

**ECUADOR**

**REFORMULACIÓN SISTEMA METROPOLITANO DE TRANSPORTE URBANO DE  
QUITO PRIMERA LÍNEA DE METRO DE QUITO**

**(EC-L1111)**

**PLAN DE MONITOREO Y EVALUACIÓN**

Este documento ha sido preparado por el equipo de proyecto integrado por: Carlos Mojica (INE/TSP), Jefe de Equipo; Jean Pol Armijos (TSP/CEC), Jefe Alternativo de Equipo; Ana María Pinto, Manuel Pastor y Lauramaría Pedraza (INE/TSP); Andrés Pereyra (TSP/CUR); Juan Carlos Dugand, y Gumersindo Velásquez FMP/CEC); José Luis de la Bastida, y Elsa Chang (VPS/ESG); María Fernanda Proano (VPC/CEC); Javier Jiménez, y Liza Lutz (LEG/SGO) .

## I. INTRODUCCIÓN

**Estructura de la ciudad:** El Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) –primer asentamiento urbano de la República del Ecuador – posee una extensión territorial de 423.000 hectáreas de las cuales 18.860 ha (4.4%) corresponden a la ciudad de Quito. La población actual del DMQ es de 2,4 millones (M) de habitantes distribuidos en 8 macro-zonas, fraccionadas en 32 parroquias urbanas y 33 suburbanas. La ciudad de Quito como capital de la República y principal centro político administrativo y educativo del país, congrega a una población cercana a los 1,7 M de habitantes.

**Desarrollo Urbano:** El desarrollo urbano de la ciudad de Quito es longitudinal en sentido Norte-Sur y atraviesa a un Centro Histórico caracterizado por una alta concentración de actividades económicas y financieras, que atraen alrededor del 47% de los viajes motorizados de todo el DMQ. Por fuera del Centro Histórico, el modelo de ocupación territorial se caracteriza por menores densidades residenciales, una distribución no alineada con los equipamientos o servicios urbanos – que siguen concentrados en el centro– y la aceleración del proceso de conurbación en la periferia impactando negativamente la dinámica de movilidad y creando como resultado un aumento de las necesidades de desplazamientos con un sesgo hacia el automóvil

**Transporte privado.** La motorización en Quito ha venido creciendo de manera significativa. El parque automotor se multiplicó 2,3 veces en los últimos 8 años pasando de 175.000 vehículos en 2002 a 405.300 en 2009<sup>1</sup>, que se traduce en una tasa de motorización cercana a 200 veh/1000 hab. Esto es el resultado de los patrones de desarrollo de en la ciudad, el desarrollo económico reciente junto con los efectos de la dolarización y la reducción en los costos de vehículos privados.

**Transporte Público de Quito:** El transporte público de Quito, se subdivide en dos sistemas a saber: i) Sistema Metrobús-Q<sup>2</sup> (sistema de transporte masivo con buses y trolebuses articulados), el cual transporta 26% de los viajes en transporte público y ii) Sistema de Transporte Público Convencional<sup>3</sup> (sistema tradicional de buses, microbuses y busetas), el cual transporta el 74% restante. El servicio presenta una diversidad de problemas que afectan ciertos parámetros de servicio como son la velocidad de operación y los tiempos de viaje. En el caso del Sistema Metrobus-Q, la problemática principal es que los corredores ya se encuentran a capacidad. Se resalta la situación del Corredor Central Trolebús, totalmente saturado, que maneja una demanda diaria alrededor de los 248.000 viajes/día, con una velocidad comercial de 13,5 km/h y un nivel de servicio/confort<sup>4</sup> que en hora pico supera los 7 pax/m<sup>2</sup>. En el caso del Sistema de Transporte Público Convencional, presenta limitaciones operacionales como son la sobreoferta, la baja confiabilidad, la ausencia de paraderos definidos, vehículos inadecuados, bajo nivel de mantenimiento, tasas elevadas de accidentalidad y contaminación y falta de incentivos para que los operadores presten un buen servicio.

Con respecto a las alternativas para aumentar la oferta de transporte, la Municipalidad de Quito tiene dos limitaciones físicas que obligan al soterramiento de nueva infraestructura de transporte que conecte el norte y el sur. (i) Los corredores viales por donde transita el sistema Metrobús-Q son angostos y ya están altamente urbanizados. La ampliación de la capacidad de estas vías no se

---

<sup>1</sup> Metro de Quito. Informe de Análisis de la Situación actual.

<sup>2</sup> El sistema Metrobús-Q comprende servicios troncales, alimentadores, transversales y vecinales sobre 4 corredores parcialmente segregados bajo una estructura tarifaria semi-integrada bajo la cual operan 770 vehículos (trolebuses, buses articulados, convencionales y alimentadoras, distribuidos en 44 rutas)

<sup>3</sup> El sistema de transporte convencional operado por buses de amplia cobertura, que cubren alrededor de 186 rutas, a través de 2,800 vehículos y un total de 60 operadores.

<sup>4</sup> Convencionalmente los niveles de ocupación máxima en los sistemas masivos de BRT son de 6 pax/m<sup>2</sup> como valor referencial de diseño.

encuentra en los planes dado que ello implicaría un alto impacto urbano; (ii) El cruce del centro histórico constituye un obstáculo para los viajes entre el norte y el sur de Quito pues existe un único túnel que comunica un extremo con el otro. Sin embargo este túnel no puede ser ampliado para permitir el paso de buses de alta capacidad y se ha convertido en un cuello de botella para la ampliación de la oferta de transporte público.

**Distribución de la demanda de Transporte en la ciudad de Quito:** En la actualidad se realizan diariamente 4.06 millones de viajes en modos motorizados; de estos 955.000 viajes (24%) se realizan en automóvil particular (incluyendo taxis) y 3.105.000 viajes (76%) en el sistema de transporte público. De los viajes totales en transporte público 2.300.000 viajes se realizan en el sistema convencional y 800.000 viajes en el sistema masivo Metrobus-Q. Si bien estas cifras revelan una matriz modal favorable para el transporte público, el sistema presenta niveles de saturación que van en detrimento de la calidad del servicio al usuario, imposibilitando la atracción y movilización de viajeros adicionales, y generando una mayor demanda de transporte en taxi o en vehículos privados, modos donde los niveles de congestión ya son evidentes.

**El Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM).** Dada la situación de movilidad de la ciudad, la Secretaria de Movilidad del DMQ propuso la implementación de un plan integral para modificar el modelo de expansión territorial vigente y lograr una mejor organización de las actividades urbanas a partir de intervenciones en el sistema de transporte. Para ello planteó el diseño y la implementación del SITM, para atender los problemas de capacidad y de tiempos elevados de viaje<sup>5</sup>. El SITM tiene las siguientes características: (i) Ampliación de la oferta de transporte público a partir de la construcción de una línea de Metro; (ii) Integración tarifaria y operacional de todos los servicios de buses (Metrobús-Q y Convencional) con la futura línea de Metro; (iii) Definición de un esquema institucional adecuado para el nuevo modelo de movilidad. Se espera que los principales beneficios del modelo propuesto, sean la reducción de los tiempos de viaje y de costos operativos y la disminución de emisiones contaminantes. En el largo plazo está previsto que el SITM contribuya a una reducción en el crecimiento del tránsito automotor y de la dispersión urbana.

**Primera línea del Metro de Quito (PLMQ):** Para encargarse de la concepción y desarrollo del proyecto de la PLMQ, el Distrito Metropolitano de Quito creó la Empresa Pública Metropolitana del Metro de Quito EPMQ<sup>6</sup>, como parte de la reestructuración del sector y de la transferencia de funciones diversas a los Municipios. El equipo de la EPMQ viene trabajando desde mediados del 2010 con la asesoría del Consorcio de Madrid (CM) en el desarrollo de los diseños de detalle, especificaciones técnicas, estudios de factibilidad económica y financiera, el análisis de impacto ambiental y social, y en la estructuración de un esquema de financiamiento. Este trabajo fue complementado por estudios adicionales de demanda, geológicos, sísmicos hidráulicos, arqueológicos, y sociales contratados por la EPMQ, permitiendo concluir el diseño final de detalle de la PLMQ.

**Características de la PLMQ:** La PLMQ será un sistema de transporte público rápido y eficiente, con una longitud de 23km. Contará con 16 estaciones<sup>7</sup> y su trazado será totalmente subterráneo. El trazado previsto para la PLMQ conecta los principales centros de atracción de viajes de la ciudad, como son La Y donde confluye simultáneamente la línea del trole (inicio de la línea) así como el corredor central del BRT, el Banco Central en donde confluyen los tres grandes sistemas de transporte de Quito (Trole, Ecovía y Corredor central-norte), el Centro Histórico, mayor nodo generador y atractor de viajes con motivo trabajo y estudio, y Rodrigo Chávez, El Recreo y Morán

---

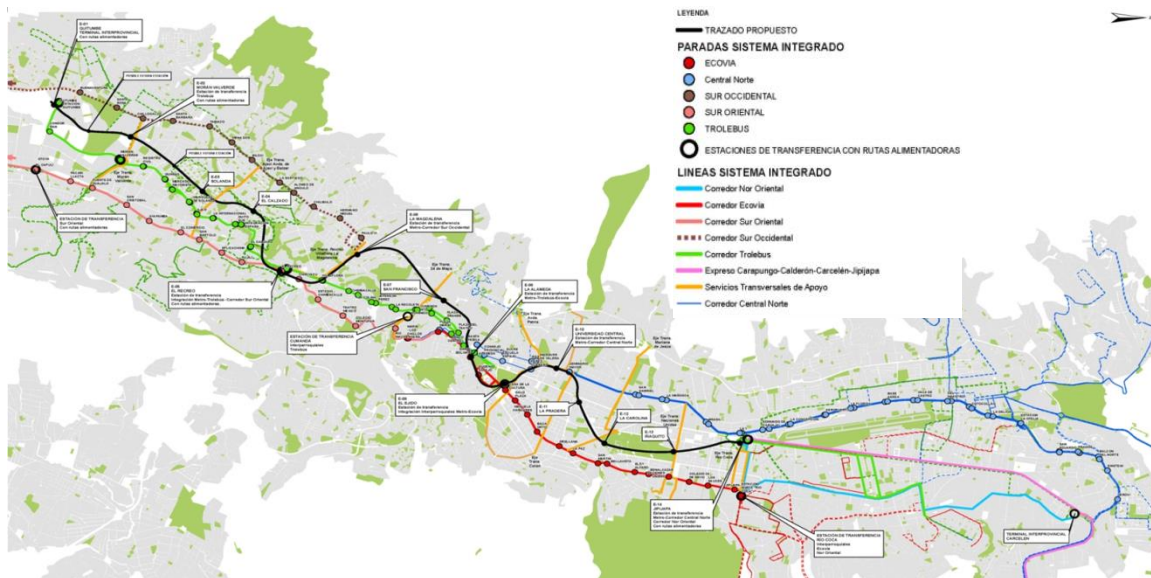
<sup>5</sup> 93% de los usuarios del área urbana de Quito se encontrarán a menos de 400 metros de una parada del SITM

<sup>6</sup> La EPMQ, creada en mayo de 2012, fue precedida por la Unidad de Negocios del Metro de Quito, que funcionó desde mayo del 2010.

<sup>7</sup> Incluyendo la cochera-taller de Quitumbe.

Valverde caracterizadas por su alta densidad residencial. El Metro permitirá una conexión entre los dos extremos de la ciudad en un tiempo estimado de 33 min lo que inducirá nuevos patrones de movilidad. La distancia entre estaciones oscila entre los 500 m. y los 1.500 m. y operará con velocidades comerciales cercanas a los 40 km/h.

**Figura 1 Trazado de la Primera Línea de Metro de Quito**



El material rodante estará compuesto inicialmente por 18 formaciones de 6 coches de los cuales 4 son coche motor, con capacidad para 1.270 viajeros (a un nivel de servicio de 6 pax/m<sup>2</sup>), velocidad máxima de 100 km/h y ancho de vía de 1.435 M. En cuanto a instalaciones, la PLMQ contará con un sistema de señalización ATC- Automatic Train Control) que garantizará el control de la red ferroviaria, permitiendo el seguimiento a los itinerarios y la ubicación en tiempo real de los vehículos a lo largo del sistema.

En términos de demanda y como resultado de un escenario de crecimiento poblacional medio, se estimó que para una entrada en operación de la PLMQ en 2016, se movilizarían alrededor de 360.000 pasajeros por día de los cuales 310.000 (87%) provendrían del sistema de transporte público, 36.000 (10%) del transporte privado y se inducirían alrededor de 10.000 viajes/día (3%) al existir un sistema, más confiable y eficiente. Estas estimaciones suponen la integración tarifaria, física y operacional del Sistema Integrado de Transporte Masivo. El tramo más cargado de la primera línea de metro movilizaría 18.500 pax/hora, cifra que, estimó que tras cuatro años de funcionamiento de la PLMQ llegaría a los 23.000 pax/h ([ver estudio de Demanda](#)).

Para la ejecución de la obra civil, el proyecto ha sido dividido en dos etapas. La primera, en fase de licitación, comprende la construcción de dos estaciones de transferencia: La Magdalena y El Labrador, cuyo costo será cubierto con recursos propios del DMQ. La segunda etapa lo constituye el resto del proyecto de la PLMQ. Por el tipo de terreno de la ciudad de Quito los métodos constructivos para el túnel serán: (i) máquinas tuneladoras, que brindan mayor rendimiento constructivo; (ii) método tradicional, para las áreas más sensibles del centro; y (iii) cut & cover en tramos menos profundos, al sur de la ciudad. Las interferencias con el espacio actual construido se

limitarán a la construcción de las estaciones a cielo abierto y a un tramo corto de túnel al sur de la ciudad.

**Gestión del SITM y la PLMQ:** En la actualidad, el órgano del DMQ a cargo la dirección, planificación, gestión y evaluación en temas de tránsito y transporte es la Secretaría de Movilidad. La nueva constitución del Ecuador transfirió la gestión del transporte a los municipios y como tal, la Secretaría de Movilidad, creada bajo la actual administración está en proceso de reestructurar al sector ([Link](#)). La nueva estructura que se está consolidando, tal como lo muestra el organigrama. La Autoridad Metropolitana de Transporte Público (AMTP) controlará los contratos de concesión o permisos de operación de las empresas de transporte, así como la caja única de recaudo cuando ésta exista. La gestión del transporte público se concentrará en tres Empresas Públicas Metropolitanas, una de las cuales es la recién creada EPMQ, encargada de llevar a cabo el desarrollo del proyecto del Metro y de su operación a futuro.

**Estructura Tarifaria:** El sistema de tarifas en Ecuador es prestablecido legalmente por la Nación. En el caso del DMQ las tarifas han estado congeladas por 10 años, razón por la cual, los costos operativos del sistema se cubren parcialmente mediante un subsidio mensual del Gobierno Nacional a cada bus. La tarifa vigente para el transporte público es de \$US0,25 por trayecto.

En la actualidad los sistemas que conforman el transporte público tienen un nivel bajo<sup>8</sup> de integración tarifaria. La PLMQ, en el contexto del SITM, supondrán un cambio en éste sentido e introducirán un aumento en el valor de la tarifa previsto de la siguiente manera: (i) la tarifa para los servicios mono-operador será de US\$0,45 por pasajero transportado; y (ii) la tarifa multi-operador (viajes con uno o más trasbordos dentro del SITM) será de US\$0,70. Esta estructura tarifaria requerirá el funcionamiento de un medio de pago único y un sistema de recolección y distribución de recaudo entre los diferentes operadores.

**Tabla 1**  
**Estructura Tarifaria SITM**

La tarifa debe permitir la sostenibilidad del sistema. La propuesta para el 2016 es la siguiente			
Tarifa multioperador	Tarifa centro monooperador	Tarifa periferia monooperador	Tarifa media para la línea 1 de Metro
0,70	0,45	0,30	0,40

El BID aprobó US\$200 millones para el financiamiento del proyecto. Este préstamo se dividió en dos operaciones idénticas por US\$100 millones cada una (EC-L1111 y EC-L1124), aprobadas en diciembre de 2012 y enero de 2013. Más allá de la financiación, el BID es líder y coordinador del grupo de financiadores que incluye al Banco Mundial (BM), el Banco Europeo de Inversiones (BEI) y la Corporación Andina de Fomento (CAF)

El proyecto requiere financiación adicional para sustituir fuentes de financiación que no se materializaron. Actualmente el presupuesto del proyecto es US\$2010 millones, de los cuales hay US\$630 millones con fuentes pendientes por gestionar. Para cubrir esta brecha, el Gobierno de Ecuador (GdE) solicitó S\$ 250 millones al BID y está gestionando créditos adicionales con el Banco Mundial (BM), la Corporación Andina de Fomento (CAF) y el Fondo para la Internacionalización de la Empresa (FIEM) .

---

<sup>8</sup> Únicamente el sistema masivo actúa bajo un esquema de integración.

El objetivo de este Programa es mejorar la movilidad urbana en la ciudad de Quito atendiendo la creciente demanda de transporte público. La Primera Línea del Metro de Quito (PLMQ), reducirá los tiempos de viaje, disminuirá los costos operacionales del servicio de transporte, mejorará la conectividad, seguridad y el confort del actual sistema y reducirá las emisiones de contaminantes y Gases de Efecto Invernadero. El Programa se estructura en 3 componentes principales: i) Obra Civil, Instalaciones y Expropiaciones (USD\$1.266,4 millones); 2) Material Móvil (USD\$188 millones), y 3) Asistencia Técnica (USD\$45,6 millones).

La evaluación busca responder a los interrogantes sobre si el Programa, mediante la construcción y puesta en operación de la Primera Línea de Metro en la Ciudad de Quito, Ecuador, ha logrado: i) reducir los tiempo de viaje para los usuarios del Metro, ii) reducir los costos de operación de la flota vehicular, y iii) reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Para el monitoreo y la evaluación de los resultados esperados del programa se utilizarán metodologías Antes y Después, así como un Análisis Costo-Beneficio Ex post. La evaluación se basa principalmente en la Encuesta de Movilidad (EDM) y en la Encuesta de Satisfacción de Usuarios de la primera línea de Metro en Quito.

En la coordinación e implementación del monitoreo y la evaluación del Programa intervienen la EPMQ, así como los especialistas del BID tanto de la Sede como de la Oficina de País. Se podrá contratar el apoyo técnico de especialistas externos para llevar a cabo la evaluación del proyecto, principalmente en lo relacionado con la Encuesta de Movilidad y la Encuesta de Satisfacción de Usuarios.

Para la elaboración de este plan de monitoreo y evaluación, el Equipo de Proyecto contó con la colaboración de Catalina Rivera (EPMQ), Jorge Sánchez Robert (EPMQ) y Germán Ospina (Consultor).

## II. MONITOREO

### 2.1 Indicadores

A continuación se presentan los indicadores definidos para el monitoreo del avance en la implementación de los principales productos del Sistema de Transporte Metropolitano de Quito (EC-L1111).

**Tabla 2**  
**Sistema de Transporte Metropolitano de Quito**  
**Indicadores de Producto por Componente**

Indicadores por Componente	Definiciones	Frecuencia de Medición	Medios de Verificación
<b>Componente 1: Obra Civil, Instalaciones y Expropiaciones</b>			
Construcción de obra subterránea (km de túnel construido con estructura)	Implica toda la estructura de concreto.	Anual	Informe de Fiscalización EPMMQ
Construcción de estaciones de abordaje (número de estaciones construidas)	Estación construida se define como obra gris (obra civil) finalizada sin incluir ni elementos arquitectónicos ni instalaciones.	Anual	Informe de Fiscalización EPMMQ
Construcción de cocheras (número de cocheras construidas)	La cochera-taller estará localizada en la estación de Quitumbe.	Anual	Informe de Fiscalización EPMMQ
Instalaciones terminadas	Significa que la totalidad las estaciones del proyecto cuentan con todas las instalaciones necesarias para el correcto funcionamiento de la Línea: (i) distribución de energía, (ii) electrificación, (iii) sistema de control y venta de tickets, (iv) escaleras mecánicas y ascensores, (v) sistema de protección contra incendios, (vi) ventilación, (vii) comunicaciones y radio telefonía, (viii) control de estaciones, y (ix) puesto de control central. También comprende la totalidad de las instalaciones en túnel incluyendo: (i) señalización ferroviaria, (ii) subestaciones eléctricas, (iii) distribución de energía, (iv) electrificación, (v) sistema de protección contra incendios, (vi) ventilación, y (vii) comunicaciones y radio telefonía	Anual	Informe de Fiscalización EPMMQ
<b>Componente 2: Material Móvil</b>			
Entrega de trenes (número de trenes entregados)	18 unidades de 6 coches, de los cuales 4 son coche motor con capacidad para 1.270 viajeros.	Anual	Informe de Inspección de la Verificadora Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito
<b>Componente 3: Asistencia Técnica</b>			
Informes Semestrales de resultados de la Gerencia de Proyecto (número de informes de la gerencia de proyectos aprobados por la EPMMQ)	-	Trimestral	Acta Entrega-Recepción Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito
Informes Mensuales de Fiscalización (número de informes de resultados de fiscalización aprobados por la EPMMQ)	-	Mensual	Acta Entrega-Recepción Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito
Informes de resultados de Fiscalización Material rodante (número de informes de resultados de fiscalización aprobados por la EPMMQ)	-	Mensual	Acta Entrega-Recepción Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito

## 2.2 Instrumentos para el Monitoreo de los Indicadores y Recopilación de Datos

El ejecutor del Programa es la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito (EPMMQ). La EPMMQ, a través de la Unidad Ejecutora del Programa (UEP), es la responsable de la coordinación técnica, administrativa y financiera de la ejecución del proyecto “Sistema de Transporte Metropolitano de Quito”.

La UEP realizará, entre otras, las siguientes actividades para la planeación del Programa:

- i) **Plan Operativo Anual (POA).** El POA consolida todas las actividades que serán desarrolladas durante determinado período de ejecución, por producto y cuenta con un cronograma físico financiero. La UEP presentará semestralmente, como parte integral de los informes semestrales de seguimiento, el POA y el Plan de Ejecución de Proyecto (PEP) para los siguientes dos semestres, incluyendo las actividades, cronogramas y presupuestos estimados para los proyectos financiados el año consecutivo anterior y aquellos propuestos para el año siguiente. El POA y PEP finales del primer año serán incluidos en el informe inicial de la operación. El POA y el PEP incluirán, como mínimo, la siguiente información: i) estado de ejecución del Programa, discriminado por componentes; ii) el plan de adquisiciones de obras, bienes y servicios, así como el plan de adquisiciones de servicios de consultoría incluyendo presupuesto y proyecciones de desembolsos; iii) avance en el cumplimiento de las metas y resultados del Programa; iv) avance en el cumplimiento de los indicadores de producto para cada componente del Programa, de acuerdo a la Matriz de Resultados del Programa y el cronograma de su implementación; v) problemas presentados; y vi) soluciones implementadas.
- ii) **Plan de Ejecución de Proyectos (PEP).** El PEP establece el calendario de los desembolsos (número y monto de los desembolsos) en función de los indicadores de desempeño, ya incluidos en la matriz de resultado, y el tiempo de ejecución del proyecto.
- iii) **Plan de Adquisiciones (PA).** Este instrumento tiene por finalidad presentar al Banco y hacer público el detalle de todas las adquisiciones y contrataciones que serán efectuadas en un determinado periodo de ejecución del Programa. El PA informa sobre las adquisiciones y contratos que se ejecutaran de conformidad con las Políticas para Adquisiciones de bienes y obras financiadas por el Banco” (GN-2349-9) y las “Políticas para a Selección y contratación de consultorías financiadas por el Banco (GN-2350-9) de conformidad con lo establecido en el Contrato de Préstamo. El PA debe ser presentado junto con el POA, como parte integral de los informes semestrales de seguimiento, para consideración del Banco, y debe ser actualizado anualmente o cuando sea necesario, durante todo el período de ejecución del Programa.

En cuanto al monitoreo del Programa, los principales medios de verificación corresponden a **documentos administrativos y contractuales** de la EPMMQ, a saber: i) Actas de Entrega-Recepción de Obras y de Informes de Resultados de la Gerencia de Proyecto y de Fiscalización. Otros documentos administrativos y contractuales de la Unidad Ejecutora que podrían utilizarse para el seguimiento de los productos del Programa son: i) Informes Finales de Servicios de Consultoría; ii) Contratos de Locación de Servicios; iii) Contratos de Compras de Bienes, iv) Clausula contractuales; v) Informes Finales de Auditoria, e vi) Informes de Evaluación. En todos los casos, los instrumentos no requieren de un diseño especial y estarán disponibles al momento de realizar las actividades de monitoreo.

Asimismo, el Banco, a través del Equipo de Proyecto, realizará **Visitas de Inspección** con la finalidad de monitorear las actividades del Programa. También se apoyará en Misiones de Administración con el objetivo de analizar los avances del Programa y tratar temas específicos identificados. Finalmente, durante la ejecución, la UEP presentará anualmente al Banco los estados financieros del Programa



para la realización de la **Auditoría Financiera** correspondiente, en los términos establecidos en las Condiciones Generales del Contrato de Préstamo.

### 2.3 Presentación de Informes

Durante la ejecución del programa se prevé la entrega de **Informes Semestrales** para conocer el avance de las obras y otros productos previstos. Dichos informes serán elaborados por la UEP y entregados a la División de Transporte del BID, a través del Jefe de Equipo BID, a más tardar 30 días posteriores al cierre del periodo.

Este informe tiene por finalidad presentar al Banco los resultados alcanzados en la ejecución del POA y PA, así como informar sobre el estado de ejecución de los contratos y programa de inversiones del Programa. La UEP deberá presentar al Banco informes de avance semestrales, indicando los avances logrados en cada uno de los componentes y en el desempeño global del Programa, en base a los indicadores acordados bajo la Matriz de Resultados. Los informes semestrales deberán incluir, como mínimo: i) cumplimiento de las condiciones contractuales; ii) descripción e información general sobre las actividades realizadas; iii) progreso en relación con los indicadores de ejecución y calendario de desembolsos convenido y cronogramas actualizados de ejecución física y desembolsos; iv) resumen de la situación financiera del Programa, incluyendo el parí passu del mismo; vi) descripción de los procesos de licitación llevados a cabo; vii) evaluación de las firmas contratistas; viii) una sección sobre la gestión socioambiental del Programa, incluyendo cronogramas, resultados y medidas implementadas para dar cumplimiento al IGAS; ix) un programa de actividades y plan de ejecución detallados para los dos semestres siguientes -POA; x) flujo de fondos estimado para los siguientes dos semestres -PEP; xi) una sección identificando posibles desarrollos o eventos que pudieran poner en riesgo la ejecución del Programa; y xii) el Plan de Adquisiciones.

Los informes deberán incluir toda la información que sea relevante para reconocer el avance en la medición de los indicadores e identificar necesidades de mejora en el proceso de recolección de información, procesamiento, análisis y reporte de datos. Asimismo, la Unidad Ejecutora presentará al BID un **Informe Anual de Monitoreo de Progreso** al finalizar cada año calendario con la información del periodo transcurrido. Este informe será presentado dentro de los 60 días de finalizado cada semestre. Finalmente, el Banco presentará el **Informe de Revisión del Préstamo (LRR)**, a los 18 meses después de iniciada la ejecución del Programa, y será elaborado en base a los informes semestrales de avance y el Marco de Resultados.

### 2.4 Coordinación, Plan de Trabajo y Presupuesto del Monitoreo

La UEP es la responsable, entre otras, de las siguientes actividades, 1 ) la planificación de la ejecución del préstamo; 2) la preparación y actualización de los informes semestrales de seguimiento, los que incluirán las actualizaciones de los POA, PEP y planes de adquisiciones en conformidad con las Políticas de Adquisición y Contratación del Banco; 3) el acompañamiento y monitoreo del avance de contratos, incluyendo el apoyo en los procesos de contrataciones, la formulación de los informes de acompañamiento y análisis, y la preparación y tramitación de los pagos correspondientes; 4) la supervisión de obras, proyectos y otros servicios (visita a obras, orientación y revisión de los proyectos finales de ingeniería; control de calidad); 5) la supervisión ambiental de la implementación del proyecto; 6) la recolección de datos y el seguimiento de los indicadores de productos, resultados e impactos incluidos en la Matriz de Resultados del proyecto, 7) el reporte de avances del proyecto, y 8) mantener de forma accesible y actualizada, la información relevante sobre la ejecución y el monitoreo de las actividades del proyecto y sus recursos.

Por su parte el BID, a través del Jefe y Equipo de Proyecto es responsable de coordinar y asegurar que el plan de monitoreo se cumple con la calidad técnica y el tiempo establecidos. Para ello, llevará a cabo reuniones periódicas con los responsables de la ejecución de este plan y de ser necesario solicitará informes o presentaciones de resultados extraordinarias.

Los resultados de los indicadores al final de la ejecución de la operación deberán ser incluidos en el Informe de Terminación de Proyecto (PCR, por sus siglas en Inglés) del cual la Oficina de País es responsable de su elaboración, con el apoyo de los especialistas de la Sede y de otros especialistas que hayan intervenido en el diseño, ejecución y evaluación de las obras financiadas.

**TABLA 3**  
**SISTEMA DE TRANSPORTE METROPOLITANO DE QUITO**  
**MONITOREO -PLAN DE TRABAJO**

Principales actividades de seguimiento/Productos por actividad	Año 2018				Año 2019				Año 2020				Año 2021				Responsable	Costo (USD\$)	Financiamiento
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV			
<b>I. Indicadores de Obra Civil, Instalaciones y Expropiaciones</b>																			
Recopilación de información																	Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito (EPMQ)	5,850.00	Recursos EPMMQ
▪ Kilómetros de Túnel Construidos con Estructura																			
▪ Número de Estaciones Construidas																			
▪ Número de Cocheras Construidas				X				X				X				X			
▪ Número de Estaciones con Instalaciones Acabadas																			
▪ Km de Túnel con Instalaciones Acabadas																			
<b>II. Indicadores de Material Móvil</b>																			
Recopilación de Información																	Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito (EPMQ)	585.00	Recursos EPMMQ
▪ Número de Trenes Entregados				X				X				X				X			
<b>III. Indicadores de Asistencia Técnica</b>																			
Recopilación de información																	Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito (EPMQ)	1,950.00	Recursos EPMMQ
▪ Número de Informes trimestral de Resultados de la Gerencia de Proyecto Aprobados por la EPMMQ	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
▪ Número de Informes mensual de Resultados de Fiscalización Aprobados por la EPMMQ -	X	X	X	X	X	X													
<b>IV. Procesamiento y Análisis de información</b>				X				X				X				X	Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito (EPMQ)	3,120.00	Recursos EPMMQ
<b>V. Informe de Monitoreo de Progreso (PMR)</b>																X	Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito (EPMQ)	3,120.00	Recursos EPMMQ
<b>VI. Informe Final de Monitoreo del Programa</b>																X	Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito (EPMQ)	1,950.00	Recursos EPMMQ
<b>Costos:</b>																		<b>US\$ 18,525.00</b>	

### III. EVALUACIÓN

#### 3.1 Principales Preguntas de Evaluación

La evaluación del Sistema de Transporte Metropolitano de Quito busca responder a los interrogantes sobre si el Programa, mediante la construcción y puesta en operación de la Primera Línea de Metro en la Ciudad de Quito, Ecuador, ha logrado: i) reducir los tiempo de viaje para los usuarios del transporte público; ii) reducir los costos de operación de la flota vehicular, y iii) reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

#### 3.2 Conocimiento Existente sobre la Efectividad de Intervenciones Similares al “Sistema de Transporte Metropolitano de Quito”

##### A. Análisis Inicial Costo Beneficio Ex-Ante del Sistema de Transporte Metropolitano de Quito

Para la elaboración del Estudio de Viabilidad Socio-Económica de la Primera Línea de Metro Quito<sup>9</sup> se realizó un Análisis Costo-Beneficio tradicional (ACB) el cual se enmarca dentro de la operación EC-L1111 . En la primera etapa de éste se consideraron los beneficios y costos del proyecto cuantificables monetariamente, aunque fuera de forma indirecta, mediante la técnica de precios sombra. El análisis comienza con la definición de la situación base o sin proyecto. Aunado a la descripción del contexto actual, se incluye una proyección de lo que se daría en ausencia del proyecto, entre otros, el crecimiento esperable del tráfico en vehículo particular, lo que conduciría a un empeoramiento de la congestión en el transporte urbano en la ciudad de Quito, así como a mayores niveles de contaminación.

La siguiente etapa del análisis consistió en la modelización del escenario con proyecto, que adopta parámetros diferentes para cada una de las alternativas estudiadas.<sup>10</sup> El primer trazado considerado para la primera línea de Metro de Quito va de Norte a Sur, desde La Ofelia hasta Quitumbe. Se consideraron dos posibles alternativas para el proyecto:

**Alternativa 1:** Trazado de 28 km (La Ofelia-Quitumbe) construido en dos fases (22 km y 6 km respectivamente) separadas 5 años en el tiempo.

**Alternativa 2:** Trazado de 28 km (La Ofelia-Quitumbe) construido en una única fase.

Sobre la base de este escenario, se realizaron una serie de análisis encaminados a determinar los efectos que la realización del proyecto tendría previsiblemente en el Distrito Metropolitano de Quito, tanto a nivel económico como social. Se prestó especial atención a los ahorros de tiempo para los usuarios del Metro y a la reducción de externalidades negativas como la congestión del

---

<sup>9</sup> En el 2010 por solicitud de la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas, la empresa Metro de Madrid, S.A. elaboró el *Estudio de Factibilidad de la Primera Línea de Metro de Quito*. Dicho estudio fue actualizado en el 2012 por especialistas del BID considerando el Estudio de Movilidad y Demanda.

<sup>10</sup> En los escenarios con proyecto no se han considerado los beneficios y costos derivados de la reordenación del transporte colectivo en superficie, por exceder el ámbito del análisis.

tráfico en superficie, los niveles de accidentalidad, la contaminación atmosférica y las emisiones de gases de efecto invernadero. Los principales costos del proyecto están conformados por la inversión y reinversión en infraestructura y material móvil, los gastos de operación y mantenimiento, y las molestias que generen las obras.

Para el balance entre costos y beneficios se utilizó como criterio básico el Valor Actual Neto (VAN) de la corriente de costos y beneficios sociales del proyecto a lo largo de un periodo de treinta y cinco años. Los beneficios y costos están expresados en dólares de Estados Unidos de Norte América (USD) constantes de 2010. Como tasa de descuento social se ha utilizado 12% en términos reales. En el cálculo se han realizado ajustes por impuestos y otros factores que permiten valorar el costo de oportunidad social de los recursos utilizados en el proyecto. Asimismo, se ha calculado la Tasa Interna de Retorno (TIR) económico social del proyecto, la razón Costo-beneficio y el periodo de retorno o de recuperación de la inversión. El análisis se complementa con un estudio de sensibilidad de los resultados a variaciones en parámetros clave del modelo, como la tasa social de descuento, el valor del tiempo para los usuarios, el costo de la inversión, entre otros.

**Tabla 4**  
**Evaluación Socio-Económica de la Primera Línea de Metro de Quito**  
**Resultados del Análisis Costo-Beneficio**

VAN en millones de USD de 2010 (Tasa de descuento=12%)	Alternativa 1 <sup>11</sup>
<b>BENEFICIOS</b>	1.899.354.086
Productividad	1.567.381.634
Usuarios del Metro	922.209.343
Generación de nuevos viajes	19.984.509
Mayor fiabilidad del sistema	91.450.917
Disminución de congestión de superficie	670.913.241
Acceso y dispersión	-137.176.376
Ahorro Energético	67.267.858
Reducción en costos de operación vehicular	206.821.050
Reducción de la contaminación atmosférica	29.446.878
Cambio climático	4.888.822
Accidentalidad	20.563.519
Disminución del ruido	2.984.325
<b>COSTOS</b>	-1.089.181.145
Inversión	-875.687.236
Reinversión	-32.510.170
Operación y mantenimiento	-134.639.620
Afectaciones de obra	-46.344.118
<b>VAN</b>	810
<b>Tasa interna de retorno (TIR)</b>	18,35%
<b>Tasa de Retorno Social inmediato del proyecto (TRIS)</b>	12,12%
<b>Razón Costo-Beneficio</b>	1,74

Fuente: Revisión de la Evaluación Económica del Proyecto Primera Línea del Metro Quito.

La construcción de la Primera Línea del Metro de Quito constituye el elemento vertebrador del Sistema Integrado de Transporte Masivo que se plantea implementar en la ciudad. El análisis cuantitativo muestra que el principal beneficio del proyecto, en cualquiera de las alternativas es la ganancia en productividad (ahorro en tiempo) generada. Cabe señalar que si se consideran exclusivamente los beneficios sociales más importantes: productividad, el ahorro energético y la

<sup>11</sup> Para el diseño del programa se seleccionó la alternativa 1, por lo que en este documento sólo se presentan los resultados correspondientes a dicha alternativa. Para consultar los resultados de ambas alternativas por favor referirse al Estudio de Factibilidad Socio-Económica.

reducción de costos de la operación vehicular, el VAN de las dos alternativas sigue siendo superior al 90% del que se obtuvo anteriormente.

Por su parte, la TIR se sitúa por encima de la tasa de descuento social, lo que indica que el proyecto es socialmente rentable. En cuanto a la TRIS, ésta se sitúa por encima de la tasa de descuento social, lo que indica que el proyecto es rentable desde su entrada en servicio.

Finalmente, la razón beneficio-costos de la primera línea de Metro de Quito es superior a la unidad, los beneficios son superiores a los costos, la cual demuestra la rentabilidad del proyecto. El periodo de retorno para la alternativa 1 es de diecisiete años, mientras que para la alternativa 2 es de dieciséis.

El resultado de todo el análisis depende de gran cantidad de predicciones, supuestos, estimaciones y aproximaciones de la realidad que pueden introducir errores en la validación de las alternativas. Por lo anterior, el análisis cuenta con un estudio de los efectos que se producen en los resultados del ACB cuando se modifican los valores de la inversión en infraestructura, los costos de operación y mantenimiento, el número de viajeros de Metro, el valor del tiempo, la zona en superficie afectada por la descongestión y la tasa de descuento social.

**Tabla 5**  
**Evaluación Socio-Económica de la Primera Línea de Metro de Quito**  
**Resultados del Análisis de Sensibilidad**

PARÁMETROS Variaciones Simultáneas	Tasa Interna de Retorno	
	TIR (ACB)	TIR (ACB+AS)
Inversión en Infraestructura (30%), Costos de Explotación (40%)	18,35%	12,9%
Valor del Tiempo (-30%), Viajeros del Metro (-20%)		13,5%
Efecto de la Descongestión (17%), Tasa de Descuento Social (14%)		15,4%
Inversión en Infraestructura (20%), Viajeros del Metro (-30%)		12,8%

El ACB concluye que los resultados obtenidos son robustos, incluso con variaciones negativas importantes en los parámetros antes mencionados. El proyecto sigue siendo rentable desde un punto de vista socio-económico, el VAN del proyecto sigue siendo superior a 0 y la TIR se sitúa por encima de la tasa de descuento social.<sup>12</sup>

## **B. Actualización del Análisis Costo Beneficio Ex-Ante del Sistema de Transporte Metropolitano de Quito (2018)**

Con el motivo de la operación de financiación suplementaria para el Sistema Metropolitano de Transporte Urbano de Quito, solicitado por el Gobierno de Ecuador (GdE), se realizaron distintos estudios de preparación, entre ellos, la actualización de la evaluación económica del proyecto. El principal motivo para la actualización de dicha evaluación radica en el hecho de que los valores

---

<sup>12</sup> El ACB se complementa con un estudio de otros impactos socio-económicos, en particular, se estudia el impacto del proyecto sobre la creación de empleo de calidad en las fases de construcción y exploración de la obra. Se incluye un análisis por separado pues estos impactos se consideran de naturaleza distinta al ACB, pero que pueden ser significativos.

para contratar la infraestructura y el material rodante estuvieron por encima de los presupuestos inicialmente previstos.

Para la actualización del estudio se consideraron las siguientes modificaciones:

- Cronograma y valor del CAPEX
- Actualización del OPEX
- Actualización de variables macroeconómicas
- Valor del tiempo
- Tasa de descuento
- Cálculo de los beneficios asociados a la reducción de la polución (Material Particulado)

El modelo consideró distintos escenarios donde se varió el OPEX, valor del tiempo, tasa de descuento considerados.

En ausencia de una actualización del estudio de movilidad para Quito, el cálculo de beneficios del modelo se soporta en la demanda esperada para 2016. Lo anterior puede representar una subestimación de los beneficios en la medida en que el número de viajes en la ciudad presumiblemente será mayor en 2020.

El modelo considera una actualización del CAPEX tal según la información provista por el Metro de Quito:

**Tabla 6**  
**Actualización Evaluación Socio-Económica de la Primera Línea de Metro de Quito**  
**Cronograma CAPEX**

Año	2016	2017	2018	2019	Total
CAPEX (US\$ M.)	750	501	577	182	2,010

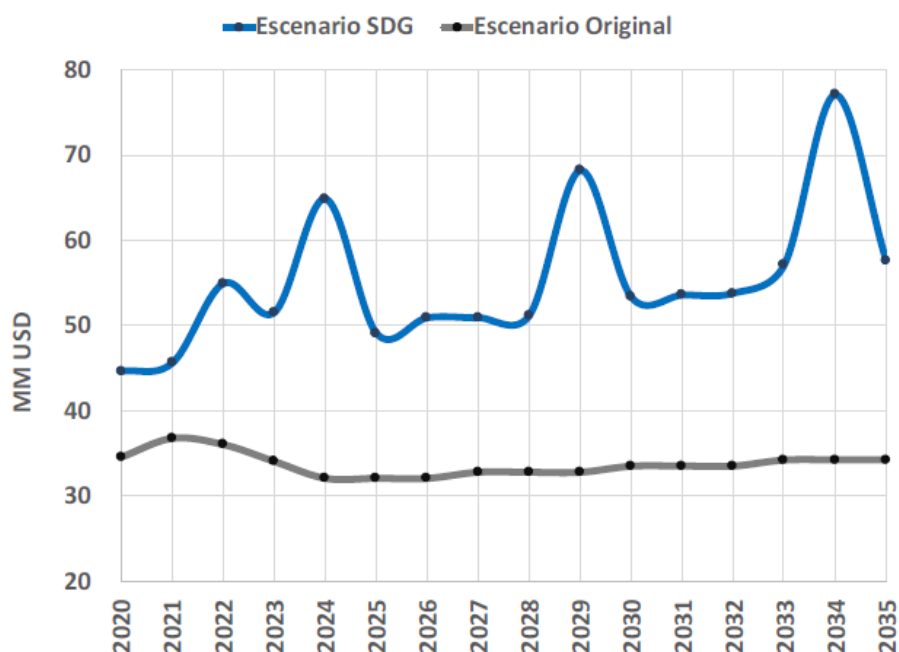
En el modelo se incluye el valor futuro de los desembolsos correspondientes a Fase 1 en el año base de análisis (2016), considerando la tasa de descuento. Se emplea la misma Razón Precio Cuenta del modelo original estimado en 1,03. Este factor recoge los subsidios a la energía eléctrica y los combustibles líquidos

El modelo considera 2 escenarios de OPEX:

- Escenario1 (SDG): considera los costos estimados en “Evaluación de Alternativas y diseño del modelo de explotación de la primera línea del Metro de Quito” por Steer Davies & Gleave (SDG), entregado el 21 de junio de 2017. El modelo está estructurado en dólares constantes de 2016
- Escenario 2 (Original): corresponde a la estimación original de los gastos de AOM del proyecto. para hacer este escenario compatible, los valores se expresaron en dólares constantes de 2016. Se expresaron los valores a dólares constante de 2012 con la inflación esperada cuando se hizo la proyección. Se indexaron los valores constantes de 2016 con la inflación observada de Estados Unidos

Se emplea la misma Razón Precio Cuenta del modelo original estimado en 1,03. Este factor recoge los subsidios a la energía eléctrica y los combustibles líquidos

**Figura 2**  
Escenarios OPEX considerados en la Actualización del Análisis Costo Beneficio Ex-Ante del Sistema de Transporte Metropolitano de Quito (2018)



La proyección de demanda y la base de cálculo de los beneficios económicos se deriva de un análisis del modelo de movilidad de Quito en las situaciones con y sin proyecto. Las simulaciones se alimentaron con el “Estudio de Demanda de Transporte en el DMQ realizado por Cal y Mayor y Asociados en Agosto de 2008 y los trabajos realizados por el Equipo de Movilidad y Demanda de Metro de Madrid”. A partir de esta información, se estimó la demanda del metro:

- Pasajeros atraídos de vehículos privado y taxi
- Pasajeros atraídos del transporte público colectivo
- Viajes nuevos generados

Se estimaron los recorridos medios y velocidad en las situaciones con y sin proyecto. A partir de esta simulación se derivaron: los beneficios por ahorro en tiempos de viaje; la reducción en el flujo vehicular (vehículos-kilómetro) con los respectivos menores Costos de Operación Vehicular, Mitigación en la congestión vehicular (aumento en velocidad), Consumo de combustible y emisión de contaminantes.

Para la evaluación beneficio/costo se desplazó la demanda del metro y los indicadores de tiempos de viaje y vehículos-kilómetro inicialmente estimados para la entrada en operación en 2016 al nuevo año de puesta en marcha del metro en 2020. En principio, entre 2016 y 2020, habrá aumentado el



número de viajes en Quito y con ello la demanda potencial del metro y la generación de beneficios económicos. No obstante, en ausencia de un nuevo estudio de movilidad, no es posible reestimar los indicadores de movilidad en las situaciones con y sin proyecto, para actualizar este módulo. Este supuesto deriva en una posible subestimación de los beneficios reales del proyecto. Los parámetros de movilidad y su efecto en la demanda y beneficios del proyecto se mantuvieron constantes.

Para la estimación del valor del tiempo se consideraron tres escenarios en el modelo:

- Escenario 1 (Metro de Madrid). En el estudio del Metro de Madrid se adoptó una aproximación del costo de oportunidad del tiempo, basada en los ingresos reportados por quintiles en la Encuesta de Hogares del INEC desagregando el valor del tiempo en dos grupos: Pasajeros atraídos del Transporte Público Colectivo (TPC) con 1,91 USD/h (promedio quintiles 1, 2 y 3) y Pasajeros atraídos del Transporte Privado (TPC) con 4,53 USD/h (promedio quintiles 4 y 5).
- Escenario 2 (Banco Mundial): el Banco Mundial en su revisión de la evaluación Beneficio/Costo, aplicó la metodología Gwilliam (1997), a partir del costo de oportunidad por quintil, y considerando que el 38% de los viajes del metro tienen como motivo “trabajo” y el 62% restante “otros motivos”. De esta forma se consideró el valor del tiempo de los pasajeros atraídos del Transporte Público Colectivo (TPC) en 1,32 USD/h; y el de los pasajeros atraídos del Transporte Privado (TPC) en 3,14 USD/h
- Escenario 3 (SDG): Recientemente SDG mediante encuestas de preferencias declaradas, estimó el valor del tiempo para Quito, con los siguientes valores: Pasajeros atraídos del Transporte Público Colectivo (TPC): 0,83 USD/h; Pasajeros atraídos del Transporte Privado (TPC): 1,81USD/h

Para la estimación de la Tasa de Descuento empleada, se consideraron tres escenarios en el modelo:

- Escenario A (Original): Siguiendo la tasa establecida en el Estudio socio-económico original en este escenario se descuentan los flujos con una tasa social del 12%. Esta tasa se obtuvo con la metodología tradicional de Harberger.
- Escenario B (Referente Perú): El BID, en el estudio “Time Goes By: Recent Developments on the Theory and Practice of the Discount Rate” (2015), sugiere la importancia de revisar las tasas de descuento en los países en desarrollo, y plantea una metodología de cálculo. En recientes revisiones, México la situó en 10%, Perú en 9% y Chile en 6%. Bajo este escenario se tomó como referente la tasa de descuento calculada para Perú (9%).
- Escenario C (Banco Mundial): Recientemente el Banco Mundial en el estudio “Discounting Costs and Benefits in Economic Analysis of World Bank Projects” (2016), aplicó una nueva metodología para estimar la tasa social de descuento a partir de la función de utilidad agregada de Ramsey. Con esta aproximación, se estimó la tasa social para Ecuador en 4,65%.

En la actualización del modelo, se incluyó una estimación, ausente del modelo original, del beneficio económico asociado a la reducción de la polución por material particulado. La reducción en emisiones ambientales se estima a partir del volumen de vehículos-kilómetros evitados y

reducción en el consumo de combustibles. En la actualización del estudio se mantuvo el volumen de toneladas año evitadas, pero se cambió el valor económico del efecto en cambio climático. Para el cálculo de dicho valor se partió de 30USD/ton para 2020 aplicando posteriormente una tasa de crecimiento geométrica, de tal forma que para 2050 el valor converge a 50 USD/ton .

Para el cálculo del beneficio económico asociado a la reducción de la polución por material particulado se tomaron los escenarios de reducción de vehículos-kilómetro en buses y livianos Se aplicó la valoración de los papers Korzhenevych et al. (2014), “Update of the Handbook on External Costs of Transport. Final Report” y Castillo, J. J., & Behrentz, E. (2010) “Estimación de los beneficios en salud asociados a la reducción de la contaminación atmosférica en Bogotá”. Estos parámetros valoran el beneficio asociado a la reducción en los índices de mortalidad y morbilidad. Dichos parámetros están calibración para su aplicación en Colombia tal y como sigue: 0,0009 USD/km para vehículos privados y 0,06 USD/km para transporte público

De acuerdo con la actualización del modelo, el proyecto es positivo desde el punto de vista económico y social, considerando el incremento en el costo de inversión resultante del proceso de selección competitivo con respecto a la estimación original. En efecto, si se mantiene la valoración del tiempo, la tasa de descuento y el escenario de OPEX original, el proyecto arroja un valor presente neto de 427 MM USD, una TIR del 13,7% un relación B/C de 1,2. La relación beneficio/costo se hace considerablemente más favorable si se utilizan tasas de descuento menores al 12%. Los resultados son robustos en todos los escenarios, con excepción de: Valoración del tiempo Banco Mundial con tasa de descuento del 12%; Valoración del tiempo SDG con tasas de descuento mayores al 9%

**Tabla 7**  
**Actualización Evaluación Socio-Económica de la Primera Línea de Metro de Quito**  
**Resultados VPN, TIR B/C combinando escenarios para el modelo OPEX Original**

OPEX Modelo Original									
Escenario Valor del Tiempo	Escenario 1: Estudio Metro de Madrid			Escenario 2: Banco Mundial			Escenario 3:SDG		
Escenario Tasa de Descuento	Escen.A: Original	Escen. B: Referente Perú	Escen.C: Banco Mundial	Escen.A: Original	Escen. B: Referente Perú	Escen.C: Banco Mundial	Escen.A: Original	Escen. B: Referente Perú	Escen.C: Banco Mundial
VPN (US\$ M.)	427	1,601	5,387	-204	628	3,335	-762	-235	1,508
TIR	13.70%	13.70%	13.70%	11.10%	11.10%	11.10%	8.10%	8.10%	8.10%
B/C	1.2	1.69	2.98	0.9	1.27	2.22	0.64	0.89	1.54

**Tabla 8**  
**Actualización Evaluación Socio-Económica de la Primera Línea de Metro de Quito**  
**Resultados VPN, TIR B/C combinando escenarios para el modelo OPEX según SDG**

OPEX Modelo SDG									
Escenario Valor del Tiempo	Escenario 1: Estudio Metro de Madrid			Escenario 2: Banco Mundial			Escenario 3:SDG		
Escenario Tasa de Descuento	Escen.A: Original	Escen. B: Referente Perú	Escen.C: Banco Mundial	Escen.A: Original	Escen. B: Referente Perú	Escen.C: Banco Mundial	Escen.A: Original	Escen. B: Referente Perú	Escen.C: Banco Mundial
VPN (US\$ M.)	308	1,426	5,046	-323	453	2,994	-881	-410	1,167
TIR	13.30%	13.30%	13.30%	10.50%	10.50%	10.50%	7.40%	7.40%	7.40%
B/C	1.13	1.57	2.64	0.85	1.18	1.97	0.6	0.82	1.37

## **Análisis Costo Beneficio ExAnte para Líneas de Metro en la Ciudad de México y Sau Paulo**

### Línea 12 Ciudad de México

La construcción de la Línea 12 del Metro del Sistema de Transporte Colectivo (STC) tiene como objetivo principal brindar un servicio de transporte masivo de pasajeros en forma segura, económica, rápida y ecológicamente sustentable a la población del Distrito Federal, que comunique a la zona sur-oriente con el poniente de la Ciudad de México. Los objetivos específicos son: i) Reducción en el tiempo de transporte cotidiano, ii) Mejora de la conectividad de la red del STC, iii) Transporte sustentable, amigable con la naturaleza y la vida social, iv) Equidad en la distribución de la infraestructura y servicios disponibles atendiendo zonas habitadas con personas de escasos recursos y carencias urbanas y v) Reducción de las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.

La línea 12 tiene una longitud total de 24.5 km, 20 estaciones, intersecciones con las líneas 7, 3, 2 y 8, una flota de 28 trenes de rodadura férrea, un tiempo promedio por vuelta de 35.9 minutos, con velocidad promedio de recorrido de 41km/h, capacidad de transportar hasta 30,936 pasajeros/hora/sentido y una demanda estimada para el primer año de operación de 437,000 viajes por día.

La evaluación socio-económica realizada para definir la factibilidad socio-económica del proyecto arrojó los siguientes resultados: Valor Actual Neto Social positivo, Tasa Interna de Retorno Social (TIRS) de 12.6% y Tasa de Retorno Inmediata Social (TRIS) de 13,1%, lo cual indica que el proyecto lograría un impacto positivo en la sociedad a través de un aprovechamiento rentable de los recursos invertidos.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Spectron Desarrollo S. C (2009).

### Línea 5-Lilás, Sao Paulo

La línea 5-Lila, busca contribuir, en su área de influencia, a la mejora de los tiempos de viaje no solo del transporte público, sino también de los viajes en automóvil, en la medida que se de la sustitución de los modos motorizados en metro, lo que reducirá la congestión vial, y por lo tanto aumentará la velocidad del transporte público y privado.

La inserción de la línea 5: Largo 13-Chácara Klabin en el sistema metro, permitirá a la población residente del sur de la metrópoli disfrutar de una mayor accesibilidad al centro de la ciudad y al centro expandido, además de los beneficios antes mencionados.

Los resultados del análisis costo beneficio estimado para el tramo Largo 13-Chácara klabin arrojaron una Tasa Interna de Retorno de 16.72% anual. El valor Actual Neto, con una tasa de descuento de 10% anual, fue de aproximadamente US\$1,208.8 millones de dólares a 30 años. La relación beneficio-costos fue de 1.56.<sup>14</sup>

### **C. Estudios sobre los efectos del Metro en las ciudades**

Los impactos que la introducción de un Sistema de Transporte Masivo basado en el Metro puede traer a las ciudades donde se implementa son diversos y puede ir desde la reducción de los tiempos de viaje de los pasajeros, hasta el incremento en el valor de las viviendas que se encuentran en las proximidades de las estaciones de abordaje.

Golias (2002) centra su investigación en examinar los resultados en la selección del modo de transporte debido a la introducción de una nueva línea de metro en la ciudad de Atenas, Grecia. La primera parte de la investigación es descriptiva y se observa que el nuevo sistema Metro atrajo a un gran número de usuarios de los autobuses (53%), y un menor número de usuarios de automóviles privados (24%). La segunda parte de la investigación se concentra en estimar un modelo de utilidad aleatoria. Las estimaciones del modelo HEV parecen indicar que los usuarios de los autobuses son más sensibles a los cambios tanto en los tiempos de viaje como en el costo, que cualquier otro modo de transporte. Por el contrario, los pasajeros de automóviles son menos sensibles con respecto a estos dos parámetros, especialmente los costos de viaje. Asimismo, los resultados del estudio señalan que el tiempo de viaje parece tener un impacto comparativo entre los usuarios del metro y el automóvil. Los resultados indican que el Metro se considera como un modo de transporte público que puede competir operativamente con el pasajero de auto. Esto implica que, la introducción de un Sistema Metro, que se espera mejore considerablemente el transporte público dentro de su área de influencia, debe ir acompañado de una serie de políticas paralelas que apoyen la operación del Metro, por ejemplo, aquellas relacionadas con estacionamiento integrado. Por otra parte, cualquier intento de incrementar la cuota del transporte público requiere de acciones para desalentar el uso de vehículos privados, que teniendo en cuenta la baja elasticidad-costos, pueden recaer en medidas que incrementen el tiempo de viaje (como el uso de carriles exclusivos para autobuses, o carriles libres para mejorar la movilidad del peatón).

El estudio de Baum-Snow y Kahn (2005) en dieciséis ciudades de Estados Unidos donde se han hecho nuevas inversiones en metro durante el periodo 1970-2000 señala que si bien se encuentran pocas ciudades donde las nuevas líneas atrajeron a muchos nuevos usuarios del transporte público que viven cerca de los centros

---

<sup>14</sup> Banco Interamericano de Desarrollo y Banco Mundial (2009).

de trabajo, si encontraron efectos significativos en 10 de ellas, cuando la distancia al centro de trabajo es de aproximadamente 10 kilómetros y la estación del metro está a una distancia aproximada de 2 kilómetros. El estudio también encuentra que, en general, las nuevas líneas de metro han tenido más éxito en ciudades más densas y centralizadas como Washington y Boston, incluso en cambio de modalidad de automóvil a metro. En contraste con la reducción de contaminantes y la congestión vehicular, el estudio considera que el principal beneficio asociado con las nuevas líneas de metro es que pueden reducir significativamente los tiempos de viaje, considerando que la mayoría de los usuarios del metro son antiguos usuarios del autobús.

A través de conteos de tráfico y datos de panel, Ildensborg-Hansen y Vuk (2006), analizan el cambio en los patrones de viaje de los usuarios del transporte público en Copenhague después de la introducción de la primera fase del metro (octubre 2002) y de las fases 2 y 3 (2003). Los resultados indican que el metro cambió drásticamente dichos patrones tanto en el número como en su magnitud. En los corredores Frederiksberg y Harbour se percibe un aumento de la circulación, tanto en términos de tráfico inducido como en cambios en la selección del destino. También se presenta una tendencia de cambio modal, de automóvil a metro y de autobús a metro, entre 2002 y 2003 que continúa en el 2004.

Un resultado interesante del estudio es el cambio en la selección en la hora del día para transportarse. Se analiza el número de viajes por pasajero en transporte público durante 5 momentos en el día (por la mañana, en el pico de la mañana, en el día, en el pico de la tarde, y en la noche, en 2002, 2003 y 2004. De acuerdo con ello, el número de viajes en transporte público en el periodo de la tarde y por la noche aumentó con la introducción del metro, estos efectos son mayores en el 2004 que en el 2003. De acuerdo a la literatura, los viajeros tienen a combinar sus actividades durante la tarde/noche, por ejemplo, aquellas relacionadas con la recreación.

El artículo de Bhandari, Kato y Hayashi (2009) estudia los efectos de la introducción del metro en Delhi en términos de movilidad, accesibilidad y equidad. Los autores definen la movilidad como el costo generalizado de la transportación (tiempo, tarifas y costos de operación del vehículo); miden la accesibilidad en términos de la plusvalía del consumidor y observan el efecto en la equidad mediante el cambio en el coeficiente de Gini. Mediante un modelo combinado de selección de modo de destino (viajes al trabajo), antes y después de la introducción del Metro, se encontró que los beneficios en términos de accesibilidad o plusvalía del consumidor se calcularon en alrededor de 1812.8 rupias (34 USD) al mes por usuario (considerando 20 días de trabajo al mes). También se encontró que la introducción del metro tiene un impacto positivo en la equidad. La variación en la equidad en ambos escenarios es negativa. Este efecto negativo indica que los efectos de la accesibilidad debido a la introducción del Metro llevan a un cambio hacia la equidad del orden de 0.178.

Litman (2009) realiza una serie de comparaciones entre ciudades de los Estados Unidos que tienen líneas de Metro o trenes ligeros con aquellas que no tienen. Argumentando que la mayoría de las críticas a los sistemas de transporte ferroviario se basan en estudios que ignoran muchos de sus beneficios y subestiman los costos totales de viajar en otros modos de transporte, la comparación concluye que, en las ciudades grandes donde el Metro o el tren ligero representa más del 50% de los viajes en transporte público, los beneficios, en relación a ciudades con solo autobús, se pueden traducir en: i) 4 veces los viajes per cápita de los usuarios del transporte, ii) un quinto menos de millas del vehículo per cápita, iii) 30-50% menos de costos de congestiónamiento per cápita, iv) un tercio menos de la tasa de fatalidades por transporte per cápita, v) 20% menos la proporción del presupuesto de los hogares destinados al transporte, vi) un tercio menos de los costos de operación del transporte, vii) 58% mas alta la recuperación de los costos del servicio de transporte, entre otros beneficios como mas eficiente uso del suelo, mayor valor de la propiedad y mejoras en el desempeño ambiental.

### 3.3 Principales Indicadores de Resultados

A continuación se presenta la metodología de cálculo para cada uno de los indicadores de resultados del programa.

**Tabla 9**  
**Sistema de Transporte Metropolitano de Quito**  
**Indicadores de Resultados**

Indicador	Frecuencia de medición	Fuente de verificación/ Fuente de información
<b>Indicador de Impacto</b>		
Porcentaje de participación modal del Transporte Público en Viajes Motorizados	Un año posterior a la entrada de la Línea de Metro (2021)	Secretaría de Movilidad <sup>15</sup>
<b>Indicadores de Resultados</b>		
Tiempo de viaje para usuarios del transporte público (minutos promedio por pasajero) <sup>16</sup>	Un año posterior a la entrada de la Línea de Metro (2021)	Encuesta a Usuarios de Metro Quito 2018 Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito
Pasajeros por día en el Sistema Metro <sup>17</sup>	Un año posterior a la entrada de la Línea de Metro (2021)	Sistema Electrónico de Recaudo Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito
Nivel de ocupación de pasajeros del Metro (pasajeros por m <sup>2</sup> ).	Un año posterior a la entrada de la Línea de Metro (2021)	Mediciones de campo a realizar por la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito
% de usuarios satisfechos con el Metro	Un año posterior a la entrada de la Línea de Metro (2021)	Encuesta de Satisfacción de Usuarios del Metro-Quito Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito
Costos de Operación de la flota vehicular de Quito (Millones de USD por año) <sup>18</sup>	Un año posterior a la entrada de la Línea de Metro (2021)	Encuesta de valoración de metas de actualización de costos de operación <sup>19</sup> . Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito
% de rutas alimentadoras del Metro en funcionamiento <sup>20</sup>	Un año posterior a la entrada de la Línea de Metro (2021)	Sistema Electrónico de Recaudo Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito
% de la flota de buses del DMQ bajo un Sistema de Recaudo Unificado <sup>21</sup>	Un año posterior a la entrada de la Línea de Metro (2021)	Sistema Electrónico de Recaudo Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito
% de rutas alimentadoras del Metro en funcionamiento bajo un Sistema de Integrado Electronico de Recaudo Unificado	Un año posterior a la entrada de la Línea de Metro (2021)	Sistema Electrónico de Recaudo Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito
Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (Millones de toneladas por año) <sup>22</sup>	Un año posterior a la entrada de la Línea de Metro (2021)	Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito Registros de la Secretaría de Movilidad de la Ciudad de Quito

<sup>15</sup> Adicionalmente a la información de la Secretaría de Movilidad EPMMQ espera recibir el informe de Resultados de la Actualización del Estudio de Movilidad y Demanda en el segundo trimestre de 2018

<sup>16</sup> Tiempo de viaje puerta a puerta (incluye caminata, espera y trayecto en el vehículo) de usuarios del sistema de buses que tomarán el sistema Metro.

<sup>17</sup> Se estima que el 85% de los usuarios del metro provengan de usuarios regulares del transporte público, 10% de autos particulares y 5% nuevos viajeros.

<sup>18</sup> Costo total de operación de la flota de transporte público y la flota de vehículos particulares.

<sup>19</sup> El préstamo original recogía la estimación de costos de operación mediante la actualización del Modelo Socio-Económico con base en los costos de insumos. Dicha actualización fue realizada en 2018 por lo que la estimación de los costos en la meta final será realizada por EPMMQ en los estudios de valoración de metas.

<sup>20</sup> El funcionamiento de las Rutas Alimentadoras significa que (i) los recorridos actuales de buses han sido reestructurados, (ii) El sistema de tarifas está integrado entre buses y metro, y (iii) los pasajeros tiene la facilidad física de transferirse al sistema Metro, con base en el Plan de Implementación del Sistema Integrado de Transporte Público.

<sup>21</sup> Significa que la tecnología del Sistema es compatible e interoperable con el sistema de recaudo del Proyecto Metro.

<sup>22</sup> Emisiones totales de la flota de transporte público y la flota de vehículos particulares.

### 3.4 Metodologías de Cálculo para los Indicadores de Resultados<sup>23</sup>

#### 3.4.1 Porcentaje de participación modal de pasajeros en el Sistema Integral de Transporte Público

La implementación de un proyecto de alto impacto como el Sistema Integrado de Transporte Público y su eje estructurante, el Sistema Metro, tiene la oportunidad de mitigar la creciente motorización individual en el DMQ haciendo más atractivo el uso de transporte público para viajes laborales y no laborales.

El porcentaje de participación modal se define como el número de viajes hecho en un modo con respecto al número total de viajes en la ciudad.

Movilidad mecanizada	Viajes 2012	
Público	2.629.058	73,0%
Privado	974.550	27,0%
<b>Total</b>	<b>3.603.609</b>	<b>100,0%</b>

#### 3.4.2 Tiempo de viaje para usuarios del Transporte Público (minutos promedio por pasajero)

El Metro producirá un aumento en la velocidad a la que se desplazan los viajeros en Quito, lo que se traducirá en ganancias de tiempo importantes.

La estimación del tiempo de viaje se realiza dividiendo los Km/viaje promedio entre la velocidad promedio del modo de transporte, en este caso el Metro, para un mismo año:

Km/viaje: Distancia en kilómetros recorrida por los viajeros del Metro.

Velocidad promedio del modo de transporte: Se toman los kilómetros por hora a los que recorre el Metro.

Variables	2012	Variable	2021 <sup>24</sup> (proyectado)
Distancia de viaje Transporte Colectivo (Km/viaje)	9.8	Distancia de Viaje Sistema Metro (Km/viaje)	10.7
Velocidad Transporte Colectivo (Km/Hr)	15.2	Velocidad Sistema Metro (Km/Hr)	37.5
Tiempo Viaje (Min)	38.5	Tiempo Viaje en el vehículo (Min)	23.1*

\* Esta cifra incluye una penalización de 6 minutos por tiempos adicionales de caminata y espera (min)

<sup>23</sup> Los indicadores de i) Pasajeros por día en el Sistema Metro, ii) Nivel de Ocupación de Pasajeros del Metro, iii) Porcentaje de Rutas Alimentadoras del Metro Funcionando, y iv) Porcentaje de la flota de Buses del DMQ bajo un Sistema de Recaudo Unificado, son medidos directa y automáticamente por el Sistema de Recaudo por lo que no es necesario establecer una ficha metodológica para ellos.

<sup>24</sup> La proyección a 2021 se basa en los valores estimados en el préstamo original para 2018

### 3.4.3 Costos de operación de la flota vehicular de Quito (USD por año)

La transferencia de pasajeros del vehículo particular y del transporte colectivo al Metro conllevará a un ahorro en el “desgaste” y otros costos de los vehículos que circulan en la superficie.

Para la estimación del costo de operación vehicular:

- (i) Se estima el parque de vehículos y su utilización en el DMQ, que incluye coches y buses.
- (ii) Se calculan los Km/año de cada vehículo y su tiempo de funcionamiento (Horas/año) si se conoce el número de pasajeros/vehículos promedio.
- (iii) Se calculan los costos de operación de los vehículos (COV) utilizando la herramienta “HDM-VOC”.
- (iv) Se hace la diferencia entre los costos de operación de los vehículos con proyecto y sin proyecto.

Variables	2012	2021 <sup>25</sup> Con proyecto	2021 Sin proyecto
Tiempo de Funcionamiento Transporte Individual (Horas/Vehículo/Año)	286	316	349
Tiempo de Funcionamiento Transporte Colectivo (Horas/Vehículo/Año)	4,129	3,318	4,129
Velocidad Media Transporte Individual (Km/Hr)	24	19.3	18.0
Velocidad Media Transporte Colectivo (Km/Hr)	15,2	15.7	14.7
Costo Operativo Vehicular Transporte Individual (USD/1000 Km/veh)	208.01	216.29	216.29
Costo Operativo Vehicular Transporte Colectivo (USD/1000 Km/veh)	1,150.84	1,173.21	1,173.21
Costo Operativo Total Transporte Individual (USD)	712,490,080	904,779,777	929,807,898
Costo Operativo Total Transporte Colectivo (USD)	287,329,360	277,043,777	320,143,553
Suma Total de Costos Operativos (USD)	999,819,440	1,181,823,554	1,249,951,451

### 3.4.4 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (Toneladas por año)

Se producirá una menor emisión de gases como el CO<sub>2</sub>, que contribuyen al calentamiento del planeta. Diversos estudios muestran que el impacto del transporte en el cambio climático es producido por la emisión de gases de efecto invernadero, principalmente emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), gas metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O).

<sup>25</sup> La proyección a 2021 se basa en los valores estimados en el préstamo original para 2018



Diversos organismos especializados han cifrado las emisiones producidas por la combustión de un galón de combustible en 8,46 kg de CO<sub>2</sub>. Esta cifra se relaciona con las cantidades de combustible consumidas por el DMQ por vehículos particulares y transportes colectivos convencionales.

<b>Variables</b>	<b>Transporte Individual 2012</b>	<b>Transporte Colectivo 2012</b>	<b>Transporte Individual 2021<sup>26</sup> Sin Proyecto</b>	<b>Transporte Colectivo 2021 Sin proyecto</b>	<b>Transporte Individual 2021 Con Proyecto</b>	<b>Transporte Colectivo 2021 Con proyecto</b>
Distancia Total Recorrida (Km/Año)	3,425,345,835	249,669,720	4,298,960,047	272,879,148	4,183,242,713	236,142,409
Consumo de Combustible (Galones/año)	28,639,132	28,639,132	79,683,745	32,171,802	77,538,856	27,840,628

<b>Tipo de Emisiones</b>	<b>Emisiones Transporte Individual 2012 (Ton)</b>	<b>Emisiones Transporte Colectivo 2012 (Ton)</b>	<b>Emisiones Transporte Individual Sin Proyecto 2021 (Ton)</b>	<b>Emisiones Transporte Colectivo Sin Proyecto 2021 (Ton)</b>	<b>Emisiones Transporte Individual Con Proyecto 2021 (Ton)</b>	<b>Emisiones Transporte Colectivo Con Proyecto 2021 (Ton)</b>
CO2	985,815	215,565	1,237,241	235,604	1,203,937	203,885
Totales	1,201,379		1,472,845		1,407,823	

### 3.4.5 Actualización de la Encuesta de Movilidad y Demanda 2018 y 2021

Se espera que con la introducción de la Primera Línea de Metro en la Ciudad de Quito se mejore el desempeño del Sistema de Transporte Público, dando inicio a la implementación de un Sistema Integrado de Transporte Masivo, cuyo modelo conceptual persigue la restructuración del modelo actual y la armonización entre la oferta y la demanda de viajes actuales y proyectadas. El objetivo final de esta mejora en el desempeño del STP de la ciudad es el efecto que tendrá sobre las condiciones de movilidad, conectividad, seguridad y confort de los usuarios del transporte público y las externalidades positivas que ello pueda tener en los usuarios del transporte privado.

En el 2012 la Empresa Pública Metropolitana y Obras Públicas y la EPMMQ, a través de la Empresa Metro Madrid, S.A, realizaron la Encuesta Domiciliaria de Movilidad y Demanda (EDM). Los estudios de demanda son un elemento crítico de la planificación del sistema de transporte por las incertidumbres que encierra el estudio de un fenómeno tan complejo como el de la movilidad y sobre el que suele existir poca información. Las encuestas domiciliarias de movilidad permiten abordar un proceso de modelización de la demanda de transporte con un máximo alcance y pone a disposición de la Municipalidad una herramienta que le permite reproducir la situación actual del

<sup>26</sup> La proyección a 2021 se basa en los valores estimados en el préstamo original para 2018

sistema con un error estadísticamente acotado y, por lo tanto, simular diferentes estrategias de actuación para la mejora del sistema de transporte público del DMQ, con diferentes horizontes temporales.

La encuesta domiciliaria fue dirigida a las personas mayores de cuatro años residentes en viviendas familiares del Distrito Metropolitano de Quito y la parte principal de los cantones de Mejía y Rumiñahui. Se llevó a cabo un muestreo aleatorio por conglomerados de viviendas, estratificado por sexo-edad (dentro de cada distrito administrativo) y zonas de transporte. Para el marco muestral se utilizó la base de datos de contratos de suministros de energía eléctrica facilitada por la Empresa Eléctrica de Quito (EEQ).

La encuesta tuvo dos fases: i) entrevista presencial, y ii) seguimiento personal, telefónico. Ambas fases contaron con procedimientos informáticos para la recolección directa de datos en soporte magnético y análisis de consistencia en línea (microprocesador de datos personal en el contacto con el hogar y CATI<sup>27</sup> en las fases siguientes). La muestra prevista fue de 75,323 personas distribuidas en los diferentes distritos. La muestra real la constituyeron 77,056 personas, se entrevistaron 28,573 hogares (2.7 entrevistas/hogar). El cuestionario recogió información relativa a las características socioeconómicas del hogar y de cada una de las personas mayores de cuatro años que residen permanentemente en el hogar, así como de su movilidad en un día laborable. Los principales resultados de las características de la movilidad se presentan a continuación.

**Movilidad en día laborable de la población residente**

<b>Movilidad en laborable</b>	<b>Viajes</b>		<b>Etapas</b>		<b>Etapas/viaje</b>
Mecanizados	3.603.609	84,4%	4.532.027	87,2%	1,26
No mecanizados	667.957	15,6%	667.957	12,8%	1,00
<b>Total</b>	<b>4.271.565</b>	<b>100,0%</b>	<b>5.199.984</b>	<b>100,0%</b>	<b>1,22</b>

**Movilidad Mecanizada. Viajes**

<b>Movilidad mecanizada</b>	<b>Viajes</b>	
Público	2.629.058	73,0%
Privado	974.550	27,0%
<b>Total</b>	<b>3.603.609</b>	<b>100,0%</b>

<sup>27</sup> Computer-Assisted Telephone Interviewing.

Movilidad mecanizada		Viajes		
Público	Uso general	2.230.584	84,8%	61,9%
	Escolar y empresa	398.474	15,2%	11,1%
	Total	2.629.058	100,0%	73,0%
Privado	Auto	833.279	85,5%	23,1%
	Taxi	141.271	14,5%	3,9%
	Total	974.550	100,0%	27,0%
<b>Total</b>		<b>3.603.609</b>		<b>100,0%</b>

#### Cadena Modal

Cadena Modal		Viajes		
<b>1 etapa</b>		<b>1.861.448</b>	<b>100,0%</b>	<b>70,8%</b>
	Bus convencional	1.246.660	67,0%	47,4%
	Bus escolar o de empresa	394.621	21,2%	15,0%
	Troncal BRT	157.358	8,5%	6,0%
	Alimentadora BRT	33.966	1,8%	1,3%
	Camionetas informales	28.843	1,5%	1,1%
<b>2 etapas</b>		<b>631.122</b>	<b>100,0%</b>	<b>24,0%</b>
	Bus convencional - Bus convencional	278.118	44,1%	10,6%
	Troncal BRT - Alimentadora BRT	120.457	19,1%	4,6%
	Troncal BRT - Bus convencional	103.468	16,4%	3,9%
	Bus convencional - Alimentadora BRT	18.650	3,0%	0,7%
	Troncal BRT - Troncal BRT	13.494	2,1%	0,5%
	Alimentadora BRT - Alimentadora BRT	9.892	1,6%	0,4%
	Resto de cadenas modales	87.042	13,8%	3,3%
<b>3 ó más etapas</b>		<b>136.488</b>	<b>100,0%</b>	<b>5,2%</b>
<b>TOTAL</b>		<b>2.629.058</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

En 2018, la EPMMQ realizará la primera actualización el estudio de movilidad y demanda. La EPMMQ será responsable de coordinar la contratación de la consultoría externa encargada de actualizar dicho estudio, así como de darle seguimiento a todo el proceso hasta la entrega del informe final. En el préstamo inicial solo se planeaba realizar una única actualización del estudio de demanda a la entrada en operación del metro. Sin embargo dada la extensión en de fecha de finalización de las obras respecto a la estimación en el préstamo original sumado a necesidad de conocer la demanda y la movilidad de la ciudad con el fin de obtener insumos para la planificación tarifaria y el sistema integrado de transporte urbano, se decidió mantener el la actualización del estudio en 2018. Adicionalmente, con el fin de conocer la demanda una vez haya iniciado la

operación de metro, se realizará una segunda actualización en 2021. Será requisito indispensable para dicha contratación que la actualización del estudio de demanda y movilidad, incluyendo la encuesta domiciliaria de movilidad, sea comparable con el realizado en el 2012 a fin de actualizar la estimación los efectos que ocasionará la introducción de la primera línea de metro en la Ciudad de Quito sobre la participación modal del transporte público en viajes motorizados y el ahorro en tiempos de viaje para los usuarios del Metro.

### **3.4.6 Encuesta de Satisfacción de Usuarios 2021**

Medir la satisfacción de los usuarios de los sistemas Metro permite valorar la percepción de los pasajeros sobre el servicio, sus necesidades y expectativas. Lo anterior apoya el desarrollo de una cultura de mejora continua en la gestión de un sistema integrado de transporte público.

Si bien la satisfacción de los usuarios no es una medida precisa de los resultados esperados de una intervención, ya que la percepción de ellos puede estar influida por factores que lo condicionan, se ha convertido en un indicador clave para complementar la evaluar del desempeño de diversos servicios públicos.

Por lo anterior, se ha considerado llevar a cabo una Encuesta de Satisfacción de Usuarios de la primera línea de Metro en Quito. Se espera que la primera encuesta se lleve a cabo un año posterior (2018) a la entrada en operación de la línea. La EPMMQ contratará a una empresa o institución especializada en el diseño de encuestas de este tipo, así como la recolección, procesamiento y reporte de datos. Dicha empresa deberá considerar, entre otros, los siguientes aspectos para el diseño del cuestionario:

- i) Representatividad
- ii) Brevedad, claridad, especificidad
- iii) Temporalidad
- iv) Consenso entre los distintos actores clave
- v) Interpretación objetiva y correcto de las respuestas y resultados agregados

### **3.5 Metodología de Evaluación Económica Ex Post del Sistema de Transporte Metropolitano de Quito.**

Se utilizarán metodologías Antes y Después, así como Análisis Costo-Beneficio ex Post para medir los indicadores de resultado del Programa. El análisis costo beneficio ex post será una réplica del modelo utilizado ex ante, que se realizó como parte de los estudios de elegibilidad y factibilidad de las mismas. Se prevé la realización de este análisis en dos escenarios: i) se medirán y actualizarán los beneficios esperados de la intervención, manteniendo constantes las condiciones y precios tenidos en cuenta en la evaluación ex ante; esto permite medir si con los costos reales incurridos, los beneficios efectivamente realizados y medidos a precios constantes son suficientes para justificar la inversión en términos económicos; ii) en la segunda etapa se considerarán tanto los beneficios como los costos reales del proyecto actualizados a precios vigentes, obteniéndose así una medida actualizada de si el proyecto resulta en una inversión rentable económicamente dados los costos y beneficios que efectivamente se materializaron. Este análisis en etapas permite aislar el efecto de un posible aumento exógeno de costos del efecto de cambios en los beneficios realizados.

### **3.6 Presentación de Informes de Evaluación**

Para el reporte de los resultados del programa se contará con 4 informes independientes:

- i) Informe de Resultados de la Encuesta de Movilidad y Demanda 2018
- ii) Informe de Resultados de la Encuesta de Satisfacción de los Usuarios de la Primera Línea de Metro
- iii) Informe de Resultados del Análisis Costo-Beneficio Expost
- iv) Informe Final de Resultados del Programa (que incluye el reporte de resultados de todos los indicadores de impacto, de resultados finales e intermedios).

Los informes deberán ser coordinados por la EPMMQ. Asimismo, los 3 primeros deberán ser entregados a la División de Transporte del BID, a través del Jefe de Equipo BID, 90 días posteriores al término de cada uno de los estudios correspondientes. El informe final deberá entregarse 90 días posteriores a la entrega del último informe independiente.

Al término del programa, la Oficina de País –Ecuador elaborará el Informe de Terminación de Proyecto (PCR, por sus siglas en Inglés) con el apoyo de los especialistas de la Sede y de otros especialistas que hayan intervenido en el diseño, ejecución y evaluación de las obras financiadas, o en su caso de aquellos que tengan conocimiento sobre el contexto del programa. Este informe deberá ser aprobado por el Departamento Regional correspondiente a más tardar 180 días posteriores a la fecha de desembolso total.

### **3.7 Coordinación, Plan de Trabajo y Presupuesto de la Evaluación**

La EPMMQ es la responsable de la coordinación o en su caso realización de las actividades de evaluación, lo cual incluye asegurar la recolección, procesamiento y reporte de los datos, incluyendo aquellos que tienen que ser medidos por otras instancias como la Secretaría de Movilidad.

Por su parte el BID, a través del Jefe y Equipo de Proyecto es responsable de coordinar y asegurar que el plan se cumpla con la calidad técnica y el tiempo establecidos. Para ello, llevará a cabo reuniones periódicas con los responsables de la ejecución de este plan y de ser necesario solicitará informes o presentaciones de resultados extraordinarias.

A continuación se presenta el Plan de Trabajo para la Evaluación del programa, el cual incluye las principales actividades y sus respectivos productos, el plazo de cumplimiento, el responsable y el costo, identificando la fuente de financiamiento.

**TABLA 10**  
**SISTEMA DE TRANSPORTE METROPOLITANO DE QUITO: EVALUACIÓN -PLAN DE TRABAJO**

Principales actividades de evaluación/Productos por actividad	Año 2018				Año 2019				Año 2020				Año 2021				Responsable	Costo (USD\$)	Financiamiento
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV			
<b>I. Actualización del Estudio de Movilidad y Demanda 2018</b>																	Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito (EPMQ)	\$ 200,000	
▪ Términos de Referencia para la Adjudicación del Estudio	X																	\$ 5,207	Componente Asistencia Técnica Banco Mundial
▪ Proceso de Selección y Adjudicación -Publicación de Convocatoria -Firma de Contrato	X																	\$ 2,705	
▪ Levantamiento de datos		X																\$ 120,344	
▪ Procesamiento y Análisis de información		X																\$ 60,172	
▪ Informe de Resultados de la Actualización del Estudio de Movilidad y Demanda 2018		X																\$ 11,572	
<b>II. Encuesta de Satisfacción de Usuarios del Metro de Quito 2021</b>																	Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito (EPMQ)	\$ 80,000	
▪ Términos de Referencia para la Adjudicación del Levantamiento de Seguimiento											X							\$ 8,326	Recursos EPMMQ
▪ Proceso de Selección y Adjudicación -Publicación de Convocatoria -Firma de Contrato												X						\$ 4,325	
▪ Diseño de la Encuesta para el Levantamiento de Seguimiento												X						\$ 555	
▪ Entrenamiento a Encuestadores													X					\$ 1,110	
▪ Prueba piloto de la Encuesta													X					\$ 6,476	
▪ Levantamiento de Seguimiento														X				\$ 33,304	
▪ Procesamiento y Análisis de información														X				\$ 16,652	
▪ Informe de Resultados de la Encuesta de Satisfacción de Usuarios 2021															X			\$ 9,251	
<b>III. Actualización del Estudio de Movilidad y Demanda 2021</b>														X	X		Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito (EPMQ)	\$ 200,000	Componente Asistencia Técnica BID
<b>IV. Indicadores de Resultados</b>																	Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito (EPMQ)	\$ 200,000	
Valoración de Metas, calibración y verificación del modelo demande ✓ Minutos promedio por pasajero, usuarios del transporte público ✓ Costos de operación de la flota vehicular de Quito (USD por año) ✓ Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (Toneladas por año) ✓ Pasajeros por día en el Sistema Metro ✓ Nivel de ocupación de pasajeros del Metro (pasajeros por m2). ✓ % de rutas alimentadoras del Metro en funcionamiento ✓ % de la flota de Buses del DMQ bajo un Sistema de Recaudo Unificado ✓ % de usuarios satisfechos con el Metro															X			\$ 200,000	Recursos EPMMQ
<b>V. Análisis Costo-Beneficio Ex post</b>																	Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito (EPMQ)	\$ 60,000	
▪ Términos de Referencia para la Adjudicación del Análisis Costo-Beneficio Ex post														X				\$ 7,763	Recursos EPMMQ
▪ Proceso de Selección y Adjudicación -Publicación de Convocatoria -Firma de Contrato														X				\$ 6,954	
▪ Informe de Resultados del Análisis Costo-Beneficio Ex post																X		\$ 45,283	
<b>VI. Informe Final de Resultados del Programa</b>																X	Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito (EPMQ)	\$ 2,812	Recursos EPMMQ
<b>VII. Informe de Terminación de Proyecto (PCR)</b>																X	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	-	-
<b>Costos Totales:</b>																		<b>USD\$ 742,812</b>	

TABLA 11  
SISTEMA DE TRANSPORTE METROPOLITANO DE QUITO: RESUMEN PRESUPUESTO

Principales actividades de seguimiento/Productos por actividad	Costo (USD\$)	Financiamiento
I. Indicadores de Obra Civil, Instalaciones y Expropiaciones	\$5,850	
Recopilación de información		
▪ Kilómetros de Túnel Construidos con Estructura		
▪ Número de Estaciones Construidas	\$5,850	Recursos EPMMQ
▪ Número de Cocheras Construidas		
▪ Número de Estaciones con Instalaciones Acabadas		
▪ Km de Túnel con Instalaciones Acabadas		
II. Indicadores de Material Móvil	\$585	
Recopilación de Información	\$585	Recursos EPMMQ
▪ Número de Trenes Entregados		
III. Indicadores de Asistencia Técnica	\$3,900	
Recopilación de información	\$1,950	
▪ Número de Informes trimestral de Resultados de la Gerencia de Proyecto Aprobados por la EPMMQ		Recursos EPMMQ
▪ Número de Informes mensual de Resultados de Fiscalización Aprobados por la EPMMQ -	\$1,950	
IV. Procesamiento y Análisis de información	\$3,120	Recursos EPMMQ
V. Informe de Monitoreo de Progreso (PMR)	\$3,120	Recursos EPMMQ
VI. Informe Final de Monitoreo del Programa	\$1,950	Recursos EPMMQ
VII. Actualización del Estudio de Movilidad y Demanda 2018	\$200,000	
▪ Términos de Referencia para la Adjudicación del Estudio	\$5,207	
▪ Proceso de Selección y Adjudicación	\$2,705	
-Publicación de Convocatoria		
-Firma de Contrato		Componente Asistencia Técnica Banco Mundial
▪ Levantamiento de datos	\$120,344	
▪ Procesamiento y Análisis de información	\$60,172	
▪ Informe de Resultados de la Actualización del Estudio de Movilidad y Demanda 2018	\$11,572	
VIII. Encuesta de Satisfacción de Usuarios del Metro de Quito 2021	\$80,000	
▪ Términos de Referencia para la Adjudicación del Levantamiento de Seguimiento	\$8,326	
▪ Proceso de Selección y Adjudicación		
-Publicación de Convocatoria	\$4,325	
-Firma de Contrato		
▪ Diseño de la Encuesta para el Levantamiento de Seguimiento	\$555	Recursos EPMMQ
▪ Entrenamiento a Encuestadores	\$1,110	
▪ Prueba piloto de la Encuesta	\$6,476	
▪ Levantamiento de Seguimiento	\$33,304	
▪ Procesamiento y Análisis de información	\$16,652	
▪ Informe de Resultados de la Encuesta de Satisfacción de Usuarios 2021	\$9,251	
IX. Indicadores de Resultados	\$60,000	
Valoración de Metas, calibración y verificación del modelo demande		
✓ Minutos promedio por pasajero, usuarios del transporte público		
✓ Costos de operación de la flota vehicular de Quito (USD por año)		
✓ Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (Toneladas por año)		
✓ Pasajeros por día en el Sistema Metro	\$60,000	Recursos EPMMQ
✓ Nivel de ocupación de pasajeros del Metro (pasajeros por m2).		
✓ % de rutas alimentadoras del Metro en funcionamiento		
✓ % de la flota de Buses del DMQ bajo un Sistema de Recaudo Unificado		
✓ % de usuarios satisfechos con el Metro		
X. Análisis Costo-Beneficio Ex post	\$60,000	
▪ Términos de Referencia para la Adjudicación del Análisis Costo-Beneficio Ex post	\$7,763	
▪ Proceso de Selección y Adjudicación		
-Publicación de Convocatoria	\$6,954	Recursos EPMMQ
-Firma de Contrato		
▪ Informe de Resultados del Análisis Costo-Beneficio Ex post	\$45,283	
XI. Informe Final de Resultados del Programa	\$2,812	Recursos EPMMQ
XII. Informe de Terminación de Proyecto (PCR)	-	-
TOTAL PRESUPUESTO EPMMQ	\$221,337	
TOTAL OTRAS FUENTES	\$200,000	

## **Bibliografía**

Golias, J. C. 2002. "Analysis of traffic corridor impacts from the introduction of the new Athens Metro System". *Journal of Transport Geography* 10, 91-97.

Baum-Snow, Nathaniel, and Kahn, Matthew E. 2005. *Effects of Urban Rail Transit Expansions: Evidence from Sixteen Cities, 1970-2000*. Maryland, Brookings-Wharton Papers on Urban Affairs.

Ildensborg-Hansen, Jane, and Vuk, Goran. 2006. Transport Impacts of the Copenhagen Metro. Danish Transport Research Institute.

Bhandari, Kirti, Kato, Hirokazu, and Hayashi, Yoshitsugu. 2009. "Economic and Equity Evaluation of Delhi Metro". *International Journal of Urban Sciences* 13(2), 187-203.

Litman, Todd. 2012. *Rail Transit in America. A Comprehensive Evaluation of Benefits*. Victoria Transport Policy Institute.

World Bank, and Inter-American Development Bank. 2009. *Análise Econômica Linha 5 – Lilas: Capão Redondo Chacara Klabin*. São Paulo, Companhia Do Metropolitano de São Paulo.

Spectron Desarrollo S. C. 2009. *Línea 12 del Metro Tláhuac-Mixcoac de la Ciudad de México*. Ciudad de México. Gobierno del Distrito Federal, México.