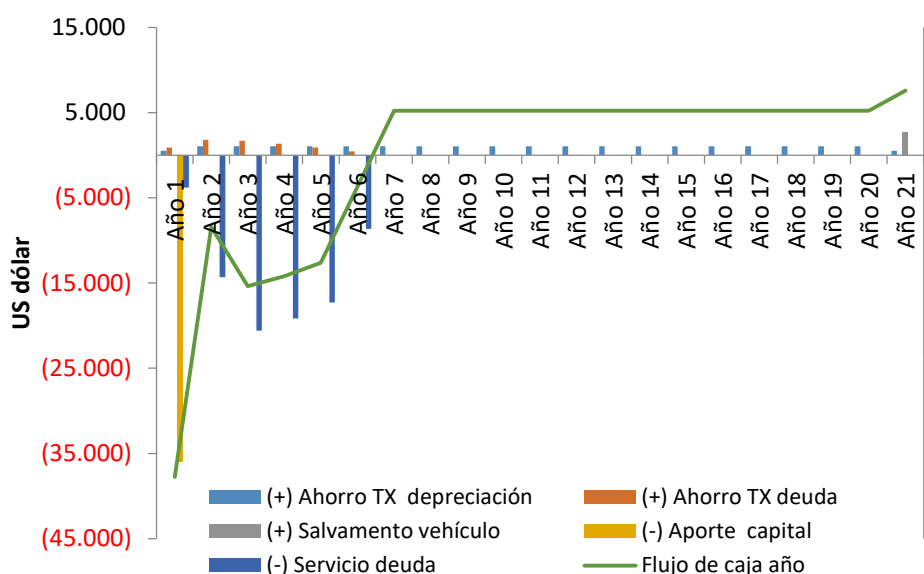
Un segundo aspecto tiene que ver con la ventaja fiscal que tiene la deuda, dado que los intereses de la deuda contratada por el propietario son deducibles del impuesto de renta.

Teniendo en cuenta lo antes descrito, la remuneración de la inversión del vehículo tiene en cuenta los siguientes aspectos:

- j) (+) Ahorro TX depreciación
- k) (+) Ahorro TX deuda
- l) (+) Salvamento vehículo
- m) (-) Pago de intereses deuda
- n) (-) Pago del capital

Ejemplo de la remuneración de un vehículo de 122 mil dólares.

Figura 41 – Flujo de remuneración de un bus tipo



Fuente: Elaboración propia

Para efecto de transferir el costo de remuneración de la inversión un vehículo a la tarifa, se calcula el flujo de caja de cada tipología. Para ello, se toma como valor de la inversión que el costo de adquisición de la unidad USD 90.000 para el minibús y USD 122.000 para el bus tipo. Estos precios corresponden a precios obtenidos en el mercado de concesionarios de vehículos, y se encuentran cercanos a los valores reportados por los operadores (Ver Anexo 3 – Referencias de precios de mercado). Para efectos del modelo se excluye el cobro del IVA, debido a que es un impuesto para el cual los concesionarios están facultados de solicitar la devolución del impuesto de acuerdo a lo estipulado en el Artículo 66 y 67 de la Ley de Régimen Tributario Interno y el Artículo 174 del Reglamento para la aplicación de la Ley de Régimen Tributario Interno.

Tabla 73 – Valor de mercado y valor a remunerar por tipología

Vehículo	Precio de mercado de venta sin IVA (USD)	Valor a remunerar según flujo caja	Valor a remunerar mes
Minibús	90.000	114.647	722
Bus tipo	122.000	155.410	979

Fuente: Elaboración propia con base en precios de mercado

4.2.2 Combustible

Costo energético, según tipología se estructura según tipo de combustible o fuente de energía empleado, para lo cual de acuerdo con cifras de rendimiento de diferentes tipologías se ha estimado un rendimiento promedio por kilómetro, así:

Tabla 74 – Rendimiento de combustible por tipología y norma sobre emisiones

Tecnología	Km/Galón					Otros	
	Euro III	Euro IV	Euro V	Euro VI	Híbrido	Eléctrico (kwh/km)	Gas (m3/km)
Intracantonal Rural	9,74	11,07	11,14				
Intracantonal Urbano	8,15	9,27	9,32	9,32	12,12	1,00	3,00
Intracantonal Combinado	8,77	9,97	10,03	10,03	13,04	1,00	2,40
Urea para diésel	5,0%	* Solo aplica para euro V y Euro VI					
Pérdida eficiencia vejez	0,5%	* Aplica del tercer año en adelante					

Fuente: Elaboración propia con base en experiencias de otros proyectos

De acuerdo con la experiencia en operación de vehículos en sistemas BRT se observa que a partir del tercer año en adelante los rendimientos de los vehículos caen por efecto del desgaste del motor y otras partes.

Igualmente, dentro del modelo se ha involucrado la posibilidad de evaluar tecnologías más limpias desde euro V en adelante, tecnologías a las cuales se debe involucrar el componente Adblue (Urea), dentro del proceso de combustión.

Los rendimientos de los vehículos en operadores de transporte normalmente presentan altos niveles de distorsión por factores tales como:

- La topografía de la operación si hay descensos y ascensos pronunciados.
- La edad de la flota para lo cual se propone la siguiente tabla de acuerdo a la experiencia del Consultor:

Tabla 75 – Ajuste de remuneración por edad de la flota

Edad (años)	% Remunerar
0-3	0,00%
4-9	2,50%
10-15	5,00%
15-20	10,00%

Fuente: Elaboración propia

- Niveles de mantenimiento y peso de la carrocería.

Para efecto del modelo de tarifa se asume un costo de combustible a remunerar según tipología. Estos datos se obtuvieron de la base de datos de la SDM con el listado de las rutas en operación, y cuyos resultados fueron presentados en la sección 4.1.4. La siguiente tabla resumen el kilometraje medio que será utilizado en el modelo.

Tabla 76 – Recorrido en km por tipología

Recorrido	Intracantonal	Intracantonal	Intracantonal
	Rural	Urbano	Combinado
Diario en Km	214	194	342
Mensual en Km	5.867	5.319	9.377
Anual en Km	70.406	63.826	112.518

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta una operación de estas características el costo por mes y por año según una operación normalizada sería de:

Tabla 77 – Costo de combustible a remunerar por tipología

Vehículo	Combustible	Tecnología	Km/ Galón	Urea	Costo mes USD	Costo año USD
Intracantonal Rural	Diésel	Euro III	9,74	0,00%	695	8.344
Intracantonal Urbano	Diésel	Euro III	8,15	0,00%	753	9.038
Intracantonal Combinado	Diésel	Euro III	8,77	0,00%	1.234	14.809

Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Mantenimiento

El mantenimiento de un vehículo normalmente tiene dos actividades básicas, la primera corresponde a realizar labores de prevención de manera que se eviten daños al vehículo y la segunda corresponde al correctivo y este se da por daños o ajustes que se deben realizar a los vehículos tanto a nivel de carrocería como a nivel de chasis.

Dado que el mantenimiento es un factor muy importante a nivel de un vehículo, se clasificó el mantenimiento en las siguientes apartes: (i) Carrocería, (ii) Costo de mantenimiento eléctrico, (iii) Costo de mantenimiento mecánico, (iv) Neumáticos y (v) Aceites y filtros.

En total se validaron cuarenta actividades de mantenimiento, a nivel de costo y las frecuencias de cambio, establecidas en revisiones pasados un número de kilómetros. Las labores de mantenimiento validadas para cada tipología de vehículo son:

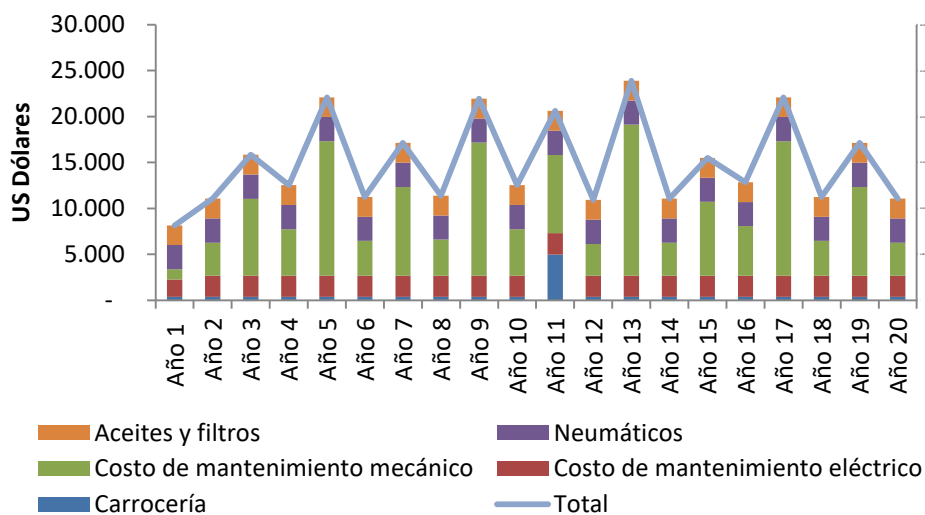
Tabla 78 – Labores de mantenimiento

Llantas	Filtro secador de aire	Zapatas (juego forros 2) x 4	Engrasado puntas ejes
Reencauche de llantas	Refrigerante de motor	Cambio tambores (juego)	Cambio de rulimanes punta de eje
Aceite de motor	Descarbonización compresor aire	Rachas de freno	Mantenimiento de carrocería
Aceite de caja	Bandas	Baterías	Reparación de la bomba de inyección
Aceite de diferencial	Cambio de tuberías de inyectores	Sistema eléctrico	Reparación compresor
Aceite hidráulico	Calibración de la bomba de inyección	Amortiguadores	Cambio de turbo
Engrase general	Embrague	Rótulas de dirección	Reparación del motor
Filtro de aceite de motor	Buster embrague	Pines y bocines de dirección	Reparación de caja
Filtro de aire	Soporte de cardán y crucetas	Mantenimiento de ballestas	Reparación del diferencial
Filtro de combustible	Mantenimiento sistema neumático	Lavado motor/chasis	Reparación de carrocería

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de analizar y crear una curva de mantenimiento a lo largo de la vida útil del vehículo se observa el siguiente comportamiento.

Figura 42 – Gasto de mantenimiento para bus Padrón



Fuente: Elaboración propia

Normalmente las empresas que tiene un volumen importante de vehículos superior a 100, programan la operación de la flota de manera que se genere una dispersión en término de kilometraje de los vehículos con esto se aplanan la curva de mantenimiento y las necesidades de caja de la empresa.

Dentro del mantenimiento proyectado se han incluido cuatro actividades de costo alto que corresponde a labores claves de *overhaul* como son:

Tabla 79 – Periodo de reparación de distintos componentes del vehículo

Detalle	Unidades	Intervalo km
Reparación del motor	UND	240,000
Reparación de caja	UND	120,000
Reparación del diferencial	UND	120,000
Reparación de carrocería	UND	600,000

Fuente: Elaboración propia

Los costos de mantenimiento se han estimado con base en cotizaciones realizadas en el mercado local. El detalle de servicios y repuestos considerados junto con sus costos se presenta en el Anexo 3 – Referencias de precios de mercado.

4.2.4 Instalaciones

Esta sección describe las instalaciones requeridas para el funcionamiento del sistema de buses convencionales de Quito y que serán contempladas para la estimación de los costos de mantenimiento

4.2.4.1 Sistema de ayuda a la explotación

El sistema de ayuda a la explotación del sistema de buses convencionales está compuesto por los mismos elementos descritos en el SAE del sistema de corredores. Las cantidades de estos componentes se resumen en la Tabla 80.

Tabla 80 – Cantidades de componentes del sistema de ayuda a la explotación

Equipos a bordo	Cantidad
Botón de emergencia	1,511
Unidad a bordo y consola	1,511
Licencia de uso por unidad a bordo y consola	1,511
Licencia de programación SAE	1,511
Firmware y software de recaudo	
Firmware y software SAE dispositivos	NA

Fuente: Elaboración propia

4.2.4.2 Sistema de recaudo

El sistema de recaudo permite recolectar el dinero por el pago de tarifas, controlar la evasión, recolectar información sobre los ingresos económicos y los viajes, así como gestionar los pagos a los operadores de transporte y de recaudo. El sistema de recaudo también permite la adopción de políticas tarifarias complejas gracias al uso de medios de pago electrónicos. Para hacer una adecuada estructura de costos es necesario evaluar los distintos componentes de este sistema. De acuerdo con el “Documento de diseño del sistema de recaudo, sistema de ayuda a la explotación y sistema de atención e información al usuario del SITP Q”, desarrollado por GSD Plus, el sistema de recaudo para el sistema convencional se compone de los siguientes elementos:

■ Medios de pago

Los medios de pago son los elementos que permiten a los usuarios acceder al SITM Q mediante el pago de la tarifa y/o la identificación del usuario. El único medio de pago válido es la tarjeta electrónica en sus diferentes modalidades contempladas en el diseño del SITP Q: tarjetas personalizadas, tarjetas de funcionario y tarjetas anónimas. El concesionario entregará de forma gratuita un millón cien mil tarjetas anónimas de usuario general en puntos de personalización portátiles.

■ Equipos en vehículos

Cámara de conteo

Están ubicadas en las puertas de entrada y salida del vehículo y permiten verificar el pago de la tarifa por parte de los pasajeros.

Validador

El validador se encarga de verificar si un usuario cuenta con saldo suficiente para efectuar una validación y realizar el descuento de la tarifa al acercar su tarjeta, de acuerdo con el tipo de usuario, fecha y hora de la validación.

■ Red de recarga externa

Permite la venta y recarga de medios de pago y cada punto tiene un dispositivo de venta y recarga. Esta red es la misma que entró en funcionamiento con el sistema de corredores.

■ Puntos de personalización (portátil)

Son centros de atención destinados a la venta y recarga de tarjetas personalizadas. Cada punto de personalización incluye el amoblado, un ordenador, una cámara web, un lector de tarjetas, una impresora de tarjetas y un vehículo que permite la movilización del punto.

■ SAMs y emisión de SAMs

Es un componente donde se realiza la inicialización y carga de llaves de los módulos SAM necesarios para brindar seguridad a los dispositivos en campo del SITP Q. Éste incluye los equipos de emisión y los SAMs.

Sistema central de recaudo (integrado para todos los sistemas de transporte)

La Tabla 81 resume las cantidades de cada componente del sistema de recaudo, de acuerdo con la estructuración financiera elaborada por GSD Plus, para la estructuración de costos:

Tabla 81 – Cantidades de componentes del sistema de recaudo

Medios de pago	Cantidad
Tarjeta	1,100,000
Módulo SAM	5,038
Emisión y distribución por SAM	5,038
Buses Colectivos	
Cámara estereoscópica de conteo	3,022
Validador	1,511
Licencia de uso validador	1,511
Red de recarga	
Dispositivo de recarga	1
Licencia de uso	1
Puntos de personalización (portátil)	
Silla	8
Escritorio	8
Computador	8
Impresora de tarjetas	8
Lector de tarjetas	8
Cámara web	8
Licencia software de personalización	8
Vehículo	8
Paradas	
Máquina VRM	291
Licencia de uso VRM	291
Pasillos motorizados discapacitados	181
Torniquete + Validador	739
Licencia de uso Validador	739
Modem WIFI	160
Handhelds validación y recarga	320
Cámaras de conteo	257
Firmware y software de recaudo	
Firmware y software de recaudo dispositivos	1,511
Servicios profesionales equipos en campo	
Gestión de proyectos, ingeniería, instalación, pruebas, soporte y documentación, capacitación	25%
Sistema central de recaudo	1

Fuente: Elaboración propia

4.2.4.3 Sistema de información al usuario

El sistema de información al usuario del sistema convencional está compuesto por los equipos a bordo de cada vehículo, es decir, los paneles de información interno y externo y los parlantes. Las cantidades utilizadas para la estimación de costos de este sistema se resumen en la Tabla 82.

Tabla 82 – Cantidades de componentes del sistema de información al usuario

Equipos a bordo	Cantidad
Panel electrónico de información (interno) P5	1,511
Panel electrónico de información (externo frontal)	1,511
Parlantes a bordo	3,022
Otros (Repuestos)	
Repuestos 1	5%
Repuestos 2	5%
Servicios profesionales equipos en campo	
Gestión de proyectos, ingeniería, instalación, pruebas, soporte y documentación, capacitación	25%

Fuente: Elaboración propia

Con base en los componentes de ayuda a la explotación, recaudo e información al usuario para el sistema convencional, el costo mensual estimado es de USD 947,665, es decir, USD 11,371,980 anuales para el primer año de operación. Teniendo en cuenta que el sistema posee 1,511 unidades de buses tipo y microbuses, el costo mensual por unidad sería de USD 627.

El costo del SITP-Q para el transporte convencional no será asumido por los propietarios de los vehículos, puesto que la implementación y operación del sistema estará a cargo de una concesión que está en proceso de contratar la Secretaría de Movilidad. Por tanto, para el modelo solo se incluye para efectos de calcular los costos totales del transporte convencional y definir el monto de los subsidios o incrementos en la tarifa de usuario que son requeridos para el viaje en transporte convencional.

4.2.5 Personal

El personal del modelo se divide en dos grupos (i) uno corresponde al personal directo es decir conductores y ayudantes en sus diferentes modalidades de vinculación y (ii) al personal de administración, operación y mantenimiento.

4.2.5.1 Esquema de contratación de personal de operación

El diagnóstico del modelo actual de contratación del personal de operación y administración está basado en la información recopilada en las entrevistas con los operadores de transporte convencional y en la documentación remitida por los operadores urbanos para cumplir con los requerimientos del esquema de fortalecimiento de caja común. En este segundo componente, las empresas remitieron el registro completo de la nómina y en algunos casos los soportes del pago de seguridad social a los empleados.

Los principales hallazgos del esquema de contratación incluyen:

- i. Existen dos esquemas de contratación de conductores. En el primero, los conductores presentan sus servicios de forma diaria y reciben como remuneración un pago diario promedio de USD 30 más un auxilio de alimentación de USD 5. Estos empleados no se encuentran vinculados al IESS y no reciben ningún beneficio adicional.

El segundo esquema de contratación de conductores es la vinculación directa con la empresa o los propietarios, y dónde el empleado se encuentra afiliado a la IESS y recibe alguna o todas las prestaciones de Ley. De acuerdo a la documentación disponible del esquema de fortalecimiento de caja común, aproximadamente solo la mitad de los conductores se encuentran afiliados con las prestaciones de Ley. Estos datos fueron validados también con los operadores de transporte urbano. A continuación, se muestra el % de empleados afiliados frente a la planta de la empresa.

Tabla 83 – Porcentaje de afiliación

Operadora	% Afiliación
Catar	19%
Alborada Compañía de Transportes S.A.	67%
Guadalajara	64%
Cooperativa de Transporte "Turis-Monserrat"	96%
Compañía de Transporte Planeta "Transplaneta" S. A.	30%
Transalfa	50%
Colectrans	38%
Disutrans	49%
San Cristóbal	63%
San Francisco	29%
Semgyllfor	63%
Sotranor	0%
Translatinos	34%
Transmetrópoli	47%
Promedio	50%

En algunos casos, los empleados contratados bajo el segundo esquema no reciben todas las prestaciones de Ley, que incluyen décimo tercer sueldo, décimo cuarto sueldo, aporte al Fondo de reserva, aporte al IESS y 15 días de vacaciones. Concretamente, ciertas operadoras informaron que no cubren el fondo de reserva, solo otorgan 5 días de vacaciones al año no están pagando el décimo tercero o décimo cuarto sueldo. Adicionalmente, reportaron que el aporte al IESS se realiza con base de USD 566 que es inferior a la remuneración real de los conductores.

- ii. Los ayudantes en autobuses reciben un pago diario de USD 25 más un auxilio de alimentación de USD 5. Casi la totalidad de los ayudantes no tiene contrato laboral ni está vinculado al IESS.
- iii. Conductores y ayudantes trabajan en promedio 16 horas diarias, por lo que la mayor parte de operadoras tienen un único conductor por vehículo, con un reemplazo para un día de descanso. Este modelo incumple con la jornada laboral de un empleado que debe ser de 8 horas diarias y 40 horas semanales.

Atendiendo el horario de operación de las unidades y la jornada laboral legalmente permitida, deberían estar asignados 2.2 conductores por vehículo.

Todos los anteriores mecanismos son utilizados por las empresas o propietarios para reducir los costos de operación, pero no es la práctica recomendada puesto que incumple el régimen laboral y vulnera las condiciones de trabajo de los empleados. Sin embargo, en el modelo se ha dejado la posibilidad de calcular los costos en el esquema actual donde el 50% de los empleados tiene seguridad social y un 50% recibe un pago por día sin prestaciones o beneficios.

A continuación, se relacionan los valores empleados para la estimación del costo de personal, teniendo en cuenta que se pagan las prestaciones, que el aporte al IESS se realiza sobre una base de USD 566 y los empleados no reciben el décimo tercero y décimo cuarto sueldo.

Tabla 84 – Salario y cantidad de conductores y ayudantes por vehículo

	%	Conductor		Ayudante
		Contrato por día	Contrato con prestaciones	
Remuneración		779	779	650
			566	
Fondo de Reserva	8,3%		47	
Décimo tercero	8,3%			
Décimo cuarto	8,3%			
Vacaciones	4,2%		24	
IESS	11,15%		63	
Auxilio Alimentación		130	130	130
Costo unitario total		909	1.043	779
Factor salario total		-	17,17%	-
Número de empleados		1,14	1,14	1,14

Fuente: Elaboración propia

4.2.5.2 Esquema de contratación propuesto para el personal de operación

La propuesta del estudio es normalizar la contratación laboral de los conductores. Lo anterior, implica disminuir las jornadas de trabajo a 8 horas diarias y asignar 2.2 conductores por vehículo. Adicionalmente, los empleados tendrían todas las prestaciones y beneficios contemplados en la ley. A continuación, se relacionan los valores empleados para la estimación del costo de personal, de acuerdo al tipo de personal:

Supuestos de cantidad y costos de personal para la operación de vehículos:

Tabla 85 – Salario y cantidad de conductores y ayudantes por vehículo

	%	Conductor	Ayudante
Remuneración		600	375
Fondo de Reserva	8,3%	50	31
Décimo tercero	8,3%	50	31
Décimo cuarto	8,3%	31	31
Vacaciones	4,2%	25	16
Jornada nocturna	5,9%	36	22
IESS	11,15%	67	42
Auxilio Alimentación		130	130
Costo unitario total		988	678
Factor salario total		42,99%	46,04%
Número de empleados		2,2	2,2

Fuente: Elaboración propia

4.2.5.3 Esquema del personal de administración

Actualmente, al personal administrativo se le reconocen prestaciones sociales, y se tercerizan servicios como la contabilidad y la asesoría jurídica según las políticas de cada compañía.

Para el personal de administración se utiliza en el modelo una estructura de personal para una empresa con una flota de 50 vehículos que se describe a continuación.

Tabla 86 – Cantidad y salario de personal (no conductores o ayudantes)

Cargo	Cantidad personas	Salario promedio(mes/US)
Gerencia General		
Presidente	1	1.000
Gerente general	1	2.000
Gerencia Financiera		
Administrativo & Financiero	1	1.500
Contador General	1	800
Asistente de Contabilidad	1	375
Responsable de RRHH	1	1.000
Secretaria	1	400
Recaudación General	3	450
Mensajería	1	375
Gerencia de Operaciones		
Jefe de Operaciones	1	1.500
Despachador de Ruta	8	375
Fiscalizador de Ruta	5	450
Monitoreo & Control de gestión operativa	3	375
Gerencia de Mantenimiento		
Responsable de Flota & Mantenimiento	1	1.000
Mecánico	3	500
Eléctrico	2	500
Vulcanizador	1	500
Carrocero	1	500
Ayudante de Mecánico	3	375
Gerencia de Talento Humano		
Auditoria externa	1	292
Capacitación Talento Humano	1	500
Asesor Legal	1	500
Servicio de Guardianía	1	2.500
Comisario	1	375
Directorio (Se hace provisión para dietas)	1	375
Limpieza de flota	1	680
Sistemas & Soporte	1	200

Fuente: Elaboración propia

Como se presentó en la sección 4.1.2, existen empresas de 8 buses hasta de 170 buses, por lo que con base en la planta requerida para esta empresa promedio se calcula un costo por vehículo. Lo anterior, implica que para empresas más pequeñas el costo estimado por administración es menor que para las que concentran la mayor parte de la flota. La estructura propuesta está basada en el personal de administración con los que cuentan los operadores, más algunos cargos adicionales para prestar un mejor servicio.

Para efecto de proyección se asume que los salarios se aumentan al crecimiento de la inflación más 1% de ajuste real.

4.2.6 Seguros e Impuestos

Dentro de la estructura de costos se incluye los siguientes gastos periódicos relativos al vehículo.

Tabla 87 – Valor de seguros y otras obligaciones

	Minibús y Bus tipo (USD)
Valor Revisión Anual (una Semestral)	70
Valor SPPAT	78
Valor permiso de operación	25

Fuente: Elaboración propia

Costos por accidentes/muertes adicionales a la cobertura del seguro, para efecto de la estructuración de la tarifa no se incluyen seguros adicionales.

Para efecto de proyección dentro de la estructura se han incluido los siguientes seguros, los cuales se calculan sobre el valor del vehículo, es decir en la medida que el precio del vehículo se deprecia el seguro baja.

Tabla 88 – Tasas de proyección seguros

Prima seguros	Tasa
Prima de seguros media operación actual	0,50%
Prima de seguros coberturas completas	3,00%
Superintendencia de Bancos	3,50%
Seguro Campesino	0,50%

Fuente: Elaboración propia

El seguro incluido es una póliza todo riesgo que incluye robo total o parcial, incendio y/o rayo, responsabilidad civil, exceso de responsabilidad civil, entre otros. Para la tasa de la prima se simulan dos escenarios. En el escenario actual los operadores adquieren la póliza obligatoria del SPPAT y suplen con sus propios fondos los gastos generados en accidentes. En el escenario propuesto, los operadores adquieren una póliza con coberturas plenas y una tasa de seguros del 3%. Para efecto de la estructuración de la tarifa no se incluyen seguros adicionales.

El impuesto a la renta y participación de empleados está dado por:

Tabla 89 – Tasas de impuestos

Participación Empleados	15%
Impuesto a la Renta	30%
Depreciación tributaria	5 Años
Valor salvamento	10%
IVA	12%

Fuente: SRI

4.2.7 Gastos de Administración

Para los gastos fijos y variables de administración, se proyecta una partida para los siguientes ítem: Luz, Agua, Teléfono, Internet, Limpieza oficina, Seguridad alarmas, Útiles oficina, Medio de pago, Mantenimiento oficinas, Comunicación radios, Movilización auxilios, Arriendo y Mantenimiento de patios, transporte valores y Otros. En el caso en que se implemente el SITP-Q, los rubros de medio de pago y transporte de valores toman el valor de cero, dado que estos correrían por cuenta del concesionario del SITP-Q.

En este aspecto se identifica el impacto que representa la administración en la mayoría de empresas del transporte convencional, dado su tamaño entendido como número de unidades en administración.

Tabla 90 – Valores mensuales de servicios públicos y otras despendas

Conceptos	Gasto mes (USD)
Luz	100
Agua	50
Teléfonos	400
Internet	50
Limpieza oficina	500
Seguridad alarmas	50
Útiles oficina	300
Medio de pago	2.295
Mantenimiento oficinas	100
Comunicación radios	100
Movilización auxilios	500
Arriendo y mantenimiento de patios	4.000
Transporte valores	500
Otros	447

Fuente: Elaboración propia

4.2.8 Rentabilidad del operador

El margen de operación ha sido calculado con base en un retorno objetivo de 13% para el concesionario, esta tasa es consistente con el desarrollo del cálculo del costo promedio ponderado capital (WACC) realizado en el análisis de la EPMTTP y del transporte convencional.

4.2.9 Resultados tarifa

Los resultados se presentan para dos escenarios. En la sección 4.2.9.1 se presenta el costo del servicio considerando las condiciones de operación actual del transporte público convencional, y en la sección 4.2.9.2 se calcula el costo bajo un conjunto de supuestos de optimización y regularización de la operación.

4.2.9.1 Resultados de la tarifa actual

En el modelo actual existe un conductor por vehículo que trabaja cerca de 16 horas diarias, y solo el 50% de los conductores cuenta con seguridad social. En relación al personal, los ayudantes no cuentan con ningún de prestaciones o vinculación al sistema de seguros sociales. Adicionalmente, en este escenario no existen costos asociados a la implementación del Sistema Integrado de Recaudo, el Sistema de Ayuda a la Explotación y al Sistema de Información al Usuario.

A continuación, se presentan la estructura de costos del transporte convencional actual.

Tabla 91 – Cálculo de costo por pasajero por tipología

Tipología	Intracantonal Rural	Intracantonal Urbano	Intracantonal Combinado
Tecnología	Euro III	Euro III	Euro III
Combustible	Diésel	Diésel	Diésel
Costo del vehículo	722	979	979
Personal Directo	2.050	2.050	2.050
Combustible	695	753	1.234
Costos mantenimiento	1.585	1.644	3.197
Seguros e Impuestos	287	315	533
Personal Indirecto	796	796	796
Gastos administración	188	188	188
Rentabilidad	367	543	508
Subtotal costos operador Mes (USD)	6.690	7.268	9.485
Costos del SITP-Q Mes	0	0	0
Total costos del vehículo (USD)	6.690	7.268	9.485
Demanda corregida pax mes	25.677	26.248	25.677
Costo por pasajero (USD)			
Operadores	0,26	0,28	0,37
SITP-Q	0,00	0,00	0,00
Ente Gestor	0,00	0,00	0,00
Total (USD)	0,26	0,28	0,37
Costo por KM (USD)	1,14	1,37	1,01

Donde el peso de cada uno de los componentes de tarifa se distribuye así:

Figura 43 – Distribución de costos por tipología

Tipología	Intracantonal Rural	Intracantonal Urbano	Intracantonal Combinado
Tecnología	Euro III	Euro III	Euro III
Combustible	12 Años	12 Años	12 Años
Costo del vehículo	11%	13%	10%
Personal Directo	31%	28%	22%
Combustible	10%	10%	13%
Costos mantenimiento	24%	23%	34%
Seguros e Impuestos	4%	4%	6%
Personal Indirecto	12%	11%	8%
Gastos administración	3%	3%	2%
Rentabilidad	5%	7%	5%
Subtotal costos operador Mes	100%	100%	100%
Costos del SITP-Q Mes	0%	0%	0%
Total costos del vehículo	100%	100%	100%

El ingreso de los operadores de transporte público urbano está compuesto por el recaudo de las tarifas de usuario y un incentivo mensual de USD 1.000 que entrega la Secretaría de Movilidad a aquellas empresas que cumplen con los requisitos del

esquema de caja común. La tarifa equivalente de usuario recaudada es de USD 0,235, cifra que resulta de ponderar un 88,49% de usuarios que cancelan la tarifa plena de USD0,25, un 11,48% que paga la tarifa reducida de USD0,25 y un 0,03% que accede con tarifa para discapacitados de USD0,10. De otra parte, el incentivo mensual de caja común representa un ingreso de USD0,038 por viaje. Como resultado, el ingreso equivalente promedio por pasajero es de USD0,274.

Así el ingreso equivalente por usuario para el operador de transporte urbano es de USD0,274, este valor es USD 0,03 centavos menor a la tarifa de USD 27,7 centavos por pasajero estimada para el transporte convencional urbano, por lo tanto, es importante considerar algunos supuestos que pueden variar respecto a la operación actual como:

- Podrían no estar llevándose a cabo todas las actividades de mantenimiento preventivo de acuerdo a la periodicidad recomendada, sino ejecutado las labores de mantenimiento y reposición por la condición de las partes.
- El porcentaje de vinculación del personal de conducción al IESS podría ser inferior al 50% reportado por los operadores.

4.2.9.2 Resultados de la tarifa propuesta

En el escenario propuesto los conductores trabajarían las horas diarias contempladas en la normativa laboral; así mismo, contraían con las prestaciones sociales y vinculación al IESS. De tal forma que se pasaría de un modelo de 1,2 conductores por vehículo a uno de 2,2 conductores para una ruta en operación 16 horas diarias.

De otra parte, en este escenario se contempla la implementación del Sistema Integrado de Recaudo, Sistema de Información al Usuario y Sistema de Ayuda a la Explotación. La implementación del SITP-Q permitiría eliminar el rol de ayudantes a bordo de las rutas de transporte intracantonal urbano³⁰, cambiando así la estructura de costos de personal.

Como resultado de aplicar la fórmula tarifaria anteriormente descrita para una operación de transporte, se obtuvo una tarifa técnica de USD 0,34 para el transporte intracantonal urbano y de USD 0,33 para el transporte intracantonal rural. En la siguiente tabla se observa la contribución de cada componente de costos en los resultados.

³⁰ No se incluye el SITP-Q en transporte intracantonal rural y combinado.

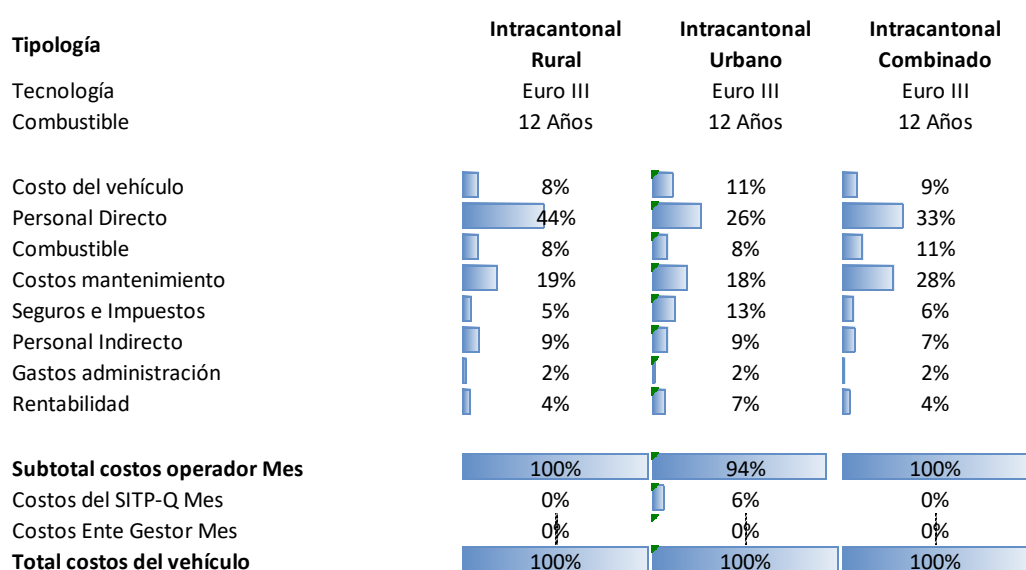
Tabla 92 – Cálculo de costo por pasajero por tipología

Tipología	Intracantonal Rural	Intracantonal Urbano	Intracantonal Combinado
Tecnología	Euro III	Euro III	Euro III
Combustible	Diésel	Diésel	Diésel
Costo del vehículo	722	979	979
Personal Directo	3.748	2.335	3.748
Combustible	695	753	1.234
Costos mantenimiento	1.585	1.644	3.197
Seguros e Impuestos	433	1.136	732
Personal Indirecto	796	760	796
Gastos administración	188	136	188
Rentabilidad	365	600	511
Subtotal costos operador Mes (USD)	8.532	8.343	11.385
Costos del SITP-Q Mes	0	542	0
Total costos del vehículo (USD)	8.532	8.885	11.385
Demanda corregida pax mes	25.677	26.248	25.677
Costo por pasajero (USD)			
Operadores	0,33	0,32	0,44
SITP-Q	0,00	0,02	0,00
Ente Gestor	0,00	0,00	0,00
Total (USD)	0,33	0,34	0,44
Costo por KM (USD)	1,45	1,57	1,21

Fuente: Elaboración propia

Donde el peso de cada uno de los componentes de tarifa se distribuye así:

Figura 44 – Distribución de costos por tipología



Fuente: Elaboración propia

Es importante indicar que los cálculos anteriores se definen para el pago de una flota nueva. Por lo anterior para efecto de remunerar los buses se propone emplear tablas de precios en función de la edad promedio de la flota actual o si la autoridad define bajar la edad promedio la cual debería ser la tarifa que remunere esta estructura.

En el escenario propuesto se identifica que el costo de personal directo disminuye, porque la implementación del Sistema Integrado de Recaudo no incorpora un ayudante a bordo. Adicionalmente, en la medida que las empresas se agremien y aumenten la cantidad de vehículos, los costos de administración y en especial de mantenimiento tienden a bajar por economías de escala.

La suficiencia de la tarifa usuario para el transporte intracantonal combinado requiere un análisis de las diferentes rutas en operación, dado que su cobro se realiza en función de la distancia recorrida, para este ejercicio se empleó un kilometraje medio de 342 km en día laborable como referencia. No obstante, este kilometraje debe ser definido de acuerdo a las características de los diferentes servicios de transporte intracantonal combinado que existen en la actualidad.

4.2.9.3 Sensibilidad de la rentabilidad del operador

Dado que la definición del nivel de rentabilidad del operador está sujeta a las condiciones de mercado, y particularmente a la posibilidad de que el Administrador del Sistema de Transporte Masivo del Distrito Metropolitano de Quito pueda obtener la mejor negociación posible, se presenta a continuación una sensibilidad de la tarifa técnica para un nivel de rentabilidad de 19% vs el nivel de 13% con el que se estiman los resultados de las secciones 4.2.9.1 y 4.2.9.2.

Tabla 93 – Sensibilidad nivel de rentabilidad del operador (USD)

Subsistema	Intracantonal Rural	Intracantonal Urbano	Intracantonal Combinado
Esquema Actual			
Rentabilidad 19%	0,268	0,287	0,379
Rentabilidad 13%	0,261	0,277	0,369
Diferencia	0,007	0,010	0,010
Esquema Propuesto			
Rentabilidad 19%	0,339	0,358	0,453
Rentabilidad 13%	0,332	0,339	0,432
Diferencia	0,007	0,019	0,021

De acuerdo a la .

Tabla 93, una variación del 6% en el nivel de rentabilidad para el operador privado representa un incremento en la tarifa técnica por pasajero entre USD 0,7 centavos y USD

2,1 centavos dependiendo del servicio analizado. Los incrementos variables obedecen a la estructura de los flujos particulares de cada servicio, pues cada uno presenta combinaciones de inversiones y costos de operación diferentes.

5 Corredores de transporte público

Los corredores de transporte público movilizan pasajeros de forma exclusiva por corredores dedicados a buses tipo, trolebuses, y articulados diésel que recorren de norte a sur la ciudad de Quito. A continuación, se describen la metodología y las características operacionales del servicio.

5.1 Diagnóstico

5.1.1 Metodología.

Para desarrollar la estructura de costos del Metrobús-Q, se consultaron el estudio realizado por Deloitte y Taryet para el Banco mundial *“Metrobús Q: Estudio de opciones de reestructuración de los corredores de BRT y soporte a su implementación”* [41], y el estudio de factibilidad del Metro de Quito, en cuanto a aspectos relacionados con la operación y demanda de la flota [20].

El análisis está principalmente fundamentado en información proporcionada por la Empresa Pública Metropolitana de Pasajeros y que fue recolectada a través de solicitudes formales y entrevistas. La solicitud de información se realizó por escrito en formatos en Excel y fue entregada por la EPMTP.

Como complemento a la información base presentada, se efectuaron entrevistas con funcionarios de la EPMTP donde se contó con la ayuda y asistencia de funcionarios de la Secretaría de Movilidad. En estas sesiones se discutió el contenido de los formatos de Excel diligenciados.

El análisis preliminar de los formatos diligenciados por la EPMTP mostró que no existía un nivel desagregado a nivel contable que permitiera estimar los costos por corredor o tipo de vehículos, debido a que la EPMTP no cuenta con un sistema de contabilidad de costos. Por lo anterior, fue necesario solicitar datos adicionales a la EPMTP y utilizar supuestos basados en la experiencia del consultor en otros sistemas.

El estudio se complementó con referencias de estructura de costos de BRTs, como son Transantiago en Santiago de Chile y Transmilenio en Bogotá.

5.2 Componentes de la canasta de Costos

La operación del subsistema Metrobús Q, implica la consideración de los siguientes componentes de la canasta de costos, los cuales se definen según cada tipología y edad de la flota:

5.2.1 Vehículo

Costo del vehículo: Esta es un variable de impacto alto en la tarifa y corresponde a la autoridad definir si se incluye o no dentro de la tarifa. Para esto, se tuvo en cuenta la posible configuración de flota del sub-sistema a futuro, de acuerdo a información proporcionada por la EPMTP:

- Escenario 1 - Distribución de flota reportada por EPMTTP a septiembre 2016, con un total de 657 buses en operación troncal, que incluyen 28 biarticulados en operación en el Corredor Central Trolebús.

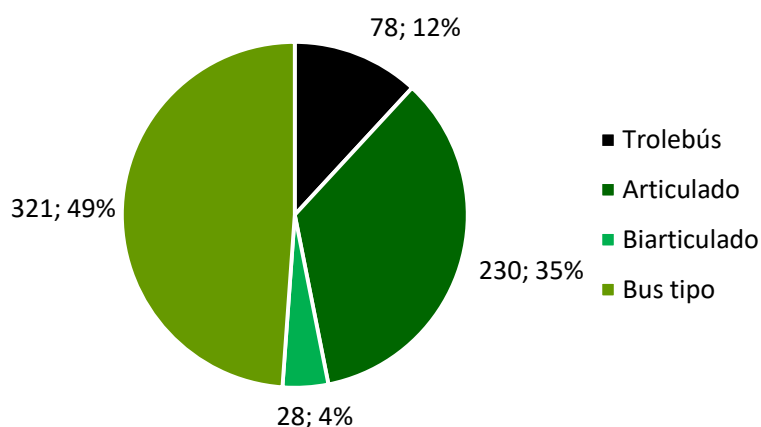
Tabla 94 – Distribución de la flota por corredor y tipología Escenario 1

Distribución de flota	Trolebús	Articulado	Biarticulado	Bus tipo	Total flota
C.Central- Trolebus	78	36	28	4	146
C.Oriental	0	121	0	15	136
C.Suroccidental	0	0	0	302	302
C.Central norte	0	73	0	0	73
Total	78	230	28	321	657

Fuente: EPMTTPQ

A continuación, se presenta la distribución de flota según su tipología:

Figura 45 – Distribución de la flota por tipología Escenario 1



Fuente: Elaboración propia con base en información de la EPMTTPQ

- Escenario 2 - Configuración del Metrobús-Q a 2017 con la modernización y aumento de capacidad del Corredor Central Trolebús con 56 biarticulados, la renovación parcial de flota del Corredor Oriental³¹ con 24 biarticulados y la extensión de este corredor desde la parada Capulí hasta Guamaní. La flota total sería de 646 buses.

Según la información remitida por la EPMTTP para 2017, la flota se distribuye entre cada uno de los corredores de la siguiente forma:

³¹ Se han considerado los corredores Suroriental y Nororiental-Ecovía como un único corredor Oriental, esto debido a que sus características operacionales dificultan la discriminación de información por corredor, en particular la demanda.

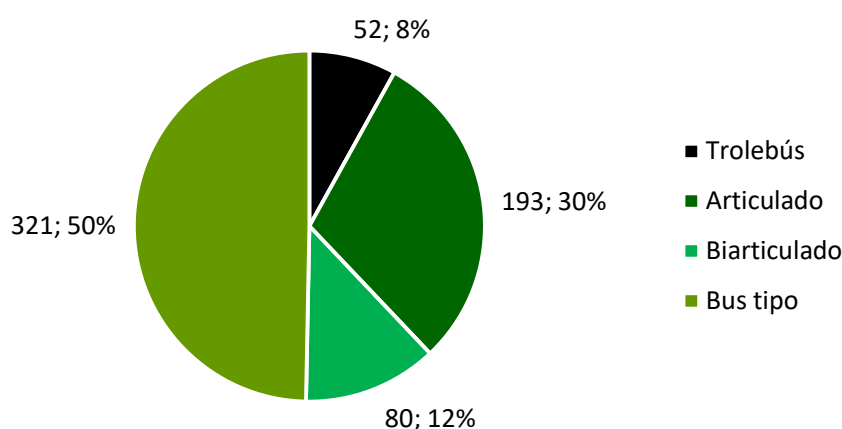
Tabla 95 – Distribución de la flota por corredor y tipología Escenario 2

Distribución de la flota	Trolebús	Articulado	Biarticulado	Bus tipo	Total flota
C.Central- Trolebús	52	0	56	4	112
C.Oriental	0	120	24	15	159
C.Suroccidental	0	0	0	302	302
C.Central norte	0	73	0	0	73
Total	52	193	80	321	646

Fuente: EPMT PQ

A continuación, se presenta la distribución de flota según su tipología:

Figura 46 – Distribución de la flota por tipología Escenario 2



Fuente: Elaboración propia con base en información de la EPMT PQ

- Escenario 3 - Configuración de Metrobús-Q a 2018, con un incremento de 60 buses articulados en el Corredor Oriental. Adicionalmente, el Corredor Suroccidental migra a operación troncal con buses articulados y servicios de alimentación, por lo que se reduce la flota a un total de 616 buses.

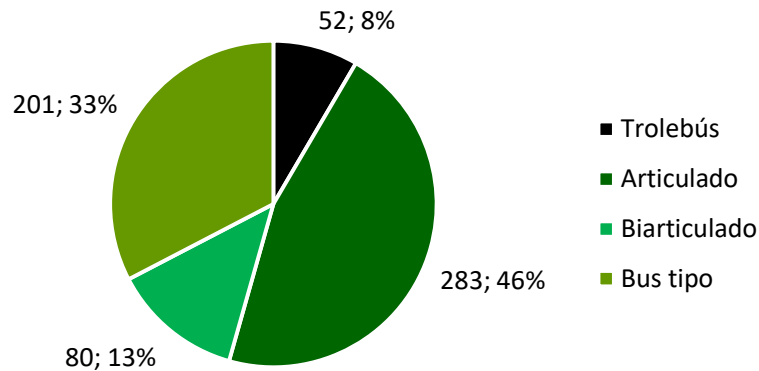
Tabla 96 – Distribución de la flota por corredor y tipología Escenario 3

Distribución de la flota	Trolebús	Articulado	Biarticulado	Bus tipo	Total flota
C.Central- Trolebús	52	0	56	4	112
C.Oriental	0	180	24	15	219
C.Suroccidental	0	30	0	182	212
C.Central norte	0	73	0	0	73
Total	52	283	80	201	616

Fuente: EPMT PQ

A continuación, se presenta la distribución de flota según su tipología:

Figura 47 – Distribución de la flota por tipología Escenario 3



Fuente: Elaboración propia con base en información de la EPMT PQ

- Escenario 4 – Configuración de Metrobús-Q a 2019, cuando entra en operación el sub-sistema metro y se modifica el trazado de los Corredores Central Trolebús, Central Norte y Suroccidental. La flota troncal estaría compuesta por 447 unidades.

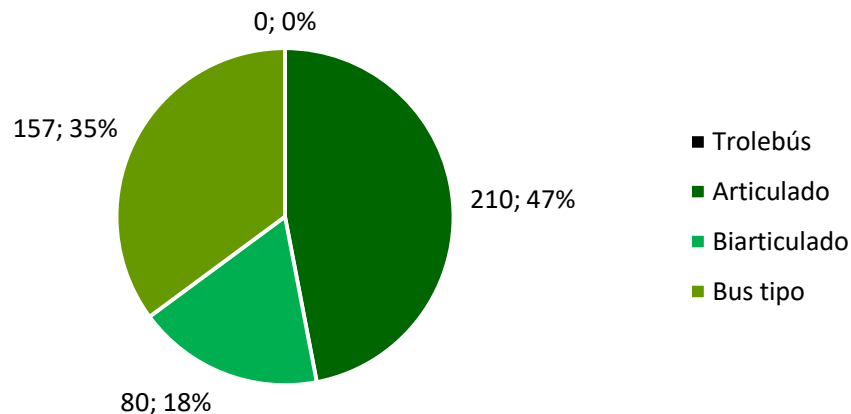
Tabla 97 – Distribución de la flota por corredor y tipología Escenario 4

Distribución de la flota	Trolebús	Articulado	Biarticulado	Bus tipo	Total flota
C.Central- Trolebús	0	0	56	0	56
C.Oriental	0	180	24	12	216
C.Suroccidental	0	30	0	145	175
C.Central norte	0	0	0	0	0
Total	0	210	80	157	447

Fuente: EPMT PQ

A continuación, se presenta la distribución de flota según su tipología:

Figura 48 – Distribución de la flota por tipología Escenario 4



Fuente: Elaboración propia con base en información de la EPMT PQ

Dado que cada uno de los corredores cuenta con diferentes tipologías de flota, para efecto de la modelación de la remuneración de la flota se estructuró según año de fabricación un análisis que permite al usuario definir:

- i. Si se remunera la flota, premisa que se aplica en los corredores Suroccidental y Corredor Central Norte, u otros que se definan, pues el gobierno puede entregar los vehículos a título de aporte por lo tanto se busca que la remuneración de la inversión no se traslade a los usuarios.
- ii. En caso que se remunere la flota se aplica una rentabilidad del 13% para el operador.
- iii. En relación al precio de los vehículos, se cuentan con los valores de adquisición de las unidades y los costos de una reposición de un vehículo nuevos. Los precios de compra fueron remitidos por la EPMT PQ para los trolebuses y los buses articulados. De otra parte, la Secretaria de Movilidad informó sobre el costo de los 80 biarticulados marca Volvo con carrocería Superpolo que se adquirieron recientemente. Todos los valores se incluyen sin IVA, considerando que los operadores realizan los trámites necesarios para la devolución de este impuesto.

Tabla 98 – Valor de adquisición de vehículo por tipología y modelo

Año de Fabricación	Tipología de Flota	Valor Unitario de adquisición	Valor a nuevo reposición
1995	Trolebús	\$419.763	\$600.000
2000	Trolebús	\$638.598	\$600.000
2003	Articulado	\$178.095	\$340.000
2005	Articulado	\$166.898	\$340.000
2011	Articulado	\$306.000	\$340.000
2015	Articulado	\$319.671	\$340.000
2016	Biarticulado	\$409.000	\$409.000
2009	Bus Tipo	\$79.050	\$122.000
2009	Bus Tipo	\$73.200	\$122.000

Fuente: Elaboración propia con base en información de la EPMT PQ e información de mercado

Para efecto de determinar los valores de remuneración a nuevo se toman cifras de vehículos tecnología Euro III obtenidas en el mercado. Las cifras de Trolebús se toman de los precios de proveedores para otros proyectos de trolebuses.

- iv. Cambio de tipología, esta premisa permite cambiar en la tarifa el uso de un trolebús por un bus biarticulado que es la aplicación que viene realizando la autoridad.

Con lo anterior el modelo permite para cada una de las tipologías antes mencionadas y una nueva de vehículos biarticulados, analizar el flujo de remuneración del vehículo teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) Impacto de la depreciación en términos de reducir el impuesto de renta de las empresas.
- b) En caso que se defina que se aplique estructura WACC al vehículo es importante incorporar dentro del análisis el impacto que tiene el denominado escudo tributario de la deuda y que es que los intereses de la deuda son deducibles de impuestos.

- c) Igualmente, el modelo permite incorporar un valor de salvamento para el vehículo, cifra que normalmente no es superior al 5% y esto corresponde al valor que el propietario puede recuperar en la venta para desintegración o venta para operar el vehículo en otras regiones si aún tienen vida útil.
- d) Remuneración de la estructura de capital al costo de capital antes descrito en el cálculo de WACC y el costo de la deuda.

Como resultado de la anterior para cada tipología el modelo arroja un Flujo de caja del vehículo a lo largo de su vida útil.

- v. Vida útil de la cada tipología, para el efecto el modelo permite definir la vida útil máxima para cada tipología y el plazo a remunerar en la tarifa. En el cuadro a continuación se presenta un escenario base de remuneración de la flota.

Tabla 99 – Parámetros para remuneración de la flota

Tipología del vehículo	Flota	Tecnología	Combustible	Precio USD a remunerar	Vida útil remanente	Plazo a remunerar tarifa	Valor salvamento
Trolebús 1995	30	Eléctrico	Eléctrico/Diésel	\$419.763	3 Años	3 Años	0%
Trolebús 2000	48	Eléctrico	Eléctrico/Diésel	\$638.598	8 Años	8 Años	0%
Articulado 2003	37	Euro III	Diésel	\$178.095	6 Años	6 Años	0%
Articulado 2005 ³²	73	Euro III	Diésel	\$166.898	8 Años	8 Años	0%
Articulado 2011	80	Euro III	Diésel	\$306.000	14 Años	14 Años	0%
Articulado 2015	40	Euro III	Diésel	\$319.671	18 Años	18 Años	0%
Biarticulado 2016	28	Euro III	Diésel	\$409.000	19 Años	19 Años	0%
Bus Tipo 2009	4	Euro III	Diésel	\$79.050	12 Años	12 Años	0%
Bus Tipo 2009 ³³	317	Euro III	Diésel	\$73.200	12 Años	12 Años	0%

Fuente: elaboración propia a partir de información de EPMPQ

Como resultado de lo anterior la remuneración de la flota en el escenario base 2017 sería la siguiente:

³² Compuesto por 71 articulados modelo 2005 adquiridos por operadores privados para la operación del corredor central norte. Posteriormente se vinculan 2 articulados modelo 2006 para un total de 73 unidades, se emplea el mismo supuesto de precio de adquisición.

³³ Modelo promedio de la flota de buses tipo de la operación privada en los corredores de transporte público.

Tabla 100 – Remuneración de la flota: escenario base 2017

Tipología del vehículo	Precio de mercado de venta	Vida útil remanente	Remunera el bus	A nuevo o precio libros	Valor salvamento	Valor remunerar mes según flujo caja USD
Trolebús 1995	\$419.763	3 Años	3 Años	No	0%	\$1.399
Trolebús 2000	\$638.598	8 Años	8 Años	No	0%	\$2.129
Articulado 2003	\$178.095	6 Años	6 Años	No	0%	\$519
Articulado 2005	\$166.898	8 Años	8 Años	No	0%	\$487
Articulado 2011	\$306.000	14 Años	14 Años	No	0%	\$1.275
Articulado 2015	\$319.671	18 Años	18 Años	No	0%	\$1.188
Biarticulado 2016	\$409.000	19 Años	19 Años	si	0%	\$1.704
Bus Tipo 2009	\$79.050	12 Años	12 Años	No	0%	\$549
Bus Tipo 2009	\$73.200	12 Años	12 Años	No	0%	\$593

Fuente: elaboración propia a partir de información de EPMTPO

5.2.2 Combustible

El costo energético según tipología se estructura según tipo de combustible o fuente de energía empleado, para lo cual de acuerdo con cifras de rendimiento de diferentes tipologías se ha estimado un rendimiento promedio por kilómetro, así:

Tabla 101 – Rendimiento fuente de energía por tipología

Tipología del vehículo	Combustible	Tecnología	Rendimiento (Km/Gl o kw)	% Diésel
Trolebús 1995	Eléctrico/Diésel	Eléctrico	0,48	15%
Trolebús 2000	Eléctrico/Diésel	Eléctrico	0,55	15%
Articulado 2003	Diésel	Euro III	5,43	100%
Articulado 2005	Diésel	Euro III	5,43	100%
Articulado 2006	Diésel	Euro III	5,43	100%
Articulado 2011	Diésel	Euro III	5,43	100%
Articulado 2015	Diésel	Euro III	5,43	100%
Biarticulado 2016	Diésel	Euro III	4,00	100%
Bus Tipo 2009	Diésel	Euro III	8,15	100%

Fuente: elaboración propia a partir de información de EPMTPO y supuestos.

Adicionalmente, con base en la experiencia de la operación del Transantiago en Santiago de Chile se incorporó una pérdida de rendimiento en el diésel de 0,5% anual a partir del tercer año de operación por efecto del desgaste del motor y otros elementos mecánicos.

Para efecto del modelo de tarifa se asume un costo de combustible a remunerar según tipología, es decir, Diésel a USD 0,27 el litro (USD 1,04 el galón) y la electricidad a USD 0,09 por kWh de acuerdo a información brindada por la EPMTPO. Teniendo en cuenta una operación de estas características el costo por mes y por año según una operación normalizada sería de:

Tabla 102 – Costo mensual y anual por tipología y edad de vehículo

Tipología	Combustible	Tecnología	Costo año USD	Costo mes USD
Trolebús 1995	Eléctrico/Diésel	Eléctrico	\$797	\$266
Trolebús 2000	Eléctrico/Diésel	Eléctrico	\$710	\$89
Articulado 2003	Diésel	Euro III	\$1.236	\$206
Articulado 2005	Diésel	Euro III	\$1.233	\$154
Articulado 2006	Diésel	Euro III	\$1.184	\$132
Articulado 2011	Diésel	Euro III	\$1.173	\$84
Articulado 2015	Diésel	Euro III	\$1.167	\$65
Biarticulado 2016	Diésel	Euro III	\$1.122	\$59
Bus Tipo 2009	Diésel	Euro III	\$549	\$46

Fuente: Elaboración propia

5.2.3 Mantenimiento

El mantenimiento de un vehículo normalmente tiene dos actividades básicas, la primera corresponde a realizar labores de prevención de manera que se eviten daños al vehículo y la segunda corresponde al correctivo y este se da por daños o ajustes que se deben realizar a los vehículos tanto a nivel de carrocería como a nivel de chasis.

Dado que el mantenimiento es un factor muy importante a nivel de un vehículo, se clasificó el mantenimiento en las siguientes apartes: (i) Carrocería, (ii) Costo de mantenimiento eléctrico, (iii) Costo de mantenimiento mecánico, (iv) Neumáticos y (v) Aceites y filtros.

En total se validaron cuarenta actividades de mantenimiento, a nivel de costo y las frecuencias de cambio, establecidas en revisiones pasados un número de kilómetros. Las labores de mantenimiento validadas para cada tipología de vehículo son:

Tabla 103 – Labores de mantenimiento

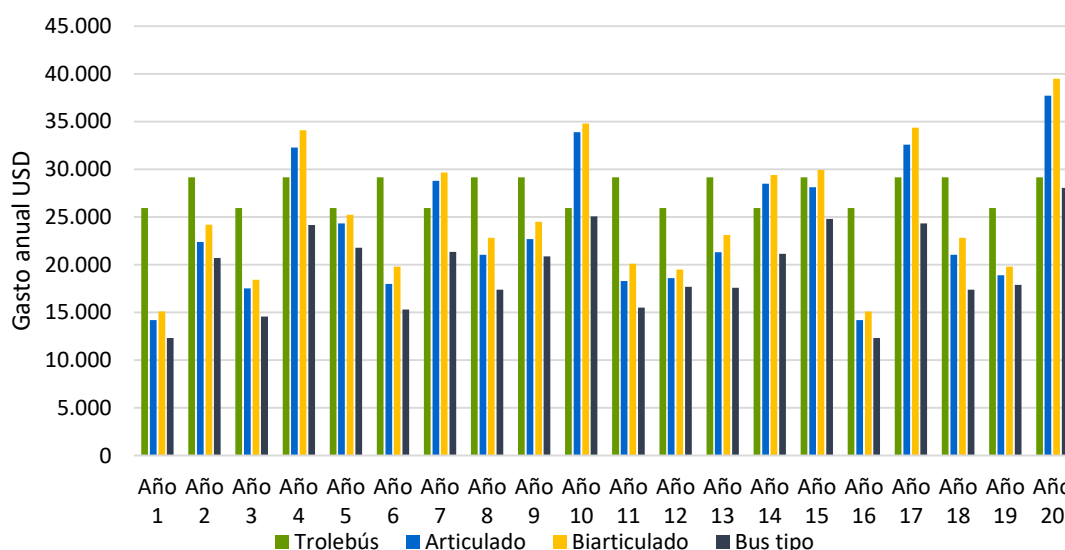
LLANTAS	FILTRO SECADOR DE AIRE	ZAPATAS (JUEGO FORROS 2) X 4	ENGRASADO PUNTAS EJES
REENCAUCHE DE LLANTAS	REFRIGERANTE DE MOTOR	CAMBIO TAMBORES (JUEGO)	CAMBIO DE RULIMANES PUNTA DE EJE
ACEITE DE MOTOR	DESCARBONIZACIÓN COMPRESOR AIRE	RACHES DE FRENO	MANTENIMIENTO DE CARROCERÍA
ACEITE DE CAJA	BANDAS	BATERÍAS	REPARACIÓN DE LA BOMBA DE INYECCIÓN
ACEITE DE DIFERENCIAL	CAMBIO DE TUBERAS DE INYECTORES	SISTEMA ELÉCTRICO	REPRACIÓN COMPRESOR
ADEITE HIDRÁULICO	CALIBRACIÓN DE LA BOMBA DE INYECCIÓN	AMORTIGUADORES	CAMBIO DE TURBO
ENGRASE GENERAL	EMBRAGUE	RÓTULAS DE DIRECCION	REPARACIÓN DEL MOTOR
FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	BUSTER EMBRAGUE	PINES Y BOCINES DE DIRECCIÓN	REPARACIÓN DE CAJA
FILTRO DE AIRE	SOPORTE DE CARDÁN Y CRUCETAS	MANTENIMIENTO DE BALLESTAS	REPARACIÓN DEL DIFERENCIAL
FILTRO DE COMBUSTIBLE	MANTENIMIENTO NEUMÁTICO	SISTEMA LAVADO MOTOR/CHASIS	REPARACIÓN DE CARROCERÍA

Fuente: Elaboración propia

Estas actividades de mantenimiento para los trolebuses no pudieron ser proporcionadas por EPMT PQ, por lo que se empleó un supuesto de costo por kilómetro basado en referencias de otros proyectos que operan con Trolebús.

Como resultado del levantamiento de costos en los cuadros a continuación se presentan las cifras incorporadas en el modelo de cálculo de tarifa.

Figura 49 – Gasto según tipología por año USD



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 104 se incluye un resumen por tipología de bus, para el costo de 20 años de operación por ítem, su total, y el gasto promedio mes empleado considerando la vida útil restante de la flota.

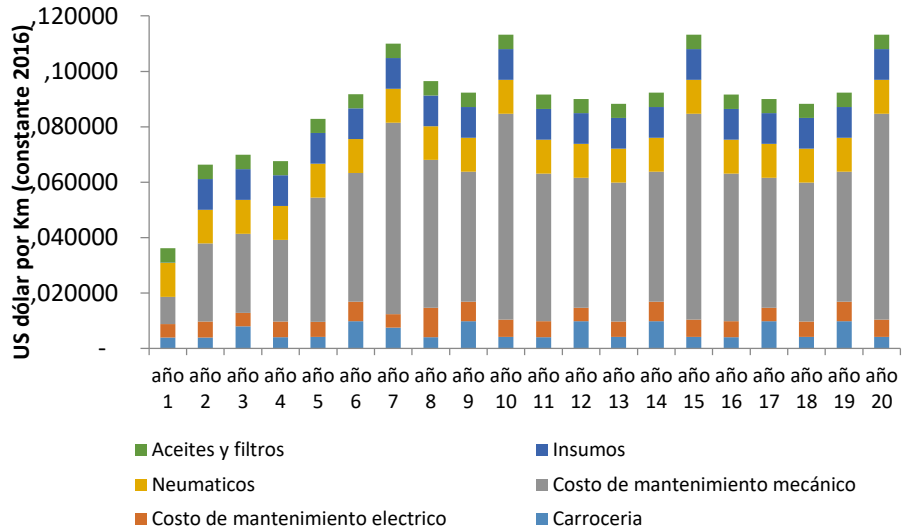
Tabla 104 – Gastos promedio según tipología USD

Tipología del vehículo	Carrocería	Costo de mantenimiento eléctrico	Costo de mantenimiento mecánico	Neumáticos	Aceites y filtros	Total gasto 20 años	Gasto promedio mes
Trolebús	15.552	70.560	139.968	100.733	227.520	554.333	2.310
Articulado	40.384	53.463	192.148	117.799	70.635	474.429	1.977
Biarticulado	40.384	53.463	192.148	145.688	70.635	502.319	2.093
Bus tipo	39.081	32.078	143.874	93.030	82.275	390.338	1.626

Fuente: Elaboración propia

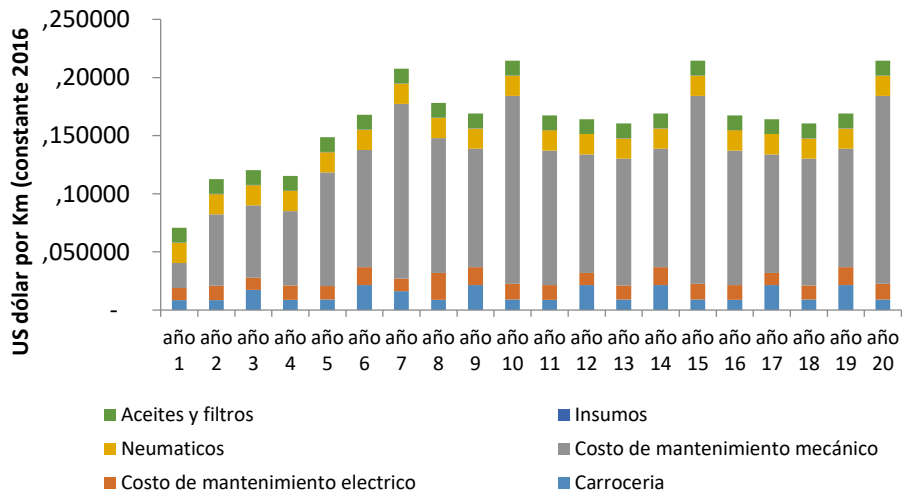
Adicionalmente, se incorporó dentro del modelo un mecanismo alternativo de costos de mantenimiento que corresponde a los costos por kilómetro de otras operaciones de BRT como son las de Bogotá (Transmilenio) y Santiago de Chile (Transantiago). A continuación, se presenta de manera gráfica la información alterna incorporada según tipología de vehículo.

Figura 50 – Costos anuales para Minibús



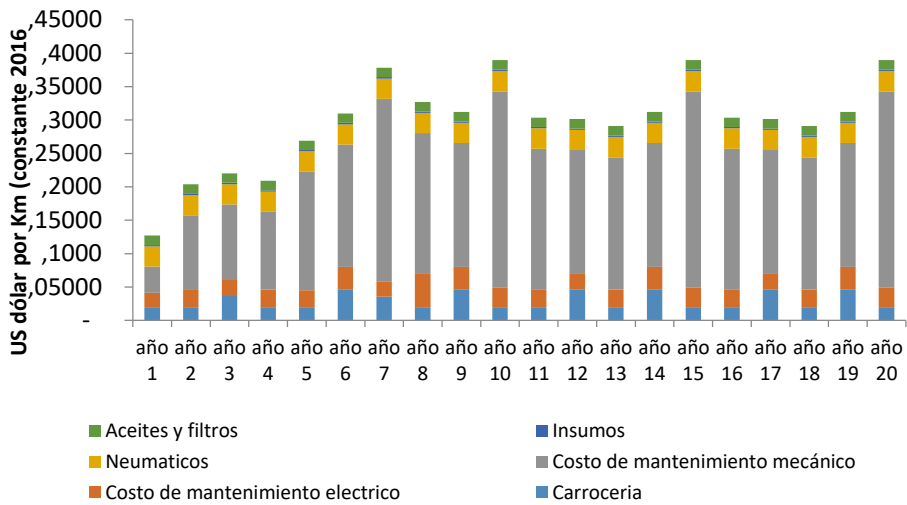
Fuente: Elaboración propia

Figura 51 – Costos anuales para bus Tipo



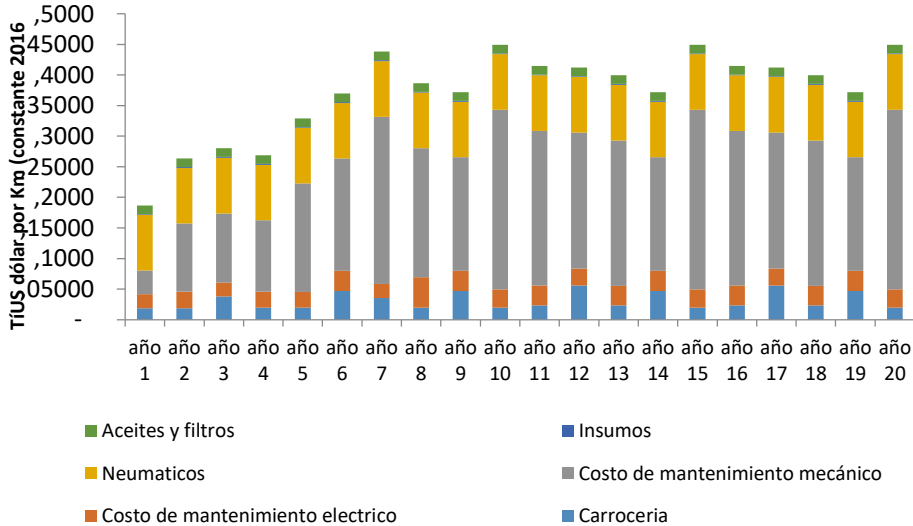
Fuente: Elaboración propia

Figura 52 – Costos anuales para Articulado



Fuente: Elaboración propia

Figura 53 – Costos anuales para Biarticulado



Fuente: Elaboración propia

Costo promedio de mantenimiento correctivo y preventivo, llantas, lavado de la flota, e incluyendo *overhaul* de partes clave según tipología, esto considerando que las primeras unidades de vehículos de catenarias tienen en este momento de 15 a 20 años de operación, y que el 18 de noviembre de 2015 se ha ampliado la vida útil de los mismos mediante resolución 082 de la Agencia Nacional de Tránsito (en adelante ANT). Toda la dotación de Talleres se los construye la EPMOP.

5.2.4 Instalaciones

Esta sección describe las instalaciones requeridas para el funcionamiento del sistema de Corredores de Quito y que serán contempladas para la estimación de los costos de mantenimiento.

5.2.4.1 Sistema de ayuda a la explotación

El sistema de ayuda a la explotación permite monitorear la operación del sistema y obtener información del desempeño de cada bus y conductor. Este sistema contempla equipos a bordo de los autobuses y los equipos en el centro de control.

■ Equipos a bordo

Cada vehículo está equipado con un conjunto de componentes que permite la obtención de la información y la comunicación con el centro de control. Los componentes tenidos en cuenta para la estimación de costos son los propuestos en el “Documento de diseño del sistema de recaudo, sistema de ayuda a la explotación y sistema de atención e información al usuario del SITP Q”, desarrollado por GSD Plus:

- Botón de emergencia: Envía una señal de alerta al centro de control cuando es activado.
- Unidad a bordo y consola: Es la interfaz gráfica del sistema con el conductor del vehículo. Este permite consultar información y comunicarse con el centro de control

La Tabla 105 muestra las cantidades usadas para la estimación de costos del SAE del sistema de corredores.

Tabla 105 – Cantidades de componentes del sistema de ayuda a la explotación

Equipos a bordo	Cantidad
Botón de emergencia	1,434
Unidad a bordo y consola	1,434
Licencia de uso por unidad a bordo y consola	1,434
Licencia de programación SAE	1,434
Otros (Repuestos)	
Repuestos 1	5.00%
Firmware y software de recaudo	
Firmware y software SAE dispositivos	NA

Fuente: Elaboración propia

5.2.4.2 Sistema de recaudo

El sistema de recaudo permite recolectar el dinero por el pago de tarifas, controlar la evasión, recolectar información sobre los ingresos económicos y los viajes, así como gestionar los pagos a los operadores de transporte y de recaudo. El sistema de recaudo también permite la adopción de políticas tarifarias complejas gracias al uso de medios de pago electrónicos. Para hacer una adecuada estructura de costos es necesario evaluar los distintos componentes de este sistema. De acuerdo con el “Documento de diseño del sistema de recaudo, sistema de ayuda a la explotación y sistema de atención

e información al usuario del SITP Q”, desarrollado por GSD Plus, el sistema de recaudo para el sistema de corredores se compone de los siguientes elementos:

■ **Medios de pago**

Los medios de pago son los elementos que permiten a los usuarios acceder al SITM Q mediante el pago de la tarifa y/o la identificación del usuario. El único medio de pago válido es la tarjeta electrónica en sus diferentes modalidades contempladas en el diseño del SITP Q: tarjetas personalizadas, tarjetas de funcionario y tarjetas anónimas. El concesionario entregará de forma gratuita un millón de tarjetas anónimas de usuario general en puntos de personalización del sistema de Corredores.

■ **Máquinas de venta y recarga (VRM)**

Un usuario puede acercarse a cualquier máquina VRM ubicada en estaciones del sistema de corredores para efectuar la recarga de saldo de su tarjeta. El usuario debe insertar su tarjeta en la máquina, e insertar billetes y monedas correspondientes al monto de la recarga que desea hacer. Una vez insertado el efectivo, la máquina procede a realizar la recarga en la tarjeta. De ser necesario, la máquina entregará el cambio correspondiente a la diferencia entre el dinero insertado y el valor de la recarga.

■ **Equipos en estaciones**

Pasillos motorizados

Facilita la movilización de personas con discapacidad en las estaciones.

Validadores

El validador se encarga de verificar si un usuario cuenta con saldo suficiente para efectuar una validación y realizar el descuento de la tarifa al acercarse a su tarjeta, de acuerdo con el tipo de usuario, fecha y hora de la validación.

Torniquetes

Los torniquetes establecen una barrera física entre la zona de pago de las estaciones y el exterior y otorgan el acceso a los usuarios una vez el validador efectúa el descuento de la tarifa a su tarjeta.

Cámaras de conteo automático

Están ubicadas en los accesos de cada estación y permiten contabilizar el flujo de pasajeros para dimensionar la evasión del pago de la tarifa.

Dispositivos de validación y recarga portátiles

Están destinados a recargar saldo o a descontar la tarifa en situaciones de contingencia de estaciones.

■ **Equipos en alimentadores**

Cámara de conteo

Están ubicadas en las puertas de entrada y salida del vehículo y permiten verificar el pago de la tarifa de los pasajeros.

Validador

El validador se encarga de verificar si un usuario cuenta con saldo suficiente para efectuar una validación y realizar el descuento de la tarifa al acercar su tarjeta, de acuerdo con el tipo de usuario, fecha y hora de la validación.

■ **Red de recarga externa**

Permite la venta y recarga de medios de pago fuera de estaciones y cada punto tiene un dispositivo de venta y recarga. Esta red es la misma que entró en funcionamiento con el sistema convencional.

■ **Puntos de personalización**

Son centros de atención destinados a la venta y recarga de tarjetas personalizadas. Cada punto de personalización incluye el amoblado, un ordenador, una cámara web, un lector de tarjetas y una impresora de tarjetas.

■ **SAMs y emisión de SAMs**

Es un componente donde se realiza la inicialización y carga de llaves de los módulos SAM necesarios para brindar seguridad a los dispositivos en campo del SITP Q. Éste incluye los equipos de emisión y los SAMs.

■ **Sistema central de recaudo (integrado para todos los sistemas de transporte)**

El sistema central de recaudo está encargado de gestionar los aspectos técnicos (Gestión de mantenimientos, emisión de medios de pago y SAMs, y reportes) y administrativos (Gestión de contabilidad, inventarios, clientes, conciliación de transacciones y auditoría a la operación) del recaudo integrado del SITM Q. El sistema central de recaudo se compone de un centro de datos de recaudo y un conjunto de puestos de operación y supervisión.

La tabla a continuación resume las cantidades de cada componente del sistema de recaudo, de acuerdo con la estructuración financiera elaborada por GSD Plus, para la estructuración de costos:

Tabla 106 – Cantidades de componentes del sistema de recaudo

Medios de pago	Cantidad
Tarjeta	1,000,000
Módulo SAM	5,548
Emisión y distribución por SAM	5,548
Buses Alimentadores	
Cámara estereoscópica de conteo	1,836
Validador	918
Licencia de uso validador	918
Red de recarga	
Dispositivo de recarga	500
Licencia de uso	500
Puntos de personalización	
Silla	6
Escritorio	6
Computador	6
Impresora de tarjetas	6
Lector de tarjetas	6
Cámara web	6
Licencia software de personalización	6
Paradas	
Máquina VRM	291
Licencia de uso VRM	291
Pasillos motorizados discapacitados	181
Torniquete + Validador	739
Licencia de uso Validador	739
Modem WIFI	160
Handhelds validación y recarga	320
Cámaras de conteo	257
Otros (Repuestos)	
Repuestos 1	5%
Repuestos 2	5%
Firmware y software de recaudo	
Firmware y software de recaudo dispositivos	918
Servicios profesionales equipos en campo	
Gestión de proyectos, ingeniería, instalación, pruebas, soporte y documentación, capacitación	25%
Sistema central de recaudo	1

Fuente: Elaboración propia

5.2.4.3 Sistema de información al usuario

De acuerdo con el “Documento de diseño del sistema de recaudo, sistema de ayuda a la explotación y sistema de atención e información al usuario del SITP Q”, desarrollado por GSD Plus, el concesionario de tecnología debe implementar un sistema que mantenga a los usuarios informados sobre la operación del sistema de corredores. Este sistema se compone de equipos a bordo de los vehículos y equipos en estaciones.

■ Equipos a bordo

Los equipos a bordo son los paneles de información internos de los vehículos y parlantes a bordo.

■ Equipos en estaciones

Cada estación está dotada de paneles de información y parlantes.

La Tabla 107 contiene las cantidades de cada componente tenidas en cuenta para la estructuración de costos:

Tabla 107 – Cantidades de componentes del sistema de información al usuario

Equipos a bordo	Cantidad
Panel electrónico de información (interno) P5	1,478
Parlantes a bordo	4,076
Paradas	
Paneles de información P6	160
Parlantes	160
Otros (Repuestos)	
Repuestos 1	5%
Repuestos 2	5%
Servicios profesionales equipos en campo	
Gestión de proyectos, ingeniería, instalación, pruebas, soporte y documentación, capacitación	25%

Fuente: Elaboración propia

Con base en los componentes de ayuda a la explotación, recaudo e información al usuario del sistema de corredores, el costo total mensual es de USD 1.322.999³⁴, es decir, USD 15.875.988 anuales para el primer año de operación. El costo por unidad sería de USD1.232.

³⁴ Este valor corresponde a una estimación preliminar del estudio de SITP-Q para la ciudad de Quito, no obstante, debe considerarse que actualmente este se encuentra en proceso de ajuste por indicaciones de la EPMPQ y la SDM.

5.2.5 Personal

El personal del modelo se divide en dos grupos (i) uno corresponde al personal directo es decir conductores y ayudantes de la flota en operación y (ii) al personal de administración, operación y mantenimiento.

La información base para la estimación de costos de personal en la operación pública se basa en la estructura de cargos y salarios remitida por la EPMTQP. Una vez analizada esta información inicial, se realiza una propuesta para la planta de personal considerando que la estructura organizacional de la EPMTQP puede ser más eficiente, como lo demuestra la operación de empresas con más flota en la operación de otros sistemas tipo BRT. Para el caso de operación privada se emplea el costo del grupo (i) de la EPMTQP como supuesto del costo para la operación de flota articulada, y la información del transporte convencional para la operación de buses tipo, mientras que en el grupo (ii) se tiene una estructura menos compleja que no incluye áreas con objeto de supervisión y control de la operación total del sistema de transporte.

Para el grupo (i) de conducción y ayudantes de flota se establece un factor de personas por vehículo, y sus salarios en función de la implementación del SITP-Q³⁵.

Vehículos:

Tabla 108 – Salario y cantidad de conductores por tipología

Ítem	Con SITP-Q				Sin SITP-Q				
	Conductores por bus	Salario	X salarios básicos	Conductores por bus	Salario Conductores	X salarios básicos conductores	ayudantes ³⁶ por bus	Salario ayudantes	X salarios básicos ayudantes
Trolebús	2,30	738	2,02	2,30	738	2,02	0,00	738	2,02
Biarticulado	2,30	738	2,02	2,30	738	2,02	0,00	738	2,02
Articulado	2,30	738	2,02	2,30	738	2,02	0,00	738	2,02
Bus tipo	2,30	600	1,64	1,14	779	2,13	1,14	650	1,77

Fuente: Elaboración propia

Para el grupo (ii) se presenta la planta original, la reducción de personal propuesta, y la remuneración por cargo en la Tabla 109 para la EPMTQP. Y el personal de operador privado en la Tabla 110.

Personal operación y otros EPMTQP:

³⁵ Con la implementación del SITP-Q no se requieren ayudantes a bordo de los vehículos.

³⁶ Fiscalizadores y controladores operacionales se consideran en el grupo (ii)

Tabla 109 – Cantidad y salario de personal EPMT PQ (sin conductores)

Área - cargo	Reducción planteada	Personal Inicial	Personal Planteado	Salario promedio (mes / USD)
Auditoría Interna	50%	2	1	
Auditor jefe	100%	1	0	3552,0
Especialista auditor senior 5	0%	1	1	2034,0
Coordinación Administrativa	39%	33	20	0,0
Auxiliar de servicios	100%	1	0	572,3
Ayudante de servicios	0%	2	2	561,0
Coordinador administrativo 2	100%	1	0	2624,0
Especialista administrativo 1	100%	1	0	1212,0
Especialista administrativo 5	100%	1	0	1760,0
Especialista de servicios generales 2	0%	1	1	1412,0
Analista administrativo 1	0%	2	2	901,0
Asistente administrativo 3	0%	3	3	622,0
Asistente de empresa pública 2	0%	3	3	585,0
Auxiliar de empresa pública 1	0%	1	1	527,0
Conductor	80%	11	2	738,0
Especialista de control previo 4	0%	1	1	1760,0
Fiscalizador 1	0%	2	2	773,0
Técnico empresa pública 3	0%	3	3	817,0
Coordinación de adquisiciones	36%	11	7	0,0
Analista de compras 1	0%	3	3	901,0
Coordinador de adquisiciones 2	0%	1	1	2624,0
Especialista de compras 4	80%	5	1	1760,0
Asistente administrativo 3	0%	1	1	622,0
Técnico administrativo 3	0%	1	1	817,0
Coordinación de centro de control	0%	1	1	0,0
Especialista de supervisión 4	0%	1	1	1760,0
Coordinación de comercialización	100%	3	0	0,0
Analista de marketing 3	100%	2	0	1086,0
Coordinador de comercialización 2	100%	1	0	2624,0

Coordinación de comunicación	64%	25	9	0,0
Analista de comunicación 1	0%	1	1	901,0
Analista de comunicación 3	100%	1	0	1086,0
Asistente de servicio al cliente 2	80%	17	3	585,0
Coordinador de comunicación 2	0%	1	1	2624,0
Especialista de comunicación social 1	100%	1	0	1212,0
Especialista de publicidad y marketing 2	100%	1	0	1412,0
Operador de equipos	-100%	1	2	578,0
Analista de marketing 3	0%	1	1	1086,0
Especialista de comunicación 3	0%	1	1	1676,0
Coordinación de contratación pública	50%	2	1	0,0
Coordinador contratación pública 2	100%	1	0	2624,0
Especialista jurídico 4	0%	1	1	1760,0
Coordinación de control y gestión de proyectos	33%	3	2	0,0
Coord. de control y gest. de proyecto 2	100%	1	0	2624,0
Especialista de planificación 1	0%	1	1	1212,0
Especialista de planificación 3	0%	1	1	1676,0
Coordinación de desarrollo institucional	60%	5	2	0,0
Coordinador de desarrollo institucional 2	0%	1	1	2624,0
Especialista de des institucional 1	100%	2	0	1212,0
Especialista de planificación 1	100%	1	0	1212,0
Tecn. especializado en desarrollo organiz.	0%	1	1	2624,0
Coordinación de fiscalización operativa	1%	326	322	0,0
Coordinador de fiscalización operativa	100%	1	0	2624,0
Fiscalizador 1	0%	320	320	773,0
Fiscalizador 2	100%	3	0	773,0
Asistente administrativo 3	0%	1	1	622,0
Especialista 4	0%	1	1	1760,0

Coordinación de gestión del sistema integrado de transporte SAE	7%	126	117	0,0
Analista de operaciones 3	80%	10	2	1086,0
Conductor	100%	0	0	738,0
Coord. de gestión sistema int tra sae 2	100%	1	0	2624,0
Controlador operacional	0%	108	108	737,6
Instructor de conductores	0%	1	1	773,0
Especialista de operaciones 5	0%	3	3	2034,0
Analista administrativo 1	0%	1	1	901,0
Asistente administrativo 3	0%	2	2	622,0
Coordinación de infraestructura en transporte	0%	25	25	0,0
Coordinador de infraestructura t	0%	1	1	2624,0
Especialista de infraestructura 3	0%	1	1	1676,0
Técnico de infraestructura 3	0%	4	4	817,0
Asistente de empresa pública 1	0%	7	7	553,0
Auxiliar de mantenimiento	0%	10	10	561,0
Especialista de obra civil 4	0%	1	1	1760,0
Técnico empresa pública 3	0%	1	1	817,0
Coordinación de integración de sistemas de transporte (quito cables – metro de quito, otros)	50%	2	1	0,0
Coordinador integración sistemas transp.	100%	1	0	2624,0
Técnico de empresa pública 2	0%	1	1	733,0
Coordinación de logística e insumos	21%	33	26	0,0
Analista de bodega 1	0%	1	1	901,0
Asistente de bodega 3	0%	4	4	622,0
Coordinador de logística e insumos 2	0%	1	1	2624,0
Especialista de bienes 4	100%	1	0	1760,0
Especialista de bodega 1	100%	1	0	1212,0
Especialista de bodega 4	100%	1	0	1760,0
Técnico bodeguero 1	60%	6	2	675,0
Técnico de bienes 2	0%	1	1	733,0
Analista administrativo 1	0%	1	1	901,0

Asistente administrativo 1	0%	4	4	553,0
Asistente administrativo 3	0%	2	2	622,0
Asistente de empresa pública 1	0%	1	1	553,0
Conductor	0%	5	5	738,0
Recaudador	0%	2	2	561,0
Técnico de empresa pública 1	0%	1	1	675,0
Supervisor de seguridad	0%	1	1	906,0
Coordinación de mantenimiento de instalaciones	3%	38	37	0,0
Coordinador mantenimiento instalaciones 2	100%	1	0	2624,0
Especialista de máquinas 2	0%	1	1	1412,0
Asistente de empresa pública 2	0%	1	1	585,0
Asistente de mantenimiento	0%	5	5	561,0
Conductor	0%	1	1	738,0
Especialista de mantenimiento 1	0%	2	2	1212,0
Especialista de mantenimiento 4	0%	2	2	1760,0
Técnico de mantenimiento 1	0%	13	13	738,0
Técnico de mantenimiento 2	0%	5	5	805,0
Técnico de mantenimiento 3	0%	7	7	826,0
Coordinación de mantenimiento de la flota	32%	124	84	0,0
Asistente de empresa pública 2	100%	7	0	585,0
Asistente de mantenimiento	90%	13	1	561,0
Coordinador de mantenimiento 2	0%	1	1	2624,0
Especialista de mantenimiento 1	60%	6	2	1212,0
Especialista de mantenimiento 2	100%	1	0	1412,0
Especialista de mantenimiento 4	100%	6	0	1760,0
Técnico de control de calidad	0%	3	3	834,5
Técnico de mantenimiento 1	0%	44	44	738,0
Técnico de mantenimiento 2	0%	16	16	805,0
Técnico de mantenimiento 3	100%	10	0	826,0
Asistente administrativo 3	0%	2	2	622,0
Asistente de empresa pública 1	0%	7	7	553,0

Conductor	0%	2	2	738,0
Especialista de empresa pública 1	0%	1	1	1212,0
Técnico de empresa pública 2	0%	3	3	733,0
Técnico de empresa pública 3	0%	2	2	817,0
Coordinación de normativa y criterios	0%	2	2	0,0
Coordinador de normativa y criterios 2	0%	1	1	2624,0
Analista jurídico 1	0%	1	1	901,0
Coordinación de planificación y evaluación	67%	3	1	0,0
Analista de planificación 3	0%	1	1	1086,0
Coord. de planificación y evaluación 2	100%	1	0	2624,0
Especialista de planificación 4	100%	1	0	1760,0
Coordinación de proyectos informáticos	25%	4	3	0,0
Coord. proyectos informáticos 2	0%	1	1	2624,0
Especialista de seguridades informáticas 4	0%	1	1	1760,0
Especialista de tecnología 1	50%	2	1	122,0
Coordinación de recaudación SIR	84%	641	105	0,0
Asistente de empresa pública 1	50%	91	46	553,0
Especialista de recaudación 5	0%	1	1	2034,0
Especialista de recaudo 4	66%	2	1	1760,0
Recaudador	100%	490	0	561,0
Recaudador de maquinas	0%	14	14	598,8
Supervisor de caja	0%	14	14	906,0
Volante de recaudación	0%	25	25	561,0
Analista administrativo 1	0%	2	2	901,0
Asistente administrativo 3	0%	2	2	622,0
Coordinación de sistema integrado de transporte SAE	86%	111	15	0,0
Controlador operacional	89%	110	12	737,6
Instructor de conductores	-200%	1	3	773,0
Coordinación de soluciones tecnológicas y redes	0%	12	12	0,0
Analista de tecnología 2	-100%	5	10	986,0

Coordinador de soluciones tecnológicas y redes 2	100%	1	0	2624,0
Especialista de tecnología 2	100%	4	0	1412,0
Especialista de proyectos informáticos 5	0%	2	2	2034,0
Coordinación de talento humano	42%	33	19	0,0
Analista administrativo 1	0%	1	1	901,0
Analista de th 3	0%	1	1	1086,0
Analista social 3	100%	4	0	1086,0
Auxiliar administrativo 1	-100%	2	4	527,0
Auxiliar de enfermería	0%	1	1	805,0
Coordinador de talento humano 2	0%	1	1	2624,0
Especialista de seguridad industrial 1	50%	2	1	1212,0
Especialista de seguridad industrial 4	100%	2	0	1760,0
Especialista de talento humano 2	100%	1	0	1412,0
Especialista de talento humano 4	100%	2	0	1760,0
Especialista jurídico 4	100%	1	0	1760,0
Especialista médico 2	100%	1	0	1676,0
Especialista talento humano 1	100%	3	0	1212,0
Médico ocupacional	50%	2	1	2034,0
Analista de empresa pública 1	0%	1	1	901,0
Recaudador	0%	1	1	561,0
Técnico administrativo 3	0%	1	1	817,0
Técnico de empresa pública 2	0%	1	1	733,0
Asistente administrativo 3	0%	5	5	622,0
Coordinación financiera	63%	16	6	0,0
Analista financiero 1	25%	4	3	901,0
Analista financiero 2	100%	1	0	733,0
Contador general	0%	1	1	2220,0
Coordinador financiero 2	100%	1	0	2624,0
Especialista contable 2	100%	1	0	1412,0
Especialista de control previo 1	100%	2	0	1212,0
Especialista de pagaduría 4	0%	1	1	1760,0
Especialista de presupuesto 4	100%	1	0	1760,0

Especialista financiero 2	100%	2	0	1212,0
Técnico administrativo 3	100%	1	0	817,0
Especialista contable 5	0%	1	1	2034,0
Coordinación legal y patrocinio	25%	4	3	0,0
Coordinador legal y patrocinio 2	100%	1	0	2624,0
Especialista jurídico 4	0%	1	1	1760,0
Especialista jurídico 5	0%	1	1	2034,0
Técnico jurídico 1	0%	1	1	675,0
Gerencia administrativa-financiera	0%	2	2	0,0
Gerente administrativo financiero	0%	1	1	3552,0
Analista de gerencia 1	0%	1	1	901,0
Gerencia de operaciones	0%	3	3	0,0
Gerente de operaciones	0%	1	1	3552,0
Asistente administrativo 3	0%	1	1	622,0
Técnico administrativo 3	0%	1	1	817,0
Gerencia de planificación	50%	2	1	0,0
Gerente de planificación y desarrollo	100%	1	0	3552,0
Analista de gerencia 1	0%	1	1	901,0
Gerencia de tecnologías de la información	33%	3	2	0,0
Gerente de tecnologías de la información	100%	1	0	3552,0
Asistente administrativo 1	0%	1	1	553,0
Especialista de seguridades informáticas 4	0%	1	1	1760,0
Gerencia General	43%	7	4	0,0
Analista de gerencia 1	100%	1	0	901,0
Asesor empresarial	50%	1	1	3552,0
Gerente general	0%	1	1	4884,0
Tecn. especializado en manejo de personal	100%	1	0	2624,0
Técnico especial en asocia pública o priva	100%	1	0	2624,0
Asistente administrativo 2	0%	1	1	585,0
Especialista de tecnología 1	0%	1	1	1212,0

Subgerencia general	0%	1	1	0,0
Subgerente general	0%	1	1	3885,0
Gerencia Jurídica	0%	2	2	0,0
Analista jurídico 1	0%	1	1	901,0
Gerente jurídico	0%	1	1	3552,0
Gerencia Técnica	60%	5	2	0,0
Analista de materiales 3	100%	1	0	1086,0
Analista estadístico 3	100%	1	0	1086,0
Gerente técnico	100%	1	0	3552,0
Conductor	0%	1	1	738,0
Analista de materiales 3	0%	1	1	1086,0
Secretaría General	40%	5	3	0,0
Especialista documentación y archivo 4	100%	1	0	1760,0
Especialista en relación inter y exter 4	100%	1	0	1760,0
Secretario general	0%	1	1	3552,0
Técnico de archivo 3	0%	1	1	817,0
Técnico administrativo 3	0%	1	1	817,0
Coordinación de seguridad	33%	69	46	0,0
Administrador de paradas	0%	11	11	561,0
Analista de empresa pública 1	0%	11	11	901,0
Asistente administrativo 1	70%	10	3	553,0
Asistente administrativo 3	100%	1	0	622,0
Coordinador de seguridad	100%	1	0	2624,0
Especialista de seguridad 2	100%	3	0	1412,0
Supervisor de seguridad	50%	23	12	906,0
Asistente de empresa pública 1	0%	2	2	553,0
Especialista de empresa pública 1	0%	1	1	1212,0
Especialista jurídico 1	0%	1	1	1212,0
Especialista talento humano 1	0%	1	1	1212,0
Recaudador	0%	3	3	561,0
Técnico empresa pública 3	0%	1	1	817,0

Fuente: Elaboración propia con base en información de la EPMPQP

Personal operación y otros de los operadores privados:

Tabla 110 – Cantidad y salario personal operador privado (sin conductores)

ÁREA - CARGO	Personal Planteado	Salario promedio (mes / US)
Personal Directivo	1	2.000
Presidente	0	0
Gerente general	1	2.000
Personal Administrativo	9	644
Administrativo & Financiero	1	1.500
Contador General	1	800
Asistente de Contabilidad	1	375
Responsable de RRHH	1	1.000
Secretaria	1	400
Recaudación General	3	450
Mensajería	1	375
Personal de Operación	17	463
Jefe de Operaciones	1	1.500
Despachador de Ruta	8	375
Fiscalizador de Ruta	5	450
Monitoreo & Control de gestión operativa	3	375
Personal de mantenimiento	11	575
Responsable de Flota & Mantenimiento	1	1.000
Mecánico	3	600
Eléctrico	2	600
Vulcanizador	1	600
Carrocero	1	600
Ayudante de Mecánico	3	375
Personal externo	8	710
Auditoria externa	1	375
Capacitación Talento Humano	1	500
Asesor Legal	1	500
Servicio de Guardianía	1	2.500
Comisario	1	375
Directorio (Se hace provisión para dietas)	1	375
Limpieza de flota	1	680
Sistemas & Soporte	1	375

Para efecto de proyección se asume que los salarios se aumentan al crecimiento de la inflación más 1% de ajuste real.

5.2.6 Seguros e Impuestos

Los seguros son tomados según la experiencia de la EPMTTP con el aseguramiento de infraestructura, vehículos articulados, biarticulados, buses tipo y otros activos. En particular se contemplan las siguientes pólizas que emplea dicha entidad actualmente:

- Equipo y Maquinaria: que cubre la flota con una tasa anual de 0,4% del valor de los vehículos. Esta póliza hace parte de la póliza general de equipos y maquinaria del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, esta cubre los daños o pérdidas que sufran los bienes asegurados o parte de los mismos como consecuencia de un evento accidental, incluyendo:
 - Incendio y/o rayo, incluidos los daños que se produzcan para aminorar la pérdida
 - Choque, vuelco
 - Robo total
 - Robo parcial
 - Hurto
 - Daños eléctricos y/o electrónicos
 - Fallas de manejo, manejo inadecuado
 - Corto circuito
 - Sobretensión y baja tensión
 - Rotura de vidrios y/o cristales
 - Lluvia e inundación
 - Humedad
 - Daño malicioso ocasionado por terceros
 - Motín y huelga, conmoción civil
 - Hundimiento de terreno, deslizamiento de tierra, descarrilamiento
 - Accidentes que ocurran a consecuencia de descuido, impericia, o negligencias del conductor
 - Explosión e implosión
 - Robo incluyendo los causados por la tentativa o la consumación de dicho delito
 - Accidentes que ocurran durante el montaje, desmontaje y traslados de las instalaciones, dentro de la obra mientras viajen los equipos o maquinaria por sus propios medios de un sitio de operaciones a otros del perímetro de la obra
 - Cualquier evento de la naturaleza. Tales como inundación, ciclón, huracán, tempestad, vientos, terremoto, temblor, erupción volcánica, entre otros.
 - Tráfico por carreteras o por caminos no entregados para el uso público, o en construcción, vías que no sean las exclusivas del trole, etc.
 - Responsabilidad Civil, por evento, para daños a personas o bienes, incluyendo a usuarios del sistema y/o conductor, hasta la suma de USD 25.000,00

- Exceso de responsabilidad civil USD 20,000 LUC y agregado anual. Actúa en exceso de la cobertura primaria y únicamente cuando se haya agotado el límite asegurado
- Actas de desistimientos
- Muerte Accidental e Invalidez Total y Permanente, hasta la suma de USD 10.000,00 por ocupante
- Gastos Médicos hasta la suma de USD 5.000,00 por ocupante.
- Vehículos auxiliares: cubre el valor de vehículos auxiliares de la operación con una tasa de 2,2% anual.
- Incendio y líneas aliadas: Cubre el valor de edificios, herramientas, maquinaria y mobiliario con una tasa de 0,13% anual sobre el total del valor de estos activos.
- Equipo electrónico: Incluye el valor de todos los dispositivos instalados en paradas, estaciones, terminales, y talleres bajo responsabilidad de la EPMTTP, con una tasa anual de 0,8% sobre el valor asegurado.
- Robo y/o asalto/hurto: cubre el valor de los activos del taller de la entidad con valor de reposición a nuevo, con una tasa anual de 1,2% sobre el valor asegurado.
- Responsabilidad civil: con base en la siniestralidad de la flota cubre gastos médicos de los casos que requieren atención hospitalaria, con una tasa de 1% sobre el valor asegurado.
- Fidelidad: cubre el valor del flujo de caja diaria de la entidad, este valor se encuentra autorizado por la contraloría general del estado, con base al requerimiento de la EPMTTP, la tasa de esta póliza es de 1,5% sobre el valor asegurado. Esta póliza corre por cuenta del operador del SITP-Q si este sistema es implementado.
- Dinero y valores: esta póliza cubre un valor equivalente al mayor cumulo de dinero que permanece en bóvedas, con una tasa de 0,7% sobre el valor asegurado Esta póliza corre por cuenta del operador del SITP-Q si este sistema es implementado.
- Transporte interno de valores: cubre el valor promedio de efectivo que es transportado diariamente, con una tasa de 2% anual. Esta póliza corre por cuenta del operador del SITP-Q si este sistema es implementado.

Adicionalmente se consideran los siguientes costos:

- Contribución Superintendencia de Bancos y de Seguros: Contribución de 3,5% de la prima neta de seguro.
- Derechos de emisión: 9 dólares de costo por emisión de cada póliza de seguro.
- Seguro campesino: Pago del 0,5% sobre el valor de la prima neta de seguro.

El resumen del programa de seguros de la EPMTTP del año 2016 tomado como base para la estimación se incluye en la Tabla 111:

Tabla 111 – Programa de seguros EPMTT

Póliza	Valor asegurado (USD)	Tasa	Prima neta (USD)
Incendio y Líneas Aliadas	11.330.161	0,13%	14.729
Equipo y Maquinaria VH Articulados ³⁷	99.350.155	0,40%	397.401
Vehículos	686.140	2,20%	15.095
Equipo Electrónico	7.031.261	0,80%	56.250
Robo y/o Asalto/Hurto	686.706	1,20%	8.234
Responsabilidad Civil	150.000	1,00%	1.500
Fidelidad	89.990	1,50%	1.3
Dinero y Valores	81.550	0,70%	568
Transporte Interno	47.644	2,00%	953
TOTAL:	119.453.606		496.079

Fuente: Elaboración propia

Para los impuestos, en el caso de la EPMTT solo se han tomado las reglas aplicables a la depreciación tributaria, no se calcula pago de tributos por las siguientes precisiones del SRI:

- Los dividendos obtenidos por las instituciones del Estado y por las empresas públicas reguladas por la Ley Orgánica de Empresas Públicas están exentos de pago [3], por lo que no se aplica impuesto a la renta ni de participación de empleados.
- El IVA pagado en la adquisición local e importación de bienes y demanda de servicios que efectúen las entidades y organismos del sector público y empresas públicas, les será reintegrado [3].

En el caso del operador privado se consideran los siguientes impuestos:

Tabla 112 – Tasas de impuestos

Participación Empleados	15%	
Impuesto a la Renta	30%	
Depreciación tributaria	5 Años	
Valor salvamento	10%	* Para efecto contable
IVA	14%	

Fuente: Elaboración propia con base en SRI [3]

³⁷ Este valor se modifica según la inclusión de flota biarticulada en el año 2017.

5.2.7 Gastos de Administración

Para los gastos de administración, se separa el costo para la EPMTTP, y para el operador privado.

Para la operación pública, se tomó la información de la EPMTTP para el año 2015 como referencia, sin embargo, se realizaron ajustes de acuerdo a la naturaleza de los supuestos realizados en otras secciones del documento.

La información de la EPMTTP contiene los rubros servicio de agua, servicios de comunicación³⁸, aseo de oficina y áreas patios, seguridad transporte de valores, gastos de útiles de oficina, difusión de información y publicidad, mantenimiento y adecuaciones de oficina, servicio de GPS por vehículo, y otros.

De los anteriores se modificó el valor de:

- El servicio del servicio de comunicaciones, reduciéndolo en un 20% porque los costos de comunicación a estaciones serían asumidos por el concesionario del SITP-Q.
- Seguridad de transporte de valores, que se elimina por completo al ser considerado como parte del SIR.
- Difusión de información y publicidad, dado que sería parte del SIU y ya se ha considerado su costo se elimina.
- Servicio de GPS por vehículos, se elimina al ser considerado en el costo del SAE.

Tabla 113 – Valores mensuales de servicios públicos y otros gastos fijos

ÍTEM	Gasto mes
Servicio de Agua	8.810
Servicios de comunicación	913
Aseo de Oficina y áreas patios	66.224
Seguridad Transporte de Valores	-
Gastos de útiles de Oficina	4.547
Difusión de información y publicidad	-
Mantenimiento y adecuaciones de Oficina	4.677
Servicio de GPS por Vehículos	-
Otros	-
Gasto mes promedio	85.172

Fuente: Elaboración propia con base en información de la EPMTTPQ

En el caso de las empresas operadoras privadas se incluyen los gastos fijos y variables de administración, se proyecta una partida para los siguientes ítem: Luz, Agua, Teléfono, Internet, Limpieza oficina, Seguridad alarmas, Útiles oficina, Medio de pago, Mantenimiento oficinas, Comunicación radios, Movilización auxilios, Arriendo y Mantenimiento de patios, transporte valores y Otros.

³⁸ Incluye: celular, internet y servicio de radio para vehículos.

En este aspecto se identifica el impacto que representa la administración en la mayoría de empresas del transporte convencional, dado su tamaño entendido como número de unidades en administración.

Tabla 114 – Valores mensuales de servicios públicos y otros gastos fijos

Ítem	Gasto mes
Luz	100
Agua	50
Teléfonos	400
Internet	50
Limpieza oficina	500
Seguridad alarmas	50
Útiles oficina	300
Medio de pago	2,295
Mantenimiento oficinas	100
Comunicación radios	100
Movilización auxilios	500
Arriendo y Mantenimiento de patios	4,000
transporte valores	500
Otros	447
Gasto mes promedio	9,392

Fuente: Elaboración propia

5.2.8 Resultados tarifa Escenario 1

Los resultados de tarifa se presentan en precios constantes, sin embargo, el modelo de cálculo permite la simulación de la tarifa con precios corrientes. En el caso de la EPMT no se aplica un margen de rentabilidad. No obstante, se analiza el flujo de caja de cada corredor sobre la base de descontar a valor presente el flujo de caja del corredor al costo de capital para entidad pública o privada según el caso. Adicionalmente, se incorporan los costos del servicio de alimentación prestada por operadores del transporte convencional, conforme al desarrollo planteado en la sección 0.

5.2.8.1 Servicio de Alimentación

Para los servicios de alimentación se emplean los siguientes supuestos:

Tabla 115 – Supuestos de cálculo servicio de alimentación Metrobús-Q

Corredor	C.Central-Trolebús	C.Oriental	C.Suroccidental ³⁹	C.Central norte
# de vehículos por corredor	127	162	0	139
Demanda corregida pax mes	25.193	11.337	0	28.232
Km mes por bus	6218,72	5921,37	0,00	6070,05

Fuente: Elaboración propia con base en información de la EPMPQ

Una vez se ejecuta el modelo de transporte convencional con los supuestos de alimentación incluidos anteriormente, para el escenario en el que no implementa el SITP-Q se obtiene el siguiente resultado.

Tabla 116 – Tarifa Técnica alimentación por corredor sin SITP-Q en USD

Tipología	C.Central-Trolebus	C.Oriental	C.Central norte
Tecnología	Euro III	Euro III	Euro III
Combustible	Diésel	Diésel	Diésel
Costo del vehículo	1.054	1.054	1.054
Personal Directo	2.050	2.050	2.050
Combustible	790	752	771
Costos mantenimiento	1.885	1.826	1.846
Seguros e Impuestos	567	559	562
Personal Indirecto	792	792	792
Gastos administración	188	188	188
Rentabilidad	584	571	592
Subtotal costos operador Mes (USD)	7.910	7.793	7.854
Costos del SITP-Q Mes	0	0	0
Total costos del vehículo (USD)	7.910	7.793	7.854
Demanda corregida pax mes	25.193	11.337	28.232
Costo por pasajero (USD)			
Operadores	0,31	0,69	0,28
SITP-Q	0,00	0,00	0,00
Total (USD)	0,31	0,69	0,28
Costo por KM (USD)	1,27	1,32	1,29

Fuente: Elaboración propia

³⁹ La flota de alimentación del corredor suroccidental se ha incorporado en el componente troncal del sistema, esto debido a la forma en la que opera este corredor actualmente.

Una vez se pondera la demanda y kilometraje para la alimentación por corredor, la tarifa técnica por pasajero (etapa) es de USD 0,37 y la tarifa técnica por kilómetro de USD 1,30⁴⁰.

Ahora, bajo el supuesto de implementación del SITP-Q los resultados son los siguientes:

Tabla 117 – Tarifa Técnica alimentación por corredor con SITP-Q en USD

Tipología	C.Central-Trolebus	C.Oriental	C.Central norte
Tecnología	Euro III	Euro III	Euro III
Combustible	Diésel	Diésel	Diésel
Costo del vehículo	1.054	1.054	1.054
Personal Directo	2.220	2.220	2.220
Combustible	790	752	771
Costos mantenimiento	1.885	1.826	1.846
Seguros e Impuestos ⁴¹	1.178	1.164	1.697
Personal Indirecto	753	753	753
Gastos administración	132	132	132
Rentabilidad	561	554	614
Subtotal costos operador Mes (USD)	8.573	8.455	9.086
Costos del SITP-Q Mes	915	412	1.025
Total costos del vehículo (USD)	9.488	8.867	10.112
Demanda corregida pax mes	25.193	11.337	28.232
Costo por pasajero (USD)			
Operadores	0,34	0,75	0,32
SITP-Q	0,04	0,04	0,04
Total (USD)	0,38	0,78	0,36
Costo por KM (USD)	1,38	1,43	1,50

Fuente: Elaboración propia

Al considerar la ponderación de demanda y kilometraje para la alimentación por corredor, la tarifa técnica por pasajero (etapa) es de USD 0,45 y la tarifa técnica por kilómetro de USD 1,44.

5.2.8.2 Servicio Troncal

En la Tabla 118 se presenta el análisis de tarifas para cada corredor en el escenario de que no se implemente el SITP-Q.

⁴⁰ Costo operacional sin SITP-Q.

⁴¹ Referencia de prima de vehículos con una tasa del 3%.

Tabla 118 – Tarifa técnica servicio troncal por corredor sin SITP-Q

Troncal	C.Central-Trolebus	C.Oriental	C.Suroccidental	C.Central norte
Trolebús	52	0	0	0
Articulado	0	120	0	73
Biarticulado	56	24	0	0
Bus tipo	4	15	302	0
Total flota	112	159	302	73
Costo conductores	2.630	2.636	2.433	2.534
Costo combustible	1.146	1.126	716	1.236
Costo impuestos + seguros	165	149	574	819
Costo Mantenimiento	1.636	1.967	1.504	2.157
Costo vehículo	1.834	996	714	519
Costo personal	2.482	2.343	764	765
Administración y otros	830	770	192	191
Rentabilidad	830	566	802	267
Remuneración operador SITP-Q	1.439	1.125	734	1.376
Gastos de la EPMT PQ	-	136	1.438	1.436
Costo promedio por bus mes	12.992	11.813	9.870	11.300
Demanda por bus mes (pax)	39.625,00	30.975,62	20.221,33	37.885,64
Tarifa técnica (USD/etapa)	0,33	0,38	0,49	0,30
Kilometraje por bus mes	4.125,77	5.833,33	5.212,37	6.000,00
Tarifa técnica (USD/km)	3,15	2,03	1,89	1,88

Fuente: Elaboración propia

Una vez se pondera la demanda y kilometraje troncal por corredor, la tarifa técnica por pasajero (etapa) en el servicio troncal es de USD 0,39 y la tarifa técnica por kilómetro de USD 2,10.

Ahora, si se incluye el gasto y costo asociado a la implementación del SITP-Q se observan los siguientes resultados:

Tabla 119 – Tarifa técnica servicio troncal por corredor con SITP-Q

Troncal	C.Central-Trolebus	C.Oriental	C.Suroccidental	C.Central norte
Trolebús	52	0	0	0
Articulado	0	120	0	73
Biarticulado	56	24	0	0
Bus tipo	4	15	302	0
Total flota	112	159	302	73
Costo conductores	2.612	2.602	2.073	2.534
Costo combustible	1.146	1.126	716	1.236
Costo impuestos + seguros	164	161	703	935
Costo Mantenimiento	1.636	1.967	1.504	2.157
Costo vehículo	1.834	996	714	519
Costo personal	1.620	1.554	764	765
Administración y otros	204	200	157	149
Rentabilidad	838	577	346	280
Remuneración operador SITP-Q	1.439	1.125	734	1.376
Gastos de la EPMTPO	-	75	794	793
Costo promedio por bus mes	11.494	10.382	8.505	10.744
Demanda por bus mes (pax)	39.625,00	30.975,62	20.221,33	37.885,64
Tarifa técnica (USD/etapa)	0,29	0,34	0,42	0,28
Kilometraje por bus mes	4.125,77	5.833,33	5.212,37	6.000,00
Tarifa técnica (USD/km)	2,79	1,78	1,63	1,79

Fuente: Elaboración propia

De nuevo. Al considerar la ponderación de demanda y kilometraje troncal por corredor, la tarifa técnica por pasajero (etapa) es de USD 0,34 y la tarifa técnica por kilómetro de USD 1,85.

5.2.8.3 Metrobús-Q (troncal y alimentación)

Una vez se obtienen los resultados por tipo de servicio, se presenta la tarifa técnica del subsistema Metrobús-Q incorporando la totalidad de costos y demanda del subsistema para las alternativas con y sin implementación del SITP-Q.

Escenario sin implementación del SITP-Q

Tabla 120 – Tarifa técnica Metrobús-Q sin SITP-Q

TOTAL	C.Central-Trolebus	C.Oriental	C.Suroccidental	C.Central norte
Flota	239	321	302	212
Demanda Mensual corredor (pax)	7.637.507	6.761.769	6.106.841	6.689.901
Kilometraje Mensual corredor	1.251.864	1.886.762	1.574.137	1.281.737
Costo Mensual Corredor (USD)	2.459.728	3.140.669	2.980.616	1.916.633
Tarifa por pasajero Operación	0,32	0,46	0,49	0,29
Tarifa por kilómetro Operación	1,96	1,66	1,89	1,50
Tarifa por pasajero Ponderada	0,39			
Tarifa por kilómetro Ponderada	1,75			

Fuente: Elaboración propia

■ Escenario con implementación del SITP-Q

Tabla 121 – Tarifa técnica Metrobús-Q con SITP-Q

TOTAL	C.Central-Trolebús	C.Oriental	C.Suroccidental	C.Central norte
Flota	239	321	302	212
Demanda Mensual corredor (pax)	7.637.507	6.761.769	6.106.841	6.689.901
Kilometraje Mensual corredor	1.251.864	1.886.762	1.574.137	1.281.737
Costo Mensual Corredor (USD)	2.492.277	3.087.103	2.568.464	2.189.826
Tarifa por pasajero Operación	0,33	0,46	0,42	0,33
Tarifa por kilómetro Operación	1,99	1,64	1,63	1,71
Tarifa por pasajero Ponderada	0,38			
Tarifa por kilómetro Ponderada	1,72			

Fuente: Elaboración propia

5.2.9 Resultados tarifa Escenarios 2 y 3

Con el fin de proveer información sobre la variación de los componentes de costos para escenarios futuros del Metrobús-Q, se incorporan los resultados de los escenarios 2 y 3 de configuración de flota troncal con implementación del SITP-Q.

El escenario 2 incorpora un incremento de 60 buses articulados en el Corredor Oriental. Adicionalmente, el Corredor Suroccidental migra a operación troncal con buses articulados y servicios de alimentación, por lo que se reduce la flota troncal a un total de 616 buses.

El escenario 3 toma la configuración de Metrobús-Q a 2019, cuando entra en operación el sub-sistema metro y se modifica el trazado de los Corredores Central Trolebús, Central Norte y Suroccidental. La flota troncal estaría compuesta por 447 unidades.

5.2.9.1 Servicio de Alimentación

Para el servicio de alimentación no se presentan modificaciones respecto al escenario 1 con SITP-Q presentado en la sección 5.2.8.1. La tarifa técnica por pasajero (etapa) es de USD 0,45 y la tarifa técnica por kilómetro de USD 1,44.

5.2.9.2 Servicio Troncal

En la siguiente tabla se presenta el resultado de tarifas en el escenario 2.

Tabla 122 – Tarifa técnica servicio troncal por corredor escenario 2

Troncal	C.Central-Trolebus	C.Oriental	C.Suroccidental	C.Central norte
Trolebús	52	0	0	0
Articulado	0	180	30	73
Biarticulado	56	24	0	0
Bus tipo	4	15	182	0
Total flota	112	219	212	73
Costo conductores	2.622	2.629	2.161	2.544
Costo combustible	1.148	1.145	829	1.239
Costo impuestos + seguros	155	693	887	1.018
Costo Mantenimiento	1.644	1.967	1.766	2.206
Costo vehículo	1.834	1.049	786	519
Costo personal	1.628	1.354	772	768
Administración y otros	204	184	156	151
Rentabilidad	764	760	322	253
Remuneración operador SITP-Q	1.439	817	1.046	1.376
Gastos de la EPMT PQ	-	305	867	862
Costo promedio por bus mes	11.438	10.902	9.592	10.936
Demanda por bus mes (pax)	39.625,00	22.489,15	28.805,85	37.885,64
Tarifa técnica (USD/etapa)	0,29	0,48	0,33	0,29
Kilometraje por bus mes	4.125,77	5.833,33	5.833,33	6.000,00
Tarifa técnica (USD/km)	2,77	1,87	1,64	1,82

Fuente: Elaboración propia

Una vez se pondera la demanda y kilometraje troncal por corredor, la tarifa técnica por pasajero (etapa) en el servicio troncal es de USD 0,36 y la tarifa técnica por kilómetro de USD 1,90.

Ahora, al considerar el escenario 3 de reconfiguración de flota por entrada en operación del sub-sistema metro se observan los siguientes resultados:

Tabla 123 – Tarifa técnica servicio troncal por corredor escenario 3

Troncal	C.Central-Trolebus	C.Oriental	C.Suroccidental	C.Central norte
Trolebús	0	0	0	0
Articulado	0	180	30	0
Biarticulado	56	24	0	0
Bus tipo	0	12	145	0
Total flota	56	216	175	0
Costo conductores	2.711	2.647	2.195	-
Costo combustible	1.595	1.205	841	-
Costo impuestos + seguros	165	657	904	-
Costo Mantenimiento	2.402	1.968	1.751	-
Costo vehículo	1.704	1.054	808	-
Costo personal	2.136	1.675	779	-
Administración y otros	262	222	152	-
Rentabilidad	1.064	703	335	-
Remuneración operador SITP-Q	1.439	828	1.267	-
Gastos de la EPMTPO	-	435	1.273	-
Costo promedio por bus mes	13.478	11.394	10.305	-
Demanda por bus mes (pax)	39.625,00	22.801,50	34.896,23	-
Tarifa técnica (USD/etapa)	0,34	0,50	0,30	-
Kilometraje por bus mes	5.833,33	5.833,33	5.833,33	-
Tarifa técnica (USD/km)	2,31	1,95	1,77	-

Fuente: Elaboración propia

Al considerar la ponderación de demanda y kilometraje troncal por corredor, la tarifa técnica por pasajero (etapa) es de USD 0,38 y la tarifa técnica por kilómetro de USD 1,92.

5.2.9.3 Metrobús-Q (troncal y alimentación)

Una vez se obtienen los resultados por tipo de servicio, se presenta la tarifa técnica del subsistema Metrobús-Q incorporando la totalidad de costos y demanda del subsistema para los escenarios 2 y 3.

Escenario 2

Tabla 124 – Tarifa técnica Metrobús-Q escenario 2

TOTAL	C.Central-Trolebus	C.Oriental	C.Suroccidental	C.Central norte
Flota	112	219	212	73
Demanda Mensual corredor (pax)	7.637.507	6.761.769	6.106.841	6.689.901
Kilometraje Mensual corredor	1.251.864	2.236.762	1.236.667	1.281.737
Costo Mensual Corredor (USD)	2.485.954	3.823.981	2.033.526	2.203.820
Tarifa por pasajero Operación	0,33	0,57	0,33	0,33
Tarifa por kilómetro Operación	1,99	1,71	1,64	1,72
Tarifa por pasajero Ponderada	0,39			
Tarifa por kilómetro Ponderada	1,76			

Fuente: Elaboración propia

■ Escenario 3

Tabla 125 – Tarifa técnica Metrobús-Q escenario 3

TOTAL	C.Central-Trolebús	C.Oriental	C.Suroccidental	C.Central norte
Flota	56	216	175	0
Demanda Mensual corredor (pax)	29.609	17.888	34.896	28.232
Kilometraje Mensual corredor	6.101	5.871	5.833	6.070
Costo Mensual Corredor (USD)	10.709	10.311	10.305	10.112
Tarifa por pasajero Operación	0,36	0,58	0,30	0,36
Tarifa por kilómetro Operación	1,76	1,76	1,77	1,67
Tarifa por pasajero Ponderada	0,41			
Tarifa por kilómetro Ponderada	1,74			

Fuente: Elaboración propia

Un aspecto a considerar es que con el paso de los años el mantenimiento, y combustible tienden a ser mayores según se expuso en las secciones 5.2.2 y 5.2.3. Así, el costo por kilómetro tiende a aumentar en tanto la flota en operación tiende a ser de mayor capacidad y antigüedad. No obstante, la tarifa referencial es a su vez susceptible a mejoras (disminución del valor) por incrementos de demanda que no han sido simulados al no contar con información al respecto.

6 Anexo 1 – Antigüedad de los trenes empleados en el *benchmark* de costo de repuestos

En Washington, cerca del 55% de su flota en servicio cuenta con más de 23 años de servicio, y los trenes con más de 28 años han sido repotenciados

Tabla 126 – Vagones del Metro de Washington

Serie	Constructor	Año	# Vag Construidos	# Vag Servicio	Vag / Tren	Re manufactura/ Overhaul	Chatarrizados
1000	Rohr Industries	1973-1976	300	292	8	Hitachi Rail Italy (1993-1996)	2016
2000	Hitachi Rail Italy	1981-1983	76	76	8	Alstom Transportation (2001-2004)	n/a
3000	Hitachi Rail Italy	1984-1988	290	288	8	Alstom Transportation (2004-2009)	n/a
4000	Hitachi Rail Italy	1991-1993	100	100	8	n/a	c.a 2018-2021
5000	Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles /AAI	2001-2004	194	192	8	n/a	n/a
6000	Alstom Transportati.	2005-2008	184	184	8	n/a	n/a
7000	Kawasaki	2015-hoy	144	128	8	n/a	n/a

Fuente: Elaboración Propia, con base en la Federal Transit Administration [42]

Massachussets: con 411 coches en operación [43] con la mayoría repotenciados o en overhaul⁴², el 84% de su flota operativa tiene más de 25 años.

Tabla 127 – Vagones del metro de Massachussets

Serie	Constructor	Año	# Vag Construidos	# Vag Servicio	Vag/ Tren	Re manufactura/ Overhaul
300-344	Pullman-Standard	1978-1979	45	43	4	Morrison-Knudsen/Amerail (1996-1997)
1300-1314	Pullman-Standard	1978-1979	15	14	4	Morrison-Knudsen/Amerail (1996-1997)
350-389	Bombardier	1987	40	40	4	n/a
500-532	MBB	1987-1988	33	33	4	n/a
1500-1533	MBB	1987-1988	34	34	4	n/a
600-653	Bombardier	1989-1990	54	54	4	n/a
1600-1652	Bombardier	1989-1990	53	53	4	n/a
1700-1724	Kawasaki	1990-1991	25	25	4	n/a
700-749	Kawasaki	1990-1991	50	50	4	n/a
750-766	Kawasaki	1997-1998	17	17	4	n/a
767-781	Kawasaki	2001-2002	15	15	4	n/a
900-932	Kawasaki	2005-2006	33	33	4	n/a

Fuente: Elaboración Propia, con base en Wikipedia [43]

⁴² Desde 2001 se han comprado 48 trenes Kawasaki, el resto de unidades de marcas Kawasaki, Bombardier, MBB están en servicio y requieren o están en proceso de overhaul, se tienen unidades Pullman-Standard construidas en 1978 y 1979 que han sido repotenciadas como BTC-1C.

7 Anexo 2 – Listado de empresas de transporte convencional

Transporte urbano: 47 empresas operadoras:

1. ALBORADA COMPAÑIA DE TRANSPORTES S.A.
2. CIA ECUATORIANA TRANSHEROICA S.A.
3. COLECTIVOS DE TRANSPORTES URBANOS PICHINCHA
4. COMPAÑIA ANONIMA DE TRANSPORTES URBANOS VICTORIA
5. COMPAÑIA DE TRANSPORTE QUITENÑO LIBRE S.A.
6. COOP TRANS JUAN PABLO II
7. COOP. DE TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS PAQUISHA
8. COOP. TRANS.DE PASAJEROS TURIS MONSERRAT
9. COOPERATIVA DE TRANSPORTES CALDERON
10. EMPRESA DE TRANSPORTES 6 DE DICIEMBRE
11. SERVIAGOSTO S.A.
12. SERVICIOS DE TRANSPORTE MARISCAL SUCRE SETRAMAS
13. TRANSLATINOS S.A.
14. TRANSPORTE TRANSPORSEL CIA LTDA
15. TRANSPORTE URBANO SELECTIVO TRANS ALFA
16. TRANSPORTES GUADALAJARA S.A.
17. TRANSPORTES PLANETA TRANSPLANETA S.A.
18. TRANSPORTES SAN CRISTOBAL S. A
19. TRANSPACOMI S.A.
20. TRANSPORTES MARISCAL SUCRE
21. TRANSMETROPOLI S.A.
22. EMPRESA DE TRANSPORTES LUJOTURISA S.A.
23. CIA. DE TRANSPORTE 21 DE JULIO
24. COMPAÑIA DE TRANSPORTES ZETA
25. TRANSPORTES CARCELEN TARQUI C A
26. LATINA S.A.
27. CIA DE TRASPORTE SEMGYLLFOR SA
28. SERVICIO ECUATORIANO TRANSPORTE SECUATRANS
29. CIA. TRANSPORTE EJECUTIVO RAPITRANS S.A.
30. AGUILA DORADA
31. NACIONAL TRANSPORTES Y COMERCIO
32. TRANSPORTE REINO DE QUITO
33. COOP. DE COLECTIVOS BELLAVISTA
34. ATAHUALPA CIA. ANONIMA DE TRANSPORTES
35. TRANSPORTES VENCEDORES DE PICHINCHA S.A
36. TRANSUR SIETE DE MAYO
37. CIA. DE TRANSPORTES QUITUMBE
38. TRANS. SAN CARLOS S.A.
39. N FCO.CHILLOGALLO S.A.
40. QUITO
41. COLECTIVOS QUITO C.A. COLECTRANS
42. DISUTRAN S.A.
43. CONETRA CA

44. CIA. METROTRANS
45. TRANSEMFISFERICOS COMPAÑIA DE TRANSPORTE
46. COOP. DE TRANSPORTES SAN JUAN
47. COOP. LLANO GRANDE

14 operadores de Transporte intracantonal combinado:

1. COOPERATIVA REINA DEL QUINCHE (Interparroquial)
2. COOP. DE TRANSPORTES FLOTA PICHINCHA (Interparroquial)
3. SAN SEBASTIAN DE PIFO (Interparroquial)
4. CIA DE TRANSPORTES PUEMBO TRAPUCA C.A. (Interparroquial)
5. COOP. DE TRANSPORTES TUMBACO (Interparroquial)
6. COOP. DE BUSES YARUQUI (Interparroquial)
7. SAN JOSE DE COCOTOG CIA. ANDINA (Interparroquial)
8. COOP. DE BUSETAS TERMAS TURIS (Interparroquial)
9. TRANSPORTES LIBERTADORES DEL VALLE (Interparroquial)
10. EXPRESO ANTIZANA EXPREANTISANA S.A. (Interparroquial)
11. SOTRANOR (Inter e Intraparroquial)
12. TRANSPORTE COMUNITARIO KINARA EX (Intraparroquial)
13. TRANSPORTE LA FLORESTA TRANSFLORESTA S (Interparroquial)
14. TRANSPORTES GUADALAJARA S.A. (Intraparroquial y urbano)

8 Anexo 3 – Referencias de precios de mercado

El presente documento consiste en el anexo de referencia de precios del mercado para el estudio y evaluación de costos de la operación de los buses del sistema de transporte urbano e intracantonal del DMQ. El objetivo es presentar y explicar la metodología, procedimiento y definición de las referencias seleccionadas.

Los rubros seleccionados para el desarrollo de este estudio son la adquisición de vehículos y los insumos de operación de los buses como precios de combustible, repuestos y servicios de mantenimiento y servicios de comunicaciones.

1. Metodología

1.1 Mercado de proveedores

En primer lugar, se definió que mercado de proveedores se emplearía para el desarrollo del estudio de precios de referencia. Para esta decisión se utilizó como criterio la disponibilidad de los rubros en el mercado, las facilidades de acceso y el precio de oferta.

Para el desarrollo del estudio de precios de referencia se investigó el mercado de proveedores de Quito analizando la viabilidad y disponibilidad de los componentes de interés. Para obtener los precios de referenciase contactaron diferentes proveedores de Ecuador y en especial en el DMQ. La aproximación a los proveedores seleccionados se realizó vía telefónica, mediante solicitud escrita formal, correo electrónico, mensajes por página web y visitas presenciales.

La selección de los precios de referencia determino como criterio de confiabilidad que es necesario presentar al menos 3 precios de referencia para cada uno de los ítems incluidos. Lo que le permite al estudio presentar un resultado robusto en el caso de incumplimientos por parte de los proveedores.

1.2 Referencias

Dentro del estudio de referencias se tuvo en cuenta los modelos de vehículos que actualmente prestan los servicios de transporte. A razón de esto, se investigó cuáles eran los diferentes modelos utilizados para la operación. El resultado obtenido permitió identificar que los modelos de vehículos más utilizados en el sistema de transporte de Quito son “Hino”, “Volvo” y “Volkswagen”.

A continuación, se presentan los resultados del levantamiento de información desarrollado para los siguientes componentes:

- Costos de adquisición de vehículos nuevos.
- Costos de repuestos y servicios de mantenimiento
- Costos de servicios o elementos de soporte a la operación, como son los planes de comunicación telefónica y de datos.

2. Precio de venta vehículos

Los precios de los vehículos comprenden la cotización del chasis y de la carrocería. Las cifras están expresadas en USD y son antes de IVA.

Tabla 128 – Precios y Proveedores para Chasis de autobuses

Chasis (USD)	Precio 1	Precio 2	Precio 3	Precio 4	Precio 5	Promedio
Microbus	45.990	42.900		51.520		46.803
Bus tipo	69.990	75.900	66.964			70.951

Chasis	Fuente 1	Fuente 2	Fuente 3	Fuente 4	Fuente 5
Microbús	Grupo Mavesa - Hino	Dina Marca Volkswagen	Davmotor	Grupo Mavesa - Hino Cotización online	
Bus tipo	Grupo Mavesa - Hino	Dina	Davmotor		

Tabla 129 – Precios y Proveedores para Carrocería de autobuses

Carrocería (USD)	Precio 1	Precio 2	Precio 3	Precio 4	Precio 5	Promedio
Microbús	43.000	42.000		61.350	45.000	47.838
Bus tipo	50.730	50.000	50.804			50.511

Carrocería	Fuente 1	Fuente 2	Fuente 3	Fuente 4	Fuente 5
Microbús	IMETAM	Dina Marca Volkswagen	Davmotor	IMCE	Carrocerías Impdesa Marca Hino FC
Bus tipo	IMETAM	Dina	Davmotor		

Tabla 130 – Precios de vehículos

Total Vehículo (USD)	Precio 1	Precio 2	Precio 3	Precio 4	Precio 5	Promedio
Microbús	88.990	84.900	-	112.870	45.000	94.641
Bus tipo	120.720	125.900	117.768	-	-	121.463

3. Precio de combustibles

Se consultaron los precios del galón de diésel en el mercado local tanto, con y sin margen de comercialización. Los precios están expresados en USD.

Tabla 131 – Precios y Proveedores para Diésel

INSUMO (USD)	Precio 1	Precio 2	Precio 3	Precio 4
Diésel	0,93	1,04	1,04	0,90

Con base en las anteriores referencias, se tiene un precio de USD1,04 para los operadores que acceden al combustible en estaciones. Las operadoras con mayor tamaño de flota (Carcelén Tarqui, Transplaneta) que cuentan o están en proceso de implementar una estación propia acceden a un precio menor y se quedan con el margen de comercialización. Para este segundo caso el precio por galón es de USD0,9.

Fuente 1	Fuente 2	Fuente 3	Fuente 4
PRIMAX	MASGAS	Petróleos y Servicios	PetroEcuador

4. Precios de llantas y reencauches

Los precios de llantas dependen de la referencia, la marca y el rendimiento de las unidades. Para el estudio de precios se cotizaron diferentes tipologías y marcas, intentando conseguir un precio para llantas con un rendimiento de 50.000 kilómetros. Varios proveedores informaron que utilizan llantas chinas o coreanos con este rendimiento.

Durante el levantamiento de campo, adicionalmente se conoció que algunos son importadores directos de llantas.

Tabla 132 – Precios y Proveedores para llantas

INSUMO (USD)	Precio 1	Precio 2	Precio 3	Precio 4	Precio 5	Promedio
LLANTAS	379,3	407,9	599,0	522,8	393,8	460,5
Fuente 1	Fuente 2	Fuente 3	Fuente 4	Fuente 5		
Rueda llantas (Kumho)	Nova Llantas	Distribuidora LLANMAXI (maxxi)	Rueda Llantas (Dunlop)	CEPSA (yokohama)		

Los precios de reencauches son presentados antes de IVA.

Tabla 133 – Precios y Proveedores de reencauches (USD)

INSUMO (USD)	Precio 1	Precio 2	Precio 3	Precio 4	Precio 5	Promedio
Reencauche	180,0	230-250	232,7	222,0	224,4	223,2
Fuente 1	Fuente 2	Fuente 3	Fuente 4	Fuente 5		
Lubripac	Reencauchadora Europea	Distribuidora LLANMAXI	Durallantas	Ecuaneumáticos S.A.		

5. Precios de repuestos y servicios de mantenimiento

Se desarrollaron cotizaciones de los repuestos que tiene mayor frecuencia de cambio en las unidades y los de mayor importancia. Dentro de este rubro existen cotizaciones diversas en función de si son repuestos originales del fabricante del Chasis o si son marcas chinas equivalente. Si bien se buscó contar con una muestra representativa por marca, se seleccionaron para el modelo aquellos que son habitualmente usados por los operadores, es decir no repuestos originales.

Tabla 134 – Repuestos con rendimientos y precios (Precios en USD)

Ítem	Repuesto	Unidades	Cantidad	Precio 1	Precio 2	Precio 3
1	ACEITE DE MOTOR	GLNS	5	17	12	9
2	REPARACIÓN DE CAJA	UND	1	4.150	1.728	
3	REPARACIÓN DEL MOTOR	UND	1	5.411	4.137	
4	MANTENIMIENTO DE CARROCERÍA	UND	1	583	331	
5	REPARACIÓN DEL DIFERENCIAL	UND	1	1.250	1.275	
6	SISTEMA ELÉCTRICO	UND	1	200	106	
7	EMBRAGUE	JGO.	1	520	573	443
8	CAMBIO DE TURBO	UND	1	1.700	467	182
9	REPARACIÓN DE LA BOMBA DE INYECCIÓN	UND	1	2.000	1.452	
10	ZAPATAS (JUEGO FORROS 2) X 4	JGO.	2	80	102	
11	SOPORTE DE CARDAN Y CRUCETAS	JGO.	1	250	38	53
12	FILTRO DE AIRE	UND	2	25	22	25
13	BUSTER EMBRAGUE	JGO.	1	157	114	190
14	BATERÍAS	UND	2	150	118	165
15	CAMBIO TAMBORES (JUEGO)	UND	4	49	71	212
16	MANTENIMIENTO DE BALLESTAS	UND	1	159	170	
17	AMORTIGUADORES	UND	4	55	45	73
18	MANTENIMIENTO SISTEMA NEUMÁTICO	UND	1	127	74	
19	FILTRO DE COMBUSTIBLE	UD.	1	13	7	13
20	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	UND	1	8	7	15
21	RACHES DE FRENO	JGO.	4	117	54	67
22	CALIBRACIÓN DE LA BOMBA DE INYECCIÓN	UND	1	414	550	
23	ACEITE DE DIFERENCIAL	GLNS	3	24	14	7
24	ACEITE DE CAJA	GLNS	3	32	14	7
25	CAMBIO DE TOBERAS DE INYECTORES	JGO.	1	218	148	
26	ENGRASE GENERAL	KG.	1	70	7	7
27	FILTRO SECADOR DE AIRE	UD.	1	23	50	7
28	BANDAS	JGO.	1	30	66	18
29	ENGRASADO PUNTAS EJES	UND	4	22		28
30	PINES Y BOCINES DE DIRECCIÓN	JGO.	1	180	108	170
31	REFRIGERANTE DE MOTOR	GLNS.	4	12	9	10
32	ACEITE HIDRÁULICO	GLN	1	26	13	12

A continuación, se presenta la identificación de los proveedores de los precios para cada uno de los repuestos presentados en la Tabla 134 y si el ítem cotizado incluye la mano de obra. Los nombres de los proveedores no se especifican debido a que algunos solicitaron no revelar esta información.

Tabla 135 – Proveedores de precios de repuestos

Ítem	Repuesto	Proveedor Precio1	Proveedor Precio 2	Proveedor Precio 3
1	ACEITE DE MOTOR	Proveedor 1 (5 galones)	Proveedor 2 (5 galones)	Proveedor 3 (Transformación desde cuartos de galón)
2	REPARACIÓN DE CAJA	Proveedor 4 (Repuesto y mano de obra)	Proveedor 3 (Solo Caja de velocidades Hino FB Sin servicio)	
3	REPARACIÓN DEL MOTOR	Proveedor 4 (Repuesto Hino y mano de obra)	Proveedor 3 (Repuesto Hino)	
4	MANTENIMIENTO DE CARROCERÍA	Proveedor 4 (Afectación 2 latas, con pintura)	Proveedor 3 (Afectación latas con pintura)	
5	REPARACIÓN DEL DIFERENCIAL	Proveedor 4 (Repuesto y mano de obra)	Proveedor 5 (Repuesto y mano de obra)	
6	SISTEMA ELÉCTRICO	Proveedor 4 (Cambio cableado, algunos focos)	Proveedor 3 (Revisión y acondicionamiento generales)	
7	EMBRAGUE	Proveedor 4 (Solo Repuesto Hino)	Proveedor 10 (Solo Repuesto Volkswagen)	Proveedor 3 (Prensa embrague Hino)
8	CAMBIO DE TURBO	Proveedor 4 (Repuesto y mano de obra)	Proveedor 10 (Solo Repuesto Volkswagen)	Proveedor 3 (Solo Repuesto Hino FB)
9	REPARACIÓN DE LA BOMBA DE INYECCIÓN	Proveedor 4 (Repuesto y mano de obra Hino)	Proveedor 3 (Solo repuesto Hino)	
10	ZAPATAS (JUEGO FORROS 2) X 4	Proveedor 4 (Solo repuesto Hino)	Proveedor 6 (Repuesto y mano de obra Hino)	
11	SOPORTE DE CARDAN Y CRUCETAS	Proveedor 4 (Soporte y Cruceta)	Proveedor 10 (Cruceta cardan Hino)	Proveedor 10 (Cardan y soporte Volkswagen)
12	FILTRO DE AIRE	Proveedor 7 (Promedio entre filtro grande y pequeño Hino)	Proveedor 2 (Filtro pequeño Hino)	Proveedor 10 (Filtro Volkswagen)
13	BUSTER EMBRAGUE	Proveedor 10 (Disco de embrague Hino)	Proveedor 4 (Horquilla Embrague Hino)	Proveedor 3 (Disco de embrague Hino)
14	BATERÍAS	Proveedor 4 (Solo repuesto, promedio marcas)	Proveedor 12 (Solo repuesto, marca Exiwill)	Proveedor 8 (Solo repuesto, marca MAC)
15	CAMBIO TAMBORES (JUEGO)	Proveedor 10 (Promedio delantero y trasero)	Proveedor 6 (Valor promedio)	Proveedor 3 (Repuesto y mano de obra)

16	MANTENIMIENTO DE BALLESTAS	Proveedor 4 (Solo repuesto Hino)	Proveedor 6 (Solo repuesto Hino)	
17	AMORTIGUADORES	Proveedor 10 (Promedio delantero y posterior VW)	Proveedor 4 (Solo repuesto Hino)	Proveedor 3 (Promedio delantero y posterior Hiño)
18	MANTENIMIENTO SISTEMA NEUMÁTICO	Proveedor 4 (Repuesto y mano de obra Hino)	Proveedor 3 (Repuestos)	
19	FILTRO DE COMBUSTIBLE	Proveedor 7 (Solo repuesto Hino)	Proveedor 2 (Solo repuesto Hino)	Proveedor 10 (Solo repuesto Volkswagen)
20	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	Proveedor 7 (Solo repuesto Hino)	Proveedor 2 (Solo repuesto Hino)	Proveedor 4 (Solo repuesto Hino)
21	RACHES DE FRENO	Proveedor 4 (Repuesto y mano de obra Hino)	Proveedor 3 (Solo repuesto Hino)	Proveedor 10 (Solo repuesto Hino)
22	CALIBRACIÓN DE LA BOMBA DE INYECCIÓN	Proveedor 4 (Repuesto y mano de obra Hino)	Proveedor 5 (Repuesto y mano de obra Hino)	
23	ACEITE DE DIFERENCIAL	Proveedor 4 (Repuesto y mano de obra Hino)	Proveedor 2 (Solo repuesto Hino)	Proveedor 3 (Solo repuesto Hino)
24	ACEITE DE CAJA	Proveedor 4 (Repuesto y mano de obra Hino)	Proveedor 2 (Solo repuesto Hino)	Proveedor 3 (Solo repuesto Hino)
25	CAMBIO DE TOBERAS DE INYECTORES	Proveedor 4 (Repuesto y mano de obra Hino)	Proveedor 5 (Solo repuesto Hino)	
26	ENGRASE GENERAL	Proveedor 4 (Repuesto y mano de obra Hino)	Proveedor 5 (Solo repuesto Hino)	Proveedor 3 (Solo repuesto Hino)
27	FILTRO SECADOR DE AIRE	Proveedor 7 (Solo repuesto Hino)	Proveedor 4 (Solo repuesto Hino)	Proveedor 3 (Solo repuesto Hino)
28	BANDAS	Proveedor 9 (Solo repuesto Hino)	Proveedor 3 (Repuesto y mano de obra Hino)	Proveedor 10 (Solo repuesto Hino)
29	ENGRASADO PUNTAS EJES	Proveedor 4 (Repuesto y mano de obra Hino)		Proveedor 3 (Repuesto y mano de obra Hino)
30	PINES Y BOCINES DE DIRECCIÓN	Proveedor 4 (Solo repuesto Hino)	Proveedor 10 (Solo Repuesto Volkswagen)	Proveedor 10 (Solo repuesto Hino)
31	REFRIGERANTE DE MOTOR	Proveedor 4 (Solo repuesto Hino)	Proveedor 6 (Solo repuesto Hino)	Proveedor 3 (Solo repuesto Hino)
32	ACEITE HIDRÁULICO	Proveedor 4 (Repuesto y mano de obra Hino)	Proveedor 6 (Solo repuesto Hino)	Proveedor 3 (Solo repuesto Hino)

6. Precios de planes de comunicación telefónica y de datos

Los operadores de transporte público cuentan con planes de comunicación telefónica o de datos para las áreas administrativas, en estaciones o para el personal de operación.

Tabla 136 – Precios y proveedores de planes de comunicación

Componentes (USD)	Precio 1	Precio 2	Precio 3
Plan mensual de celular	23	23	23
Plan mensual de internet	170	28	117

Fuente 1	Fuente 2	Fuente 3
Corporación Nacional de Telecomunicaciones	Movistar	Claro
Corporación Nacional de Telecomunicaciones	Claro	iPlanet

9 Anexo 4 – Formatos de solicitud de información sistema convencional

Referencia: Solicitud de información a la Empresa ().

La consultoría para la Estructuración del modelo tarifario del Sistema Metropolitano de Transporte Público de Pasajeros de Quito, contratada por la Secretaria de Movilidad, incluye definir en una primera etapa los costos operacionales, de inversión y financieros de los cuatro subsistemas de transporte de la ciudad. Está ha avanzado con la información disponible en fuentes de información públicas, y realizando comparaciones con información resultante de estudios previos en la ciudad de Quito.

Sin embargo, con el fin de realizar un análisis que incluya de forma precisa las características operacionales en diferentes tipos de servicio, localización, y rutas, se requiere la siguiente información de la empresa:

Solicitud de Información

1. Información Operacional.....	2
1.1. Descripción General de la empresa:	2
1.2. Rutas en Operación	3
2. Información Sobre los vehículos	3
2.1. Flota según servicio	3
2.2. Flota por marca	4
2.3. Propiedad de la flota	4
2.4. Precios de flota en la actualidad	4
3. Combustible.....	5
3.1. Rendimiento del Combustible.....	5
3.2. Precio del Combustible	5
4. Mantenimiento.....	6
4.1. Costo insumos para vehículos 9 metros	6
4.2. Costo insumos para vehículos 12 metros	7
4.3. Servicio de lavado para vehículos 9 metros.....	8
4.4. Servicio de lavado para vehículos 12 metros.....	9
5. Personal	9
5.1. Costo insumos para vehículos 9 metros	9
6. Seguros e Impuestos.....	11
6.1. Seguros	11
6.2. Impuestos.....	11
7. Gastos de administración	11
7.1. Infraestructura	11
7.2. Gastos de Administración	12
8. Margen	12
8.1. Estructura de Capital.....	12
8.2. Rentabilidad Esperada	12

1. Información Operacional

1.1 Descripción General de la empresa:

Perfil requerido: Presidente o Gerente

R recuento general de la historia de la compañía, su evolución, percepción de la actividad de transporte, su opinión y expectativas sobre el SITP-Q, y aquellos elementos que considere pertinente mencionar brevemente.

1.2 Rutas en Operación

Perfil requerido: Jefe de operaciones

Por favor incluya en la siguiente tabla, la información por ruta con: nombre de la ruta, código de la ruta, tipo de servicio (urbano, interparroquial, o intraparroquial), número de buses que operan en la ruta en un día hábil (laborable), kilometraje diario total en día hábil que deberá coincidir con la suma de kilometraje en ruta y kilometraje en vacío⁴³, pasajeros pagos por día hábil de la ruta, su tarifa, y la relación de días hábiles por mes⁴⁴.

Nombre de la ruta	Código	Tipo de Servicio	# Buses	Tipo de bus (9 o 12 m)	Km en ruta día hábil	Km en vacío día hábil	Km total día hábil	Pasajeros pagos día hábil	Tarifa por pasajero
a	a1	Urbano	5	9m	1000	80	1080	600	0,

2. Información Sobre los vehículos

2.1 Flota según servicio

Perfil requerido: Jefe de operaciones o Responsable de flota y mantenimiento

Por favor diligencie en la siguiente tabla la cantidad de flota operativa según el tipo de servicio al que está asignada.

⁴³ Entiéndase por kilómetro en vacío, todos aquellos recorridos que se realizan cuando no se presta el servicio de transporte público, tales como la entrada y salida a patios de operación, recorridos a talleres, estaciones de combustible, u otros.

⁴⁴ A modo de ejemplo, si un mes de 30 días tiene 22 días hábiles y los 8 días no hábiles restantes (sábados, domingos, y feriados) se realiza la mitad (50%) del recorrido que en un día hábil, se tendrá una relación días hábiles/mes así:

Días hábiles mes= 22 días hábiles + equivalente días hábiles para sábados, domingos y feriados

Días hábiles mes= 22 días hábiles + (8 días sábados, domingos y feriados) *50%

Días hábiles mes= 22 días hábiles+ 4 días hábiles = 26 días hábiles

Se pide considerar un mes promedio, es decir que no se vea afectado por picos o caída en la cantidad de kilómetros realizados por incrementos o disminución en la demanda.

Flota por servicio	Servicio Urbano	Servicio Interparroquial	Servicio Intraparroquial
Buses 9m			
Buses 12m			

2.2 Flota por marca

Perfil requerido: Responsable de flota y mantenimiento

Por favor incluya a continuación el uso de diferentes marcas en la empresa, de acuerdo al número de vehículos en operación según su tipología (9 o 12 metros), y de mayor a menor cantidad de vehículos por marca.

Marca	# Buses 9m	# Buses 12m

2.3 Propiedad de la flota

Perfil requerido: Coordinador Administrativo y Financiero

Para el total de la flota referenciada en las tablas anteriores, establezca los porcentajes participación de la flota de propiedad directa de la empresa, y como complemento la participación de la flota de vehículos afiliados:

Propiedad de la flota %	Servicio Urbano	Servicio Interparroquial	Servicio Intraparroquial	Total
Buses 9m				
Buses 12m				
Total				
Propiedad de la flota afiliados %	Servicio Urbano	Servicio Interparroquial	Servicio Intraparroquial	Total
Buses 9m				
Buses 12m				
Total				

2.4 Precios de flota en la actualidad

Perfil requerido: Coordinador Administrativo y Financiero

Para reposiciones de flota por vencimiento de su vida útil o por inoperatividad, por favor indicar cuál es el precio de referencia según el tipo de vehículo:

Precios de vehículos	Servicio Urbano	Servicio Interparroquial	Servicio Intraparroquial
Buses 9m			
Buses 12m			

3. Combustible

3.1 Rendimiento del Combustible

Perfil requerido: Responsable de flota y mantenimiento

De acuerdo a las condiciones vigentes de operación, cuál es el rendimiento de combustible (km/litro) según tipología de vehículo y ruta.

Nombre de la ruta	Km/ Litros

3.2 Precio del Combustible

Perfil requerido: Responsable de flota y mantenimiento

Dado que se pueden presentar variaciones en el precio del combustible de acuerdo a la ubicación de las estaciones de servicio, incluir el precio por estación de servicio y la ruta a la que sirve:

Nombre de la ruta	Estación	Ubicación de la estación	Valor Litro Diésel

4. Mantenimiento

4.1 Costo insumos para vehículos 9 metros

Perfil requerido: Responsable de flota y mantenimiento

De acuerdo a los planes de mantenimiento que realiza la empresa, indicar la cantidad de insumos por actividad, el intervalo en kilómetros con el cuál se programa la actividad, y el precio por unidad del insumo considerado.

4.2 Costo insumos para vehículos 12 metros

Perfil requerido: Responsable de flota y mantenimiento

De acuerdo a los planes de mantenimiento que realiza la empresa, indicar la cantidad de insumos por actividad, el intervalo en kilómetros con el cuál se programa la actividad, y el precio por unidad del insumo considerado.

	Detalle	Unidades	Cantidad	Intervalo Km	Prec
1	Llantas	UD.			
2	Reencauche de llantas	UD.			
3	Aceite de motor	GLNS			
4	Aceite de caja	GLNS			
5	Aceite de diferencial	GLNS			
6	Aceite hidráulico	GLN			
7	Engrase general	KG.			
8	Filtro de aceite de motor	UND			
9	Filtro de aire	UND			
10	Filtro de combustible	UD.			
11	Filtro secador de aire	UD.			
12	Refrigerante de motor	GLNS.			
13	Descarbonizacion compresor aire	UD.			
14	Bandas	JGO.			
15	Cambio de toberas de inyectores	JGO.			
16	Calibración de la bomba de inyección	UND			
17	Embrague	JGO.			
18	Buster embrague	JGO.			
19	Soporte de cardan y crucetas	JGO.			
20	Mantenimiento sistema neumático	UND			
21	Zapatas (juego forros 2) x 4	JGO.			
22	Cambio tambores (juego)	UND			
23	Raches de freno	JGO.			
24	Baterías	UND			
25	Sistema eléctrico	UND			
26	Amortiguadores	UND			
27	Rotulas de dirección	JGO.			
28	Pines y bocines de dirección	JGO.			
29	Mantenimiento de ballestas	UND			
30	Engrasado puntas ejes	UND			
31	Cambio de rulimanes punta de eje	UND			
32	Mantenimineto de carrocería	UND			
33	Reparación de la bomba de inyección	UND			
34	Reparacion compresor	UND			
35	Cambio de turbo	UND			
36	Reparación del motor	UND			
37	Reparación de caja	UND			
38	Reparación del diferencial	UND			
39	Reparación de carroceria	UND			

4.3 Servicio de lavado para vehículos 9 metros

Perfil requerido: Responsable de flota y mantenimiento

De acuerdo a la forma en que la empresa realiza el aseo de la flota en operación, incluir la frecuencia de rutinas de lavado por unidad, indicando si esta última es km o días y el precio de cada servicio.

Tipo de lavado buses 9m	Unidades (días o km)	Frecuencia/ Unidad	Precio (sin IVA)
Enjuague interno/externo			
Desmanche			
Polichado			
Lavado de Motor			
Lavado de Chasis			

4.4 Servicio de lavado para vehículos 12 metros

Perfil requerido: Responsable de flota y mantenimiento

De acuerdo a la forma en que la empresa realiza el aseo de la flota en operación, incluir la frecuencia de rutinas de lavado por unidad, indicando si esta última es km o días y el precio de cada servicio.

Tipo de lavado buses 12m	Unidades (días o km)	Frecuencia/ Unidad	Precio (sin IVA)
Enjuague interno/externo			
Desmanche			
Polichado			
Lavado de Motor			
Lavado de Chasis			

5. Personal

5.1 Costo insumos para vehículos 9 metros

Perfil requerido: Responsable de RRHH

A continuación, se relaciona una estructura de planta para una empresa operadora, se solicita diligenciar: 1) la forma de vinculación, esto es especificar si se trata de un cargo contratado directamente o si presta servicios a la empresa; 2) cantidad de personas por denominación del cargo; 3) el salario promedio si se trata de un cargo contratado directamente o el costo del servicio promedio por persona en otro caso.

Personal	Forma de Vinculación (Directo - servicios)	Cantidad personas	Salario Servicio promedio (mes / US)
a) Personal por vehículo			
Conductores (Choferes)			
Ayudantes			
b) Personal directivo			
Presidente			
Gerente general			
c) Personal administrativo			
Administrativo & Financiero			
Contador General			
Asistente de Contabilidad			
Responsable de RR.HH.			
Secretaria			
Recaudación General			
Mensajería			
d) Personal de operación			
Jefe de Operaciones			
Despachador de Ruta			
Fiscalizador de Ruta			
Monitoreo & Control de gestión operativa			
e) Personal de mantenimiento			
Responsable de Flota & Mantenimiento			
Mecánico			
Eléctrico			
Vulcanizador			
Carrocero			
Ayudante de Mecánico			
f) Personal externo			
Auditoria externa			
Capacitación Talento Humano			
Asesor Legal			
Servicio de guardianía			
Comisario			
Directorio (Se hace provisión para dietas)			
Limpieza de flota			
Sistemas & Soporte			

6. Seguros e Impuestos

6.1 Seguros

Perfil requerido: Coordinador Administrativo y Financiero

Incluir los seguros especificados a continuación según la tipología del vehículo.

Tipología	SOAT	Prima seguros vehículos anual	Prima anual seguros Personal	Prima anual responsabilidad Civil
-----------	------	-------------------------------	------------------------------	-----------------------------------

Buses 9m

Buses 12m

6.2 Impuestos

Perfil requerido: Coordinador Administrativo y Financiero

Incluir los impuestos especificados a continuación según la tipología del vehículo.

Tipología	Valor Matricula anual	Impuesto anual vehículo	Impuesto al rodaje	Impuesto Contaminación	Tasa por matriculación	Matricula anual	Matricula mensual
-----------	-----------------------	-------------------------	--------------------	------------------------	------------------------	-----------------	-------------------

Buses 9m

Buses 12m

7. Gastos de administración

7.1 Infraestructura

Perfil requerido: Coordinador Administrativo y Financiero

Incluir los siguientes criterios para los patios de operación, determinando las rutas que reciben servicio o estacionan en cada uno.

Patios Garaje	Área (m ²)	Rutas que sirve	área mtto (si-no)	Túnel de Lavado (si-no)	Planta de Tratamiento (si-no)	Estación de Servicio (si-no)	Ubicación
---------------	------------------------	-----------------	-------------------	-------------------------	-------------------------------	------------------------------	-----------

7.2 Gastos de Administración

Perfil requerido: Coordinador Administrativo y Financiero

Incluir los siguientes gastos de administración por vehículo y servicios básicos de la empresa.

Por Vehículo	Valor Anual	Valor Mensual
Permiso de operación & habilitación		
Revisión vehicular		
Gestión Administrativa		
Comunicación SAE		

Servicios Básicos	Valor Anual	Valor Mensual
Luz		
Agua		
Teléfono		
Internet		
Limpieza oficina		
Seguridad Alarmas		
Útiles de Oficina		
Medio de Pago		
Mantenimiento Oficinas		
Comunicaciones por radio		
Movilización Auxilios		
Arriendo y Mantenimiento Patio		
Operaciones		
Transporte de Valores		
Otros - Diversos		

8. Margen

8.1 Estructura de Capital

Perfil requerido: Coordinador Administrativo y Financiero

Para la financiación de flota y activos de la compañía, indicar cuál es o ha sido la estructura de capital empleada:

Estructura de Capital	
Capital	30,00%
Deuda	70,00%
Tasa de interés Efectiva Anual	10%
Plazo	10 años
Periodo de Gracia	1 años

8.2 Rentabilidad Esperada

Perfil requerido: Coordinador Administrativo y Financiero

¿Cuál es la tasa efectiva anual de rentabilidad esperada en la compañía?

10 Glosario

BRT: Abreviación del inglés *Bus Rapid Transit*, o Autobús de tránsito rápido, es un sistema de transporte masivo basado en autobuses. Un verdadero sistema de BRT en general, tiene un diseño especializado, servicios e infraestructura para mejorar la calidad del sistema y eliminar las causas típicas de demora.

Capital Expenditure (CAPEX): corresponde a los costos de capital.

Enclavamiento: dispositivo que permite controlar la circulación en una estación de ferrocarril. Es capaz de manejar las señales, los desvíos, los calces y las semibarreras. Además, impide el cambio de los elementos anteriores si la nueva posición se encuentra en una configuración incompatible con la de otro elemento.

Firmware: es un programa que es grabado en una memoria ROM y establece la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo. Se considera parte del hardware por estar integrado en la electrónica del dispositivo, pero también es software, pues proporciona la lógica y está programado por algún tipo de lenguaje de programación.

Modelo CAPM – Capital Asset Pricing Model: es un modelo utilizado para determinar la tasa de rentabilidad teóricamente requerida para un cierto activo, si éste es agregado a un portafolio adecuadamente diversificado y a través de estos datos obtener la rentabilidad y el riesgo de la cartera total. El modelo toma en cuenta la sensibilidad del activo al riesgo que no se puede diversificar (conocido también como riesgo del mercado o riesgo sistémico, representado por el símbolo de beta (β), así como también la rentabilidad esperada del mercado y la rentabilidad esperada de un activo teóricamente libre de riesgo [44].

Operating Expenditure (OPEX): corresponde a los costos operacionales.

Valor del tiempo: valor monetario de la utilidad marginal que recibe el usuario por el ahorro de una unidad del tiempo de viaje.

ZAT: Zona de análisis de transporte.

Bibliografía

- [1] Concejo Metropolitano de Quito, «Ordenanza Metropolitana N° 60 del 7 de mayo de 2015,» Concejo Metropolitano de Quito, Quito, 2015.
- [2] Agencia Nacional de Regulación y Control del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, «Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial,» Agencia Nacional de Regulación y Control del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, Quito, 2014.
- [3] Servicio de Rentas Internas, «SRI,» 1 diciembre 2011. [En línea]. Available: <http://www.sri.gob.ec/DocumentosAlfrescoPortlet/descargar/792b0cee-7694-4269-840a-f198e13edefa/Resumen+reforma+Noviembre+2011.pdf>. [Último acceso: 27 abril 2016].
- [4] Cámara de Comercio de Quito, «Boletín de Comercio Exterior N° 291 - Legislación sobre Importaciones,» Cámara de Comercio de Quito, Quito, 2010.
- [5] Congreso Nacional del Ecuador, «Registro Oficial N° 325 del lunes 14 de mayo de 2001 - Ley de Reforma Tributaria,» Congreso Nacional del Ecuador, Quito, 2001.
- [6] Asamblea Nacional República del Ecuador, «Registro Oficial Especial N° 411 martes 8 de diciembre de 2015 - Presupuesto General del Estado para el 2016,» Asamblea Nacional República del Ecuador, Quito, 2016.
- [7] Agencia Nacional de Regulación y Control de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, «Reglamento a la Ley de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial,» Agencia Nacional de Regulación y Control de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, 2012.
- [8] Concejo Metropolitano de Quito, «Ordenanza Metropolitana N° 92 del 23 de diciembre de 2015,» Concejo Metropolitano de Quito, Quito, 2015.
- [9] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, «Micrositio Plan de Renovación Vehicular,» Blogger, [En línea]. Available: <http://renovaec.blogspot.com.co>. [Último acceso: 23 06 2016].
- [10] Asamblea Constituyente, *Libro Tercero Del Tránsito y la Seguridad Vial. Título II Del Control. Capítulo II De los Vehículos*, Registro Oficial 398, 2014.
- [11] Servicio de Rentas Internas del Ecuador, «Pago de matrícula y proceso de matriculación - Servicio de Rentas Internas del Ecuador,» [En línea]. Available:

<http://www.sri.gob.ec/web/guest/pago-de-matricula-y-proceso-de-matriculacion>. [Último acceso: 06 2016].

- [12] Congreso Nacional, *Impuesto a los Vehículos*, Quito: Registro Oficial 325, 2001.
- [13] Congreso Nacional, *Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular*, Quito: Registro Oficial 583, 2011.
- [14] Presidencia de la República del Ecuador, *Impuesto a los Vehículos*, Registro Oficial 303, 2010.
- [15] Asamblea Constituyente, *Sistema Público para Pago de Accidentes de Tránsito*, Registro Oficial 398, 2014.
- [16] Metro de Madrid, «(EDM 11) Encuesta Domiciliaria De Movilidad,» Madrid, 2012.
- [17] Metro de Madrid, «Capítulo 14. Material Rodante - Estudio de Viabilidad Técnica.,» de *Estudio de Factibilidad Metro de Quito*, Madrid, 2010, pp. 3-7.
- [18] N. Cannizzaro, «todotrenes.com.ar,» 2007. [En línea]. Available: <http://www.todotrenesarg.com.ar/movilmetro.htm>. [Último acceso: 12 Julio 2016].
- [19] Metro de Madrid, «Capítulo 6. Espacio Urbano - Estudio de Viabilidad Técnica.,» de *Estudio de Factibilidad Metro de Quito*, Madrid, 2010, pp. 7-13.
- [20] Metro de Madrid, «Estudio Económico Financiero,» de *Factibilidad Metro de Quito*, Madrid, 2010.
- [21] RATP, «Informe Quito Metro Línea 1,» París, 2015.
- [22] Consorcio Geodaia-Esan-Serconsult, «Estudio de Preinversión a Nivel de Factibilidad de la Línea 2 y Tramo de la Línea 4 del Metro de Lima,» Lima, 2013.
- [23] Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, «Tasas de aportación,» [En línea]. Available: <https://www.iess.gob.ec/documents/13718/54965/Tasasdeaportacion.pdf>. [Último acceso: 30 Junio 2016].
- [24] Federal Transit Administration, «transit.dot.gov,» [En línea]. Available: <https://www.transit.dot.gov/>. [Último acceso: 15 Julio 2016].
- [25] EPMMQ, «Notas sobre el sistema de señalización Metro de Quito,» 07, 20, 2016.

- [26] UITP, «Observatory of Automated Metros,» 2013. [En línea]. Available: <http://metroautomation.org/automation-essentials/>. [Último acceso: 12 07 2016].
- [27] Agencia de Regulación y Control de Electricidad - ARCONEL, «Pliego Tarifario para las Empresas Eléctricas,» Quito, 2016.
- [28] Metro de Quito, «Estructura Orgánica Funcional,» [En línea]. Available: http://www.metrodequito.gob.ec/web/pdfs/1_ESTRUCTURA_ORGANICA_FUNCIONAL.pdf. [Último acceso: 15 Julio 2016].
- [29] CERTU, STRMTG, «Cableways As Urban Public Transport Systems,» Paris, 2015.
- [30] CBS Ingeniería, «Teleférico Quito, Estudio de Factibilidad Técnica,» Quito, 2014.
- [31] DCSA Ingénieur Conseil, «Estudio Preliminar Para La Implementación De Tres Líneas De Transporte Por Cable En Barrios Altos Del Distrito Metropolitano de Quito,» Grenoble, 2015.
- [32] INECO, «Estudio de Viabilidad Preliminar del Proyecto del Sistema de Transporte por Cable de Quito,» Madrid, 2015.
- [33] Pontificia Universidad Católica de Ecuador, «Estudio de Demanda del Sistema de Transporte por Cable del DMQ,» Quito, 2016.
- [34] EPMMOP, «Informe de demanda de viajes en el subsistema de transporte público Quitocables, Línea 1 Roldós - Ofelia,» Quito.
- [35] Doppelmayr, «Products-References-10-MGD Línea Roja,» [En línea]. Available: <https://www.doppelmayr.com/en/products/references/10-mgd-linea-roja/>. [Último acceso: 30 Junio 2016].
- [36] Alcaldía de Cali, «Alcalde recorrió obras de instalación de pilonas del Mio Cable,» 20 Agosto 2014. [En línea]. Available: <http://www.cali.gov.co/publicaciones.php?id=104775&dPrint=1>. [Último acceso: 15 Julio 2016].
- [37] Escuela Politécnica Nacional, «Estudios Complementarios Para El Detalle De Ingeniería De La Línea Roldós - Ofelia,» Quito, 2016.
- [38] Secretaría de Movilidad de Quito, Planificación TP: DOM-Secretaría de Movilidad 2016, Quito, 2016.

- [39] Metro de Medellín Ltda., «Ejemplo de Intermodalidad: Sistema de transporte por cable aéreo integrado al Metro de Medellín,» Noviembre 2004. [En línea]. [Último acceso: 30 06 2016].
- [40] Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, «Pliego Tarifario EPMAPS,» Junio 2015. [En línea]. Available: http://www.aguaquito.gob.ec/sites/default/files/documentos/pliego_tarifario_epmaps.pdf. [Último acceso: 15 Julio 2016].
- [41] Deloitte - Taryet, Metrobús Q: Estudio de Opciones de Reestructuración de los Corredores de BRT y Soporte a su Implementación, Quito, 2016.
- [42] Wikipedia, «Washington Metro rolling stock,» [En línea]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Washington_Metro_rolling_stock. [Último acceso: 15 Julio 2016].
- [43] Boston Transit eMuseum, «www.transithistory.org,» [En línea]. Available: <http://www.transithistory.org/roster/>. [Último acceso: 15 Julio 2016].
- [44] E. Financiera, «Enciclopedia Financiera,» [En línea]. Available: <http://www.encyclopediainanciera.com/gestioncarteras/capm.htm>. [Último acceso: 18 08 2016].
- [45] Empresa Publica Metropolitana de Transporte de Pasajeros, «www.trolebus.gob.ec,» Junio 2016. [En línea]. Available: http://www.trolebus.gob.ec/web/index.php?option=com_content&view=article&id=73&Itemid=477. [Último acceso: 22 Junio 2016].
- [46] Consejo Metropolitano de Quito, «Ordenanza Metropolitana N° 60 del 7 de mayo de 2015,» Consejo Metropolitano de Quito, Quito, 2015.
- [47] Congreso Nacional del Ecuador, «Registro Oficial N° 325 del lunes 14 de mayo de 2001 - Ley de Reforma Tributaria,» CONgreso Nacional del Ecuador, Quito, 2001.
- [48] Transport Research Board, «Transit Capacity and Service Manual».
- [49] J. Klein, «A method for calculatin spare trains,» *TRB*, 2002.
- [50] Metro de Madrid, «Capítulo 16. Aparatos de vía - Estudio de Viabilidad Técnica.,» de *Estudio de Factibilidad Metro de Quito*, Madrid, 2010, pp. 3-6.

- [51] Metro de Madrid, «Capítulo 9. Estaciones: Definición Geométrica y Tipologías - Estudio de Viabilidad Técnica.,» de *Estudio de Factibilidad Metro de Quito*, Madrid, 2010, pp. 3-45.
- [52] Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburra, «Contratación del servicio de aseo de los vehículos ferroviarios, buses y telecabinas,» [En línea]. Available: <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=13-4-2131968>. [Último acceso: Septiembre 2013].

Historial de envíos

N° Envío	Fecha	Detalles
1	22 de Julio de 2016	Primera entrega
2	12 de Agosto de 2016	Segunda entrega
3	17 de Agosto de 2016	Tercera entrega
4	19 de Agosto de 2016	Cuarta entrega
5	17 de Enero de 2017	Quinta entrega