

METRO DE QUITO
Evaluación de proyecto

Informe Final

Agosto 2012

Andrés Pizarro

Abreviaciones y Acrónimos	4
Capítulo 1 : Análisis	5
1. Introducción	5
1.1. Contexto del informe.....	5
1.2. Objetivo del informe	5
1.3. Breve descripción del proyecto.....	6
2. Riesgo de sobrecostos en la inversión inicial	7
2.1. Estimación de costos en pre-factibilidad	7
2.2. Metodología de estimación de costos en pre-factibilidad.....	8
2.3. Metodología de estimación de costos y costo final estimado	9
2.4. Variación de los costos en la licitación	9
2.5. Variación de los costos durante la construcción	10
2.6. Costos de operación.....	13
3. Riesgos de demanda de transporte	16
3.1. Metodología de modelización	16
3.2. Resultados de la modelización en la línea de Metro	22
3.3. Resultados de la modelización y su impacto en la propuesta de SITM.....	25
4. Riesgos de financiación del proyecto.....	28
4.1. Temas conceptuales del Modelo Financiero	28
4.2. Aplicación del Modelo Financiero	28
4.3. Riesgos de financiación para el Banco.....	29
5. Riesgo de capacidad institucional para el desarrollo y puesta en marcha del proyecto	30
5.1. Esquema propuesto durante la construcción del Metro	30
5.2. Esquema propuesto durante la operación del Metro	32
Capítulo 2 : Valoraciones y estimaciones de riesgos	34
1. Introducción	34
2. Valoración del riesgo de sobrecostos en la inversión inicial.....	34
2.1. Variación de costos a la licitación.....	34
2.2. Variación de costos durante la construcción	36
3. Valoración del riesgo de demanda de transporte.....	44
3.1. Criterios de valoración.....	45
3.2. Estimación de riesgo de demanda	45
4. Valoración del riesgo de financiación.....	46
5. Valoración de la capacidad de pago del DMQ.....	49
5.1. Ingresos y gastos del DMQ.....	49
5.2. Impacto del Metro en las finanzas municipales.....	52
5.3. Análisis y riesgos del impacto del Metro en las finanzas municipales	55
Capítulo 3 : Recomendaciones y sugerencias	58
1. Pliegos y licitación	58
1.1. Proceso de licitación, y contratación	58
1.2. Variación de precios durante la construcción	60
1.3. Costos de operación.....	60
2. Durante la construcción.....	60
2.1. Cambios en el diseño	60
3. Financiamiento	61
3.1. Estructura del financiamiento.....	61
3.2. Capacidad de endeudamiento del DMQ.....	61

4.	Sobre el SITM.....	62
4.1.	<i>La estructura del SITM.....</i>	62
4.2.	<i>Líneas de transporte masivo existentes</i>	62

Abreviaciones y Acrónimos

AMTP	Autoridad Metropolitana de Transporte Publico
BEI	Banco Europeo de Inversión
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BIESS	Banco del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
BRT	Bus Rapid Transit
CAF	Corporación Andina de Fomento
CCN	BRT – Corredor central
DMQ	Distrito Metropolitano de Quito
EDM11	Encuesta domiciliaria de movilidad 2011
EPMMQ	Empresa Publica Municipal Metro de Quito
INEC	Instituto Ecuatoriano de Estadísticas
INP	Instituto Nacional de Previsión
IPCO	Índice de Precios de la Construcción
IVA	Impuesto al Valor Agregado
Km	Kilómetros
KW	Kilowatt
KWH	Kilowatt Hora
SITM	Sistema Integrado de Transporte Metropolitano
US\$	Dólares americanos

Capítulo 1 : Análisis

1. Introducción

1.1. Contexto del informe

El trabajo realizado por el equipo del Consorcio de Madrid, conducido por el Metro de Madrid ha consistido en un primer trabajo de nivel de pre-factibilidad, que se llevó a cabo con las herramientas existentes en cuanto al análisis de la demanda, a saber, el trabajo realizado por Cal y Mayor. Este trabajo de pre-factibilidad, resultó en un diseño preliminar, una evaluación socio-económica, un análisis económico-financiero básico, y un análisis de impacto ambiental y social.

Al ser aceptada la pre-factibilidad del proyecto, se está procediendo a la fase de diseño más avanzado, y que resultará en un diseño básico y un diseño ejecutivo del proyecto. Para la obra civil, el diseño ejecutivo podría llegar a escalas de 1:100, y en el caso de las instalaciones se trabajaría con especificaciones técnicas funcionales.

En la fase de diseño básico, se están profundizando los estudios tales como geológicos, sísmicos, hidráulicos, arqueológicos, y los de demanda usando un modelo de transporte elaborado especialmente para esta tarea. Usando como insumo estos estudios adicionales se llegaría al diseño ejecutivo. El diseño ejecutivo vendría acompañado del correspondiente estudio de impacto ambiental y social y del plan de mitigación.

Por consiguiente, esta evaluación se sitúa a medio camino, ya que los estudios de pre-factibilidad han sido completados, pero no todos los estudios conducentes a arribar al diseño básico o ejecutivo han sido entregados.

1.2. Objetivo del informe

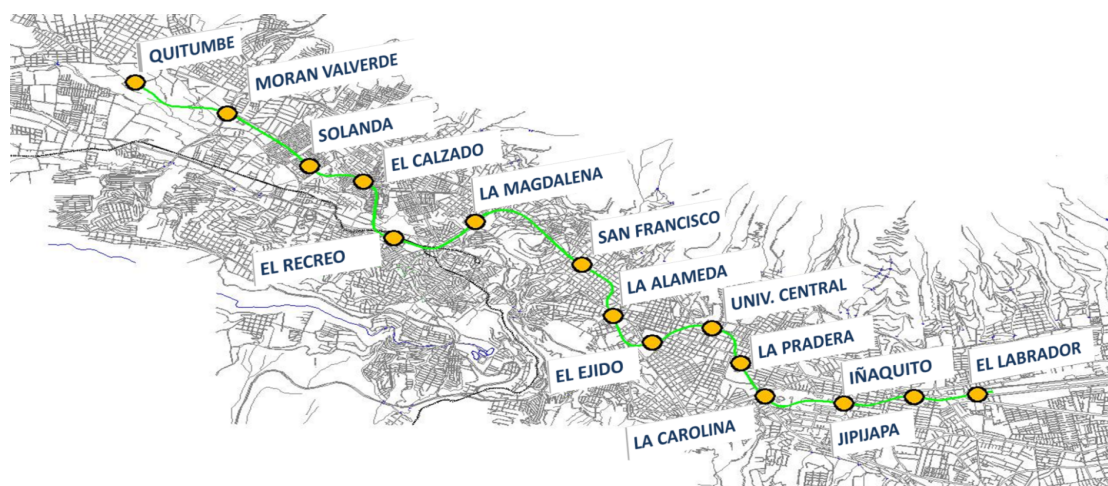
El objetivo de este informe es presentar la evaluación del trabajo realizado por los consultores a fin de que el BID tenga una idea clara del nivel de preparación del proyecto del Metro de Quito y de los riesgos inherentes a la financiación del mismo en cuatro aspectos: (i) costos y posibles sobrecostos; (ii) demanda; (iii) financiamiento y capacidad de endeudamiento; (iv) esquema institucional.

En este sentido, se procederá a presentar la información de contexto y un análisis de la misma (capítulo 1); se procederá a realizar una valoración de los riesgos inherentes en las cuatro dimensiones mencionadas (capítulo 2); y por fin se harán algunas recomendaciones para la evaluación e implementación del proyecto (capítulo 3).

1.3. Breve descripción del proyecto

Se trata de una línea propuesta de 22km, con 15 estaciones y 5 estaciones de reserva a ser construidas en un futuro. La línea propuesta es enteramente soterrada y su construcción utilizaría tres métodos constructivos (tunelera, tradicional, y entre pantallas).

Figure 1 : Primera línea del Metro de Quito



Fuente: ESTUDIO DE INGENIERIA AVANZADA DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE QUITO Y DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO: Documento Síntesis de Ingeniería Avanzada, junio 2012

El presupuesto estimado del proyecto en la fase de ingeniería avanzada es de US\$1,358.94 millones, fuera de los costos de expropiación y de project management.

Cuadro 1 : Presupuesto estimado del proyecto (en millones de US\$ de 2012)

Presupuesto del proyecto (millones de US\$)			
Material rodante			192.82
Obra civil	Cocheras	60.62	990.29
	Túnel, Estaciones e Intercambiadores	929.68	
Instalaciones	Cocheras	5.88	175.83
	Túnel y Estaciones	169.95	
Total			1,358.94

Fuente: ESTUDIO DE INGENIERIA AVANZADA DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE QUITO Y DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO: Documento Síntesis de Ingeniería Avanzada, junio 2012

Por otro lado, se ha avanzado en los posibles montajes financieros para el proyecto, aun cuando esto no ha sido finalizado. En este momento se entiende que el montaje financiero más probable incluye el compromiso por parte del gobierno nacional de cubrir hasta 50% de la inversión más el IVA. El DMQ se debería hacer cargo del resto. Por lo pronto las fuentes de financiamiento que han mostrado su interés son el BEI, el BID, la CAD, el BIESS, y varias entidades de crédito a exportadores.

Cuadro 2 : Montaje financiero propuesto (US\$ millones de 2012)

	Gobierno nacional	DMQ
BEI	250	
BID	200	
CAF	200	
BIESS		344
Créditos Exportadores		164
Fondos propios		200
Total	650	708

Fuente: Elaboración propia

2. Riesgo de sobrecostos en la inversión inicial

2.1. Estimación de costos en pre-factibilidad

La experiencia internacional en la construcción de metros, basados en obras completadas, indica que el costo de obras de metros depende fundamentalmente de la obra civil. Si bien, el material rodante e instalaciones pueden llegar a componer hasta 50% del costo final de la obra (dependiendo en la capacidad ofertada), la variación en el costo del material rodante entre suministradores es generalmente baja. Es la obra civil que determina el costo final de la obra.

La obra civil de manera simplificada puede agruparse en tres tipos: (i) a nivel; (ii) elevada; o (iii) subterránea.

La obra a nivel ¹ incluiría la plataforma y vías simplemente, sin incluir infraestructura de soporte o contención. Este tipo de obra generalmente se lleva a cabo en servidumbres existentes, sobre antiguas líneas férreas, o al salir de las zonas urbanas más densas. Algunos ejemplos de esto son, una parte de la línea de Medellín, o de la línea 4 del metro de Santiago.

Por lo general, estos proyectos pueden oscilar entre 10MUS\$/km y 25 MUS\$/km, incluyendo en este monto material rodante e instalaciones.

La obra elevada es soportada por un viaducto, que puede ser realizado de muchas maneras o tener diseños variados. Desde hormigón armado, hormigón pre-tensado, o acero como material de construcción a diseño de viga única, cajones, etc. como diseño estructural.

Por lo general, estos proyectos pueden oscilar entre 30MUS\$/km y 50 MUS\$/km, incluyendo en este monto material rodante e instalaciones.

La obra soterrada también puede llevarse a cabo de muchas maneras; (i) trinchera cubierta; (ii) túnel método tradicional; (iii) túnel con tunelera. Los costos también varían en este caso según el método, siendo los primeros dos más económicos que la tunelera.

¹ En este caso, se presupone la existencia de la servidumbre para la obra, de no ser así el nivel de expropiación que se agregaría a los costos sería muy variable y haría imposible esta comparación.

Por lo general, estos proyectos pueden oscilar entre 45MUS\$/km y 150 MUS\$/km, incluyendo en este monto material rodante e instalaciones.

Al hacer estas comparaciones, hay que estar muy al tanto de lo que incluye cada proyecto, por ejemplo la línea Meteore (línea 14) de París, tal vez una de las mas caras recientemente construidas fue del orden de 150 MUS\$ en gran parte por el trabajo en las estaciones y por la introducción de un material rodante automático especialmente diseñado para la línea.

Un estudio financiado por el Banco Mundial, también llegó a las mismas conclusiones, arriba mencionadas sobre la base de un análisis de un número variado de proyectos construidos. En otras palabras, resumiendo los análisis, se podría concluir lo siguiente:

Cuadro 3 : Costo promedio de metros según tipo de infraestructura

Infraestructura	Costo total (US\$M de 1987) ²	Costo total (US\$M de 2002) ³
A nivel	8-27	10-25
Elevada	22-60	30-50
Soterrada	50-165	50-140

Fuente: Elaboración propia y Estudio Banco Mundial

2.2. Metodología de estimación de costos en pre-factibilidad

Para arribar a los costos arriba mencionados, los consultores, dentro del marco del estudio de pre-factibilidad, hicieron una transposición de costos basados en costos de las últimas obras en Madrid. La metodología es estándar.

Se usaron todos los rubros de costos generalmente presentes en las obras de metro de Madrid, se cuantificó la obra usando el nivel de diseño preliminar y se usaron los costos unitarios de Madrid, con un factor para transponerlos a Quito.

El factor que se usó se elaboró comparando últimas obras en Madrid y Quito, que podían ser comparables y en los rubros principales se encontró un factor de equivalencia. Para algunos rubros este fue más alto y para otros mas bajo.

Esta metodología es adecuada para el nivel de pre-factibilidad y se arribó a cifras que están dentro de lo esperado, como se dijo anteriormente.

La limitante con esta metodología de transposición de costos es que no puede dar cuenta del nivel de competencia existente en los mercados para obtener los precios indicados. En otras palabras, en Madrid una obra se puede licitar en 100 contratos, para abrir la competencia a un número mayor de pequeñas empresas

² World Bank Urban Transport Strategy Review- Mass Transit in Developing Countries; Halcrow – Fox, 2000

³ Base de datos del consultor

en muchos rubros, el efecto que ello tiene en el precio es imposible de traducir por esta metodología.

Por consiguiente, la cantidad de oferentes en las o la licitación proyectada para el Metro de Quito, tendrá un efecto en el precio. Probablemente, el precio sea mayor ya que se espera una estructura de licitaciones con menos contratos, por lo tanto menos oferentes y seguramente redundará en un factor de precio mayor, que no se ha considerado.

2.3. Metodología de estimación de costos y costo final estimado

El diseño final tiene un grado de detalle muy elevado, de escala 1:100, para muchos elementos por ejemplo, en otras palabras es un nivel de diseño para pasar directamente a construir, sin ajustes a ser realizados por el contratista.

Para la obra civil, la estimación de precios se hizo analizando obras recientes en Quito para determinar los costos unitarios de los cientos de rubros que componen la descomposición del costo estimado de la obra. Aquí el nivel de error dependerá de la justeza de los precios unitarios ecuatorianos que se consigan, y el traspaso de costos unitarios de obras que nunca se han ejecutado en el Ecuador. El nivel muy detallado de rubros limita y dispersa el riesgo de error de estimación de los costos unitarios.

Al igual que en pre-factibilidad, siempre subsistirá el error de precios (en los pocos que se traspongan) en la transposición debido al nivel de competencia de los mercados ecuatorianos y españoles en material de contratos de construcción de metros.

2.4. Variación de los costos en la licitación

El nivel de diseño constructivo, base de la licitación, es el más detallado que se puede llegar previo a una construcción, por lo tanto el nivel de error en cantidades o diseño es el menor que puede haber para este tipo de obra, previo a la licitación.

Dentro de este contexto, se puede llegar a una estimación bastante buena para la mayoría de los precios. Las instalaciones y material rodante no suelen variar mucho ya que el contexto no hace que los precios de lista de los proveedores se modifiquen mucho. La dificultad de la estimación estaría en la obra civil.

La estimación de cantidades será muy precisa, y es muy difícil que en la preparación de una oferta hecha para la licitación un consorcio de firmas pueda mejorar el análisis y metraje que ha hecho la autoridad con los estudios que lleva a cabo en los últimos 3 años. Lo más probable es que en las ofertas, las firmas se acerquen mucho al metraje y cantidades del proyecto de la autoridad. Esto es aun mas probable, dado que la licitación se hará por costos unitarios, con lo cual los errores que puedan haber en las cantidades son asumidas por el contratante

y no el contratista durante la construcción. Por ello, no se estima variación en la licitación de las cantidades y metrajes en relación al proyecto de la autoridad.

En cuanto a los precios unitarios, si bien se ha hecho un trabajo muy a conciencia de la estimación de los mismos, siempre subsistirán dos riesgos principales en estos cálculos. El primero tiene que ver con la estimación de precios unitarios para componentes y actividades que nunca han sido realizadas en Quito y cuya transposición a Quito puede llevar errores, y el segundo es el impacto de la competencia en la licitación. La limitada competencia que habrá en Quito en relación a la construcción de metros en España, es difícilmente discernible.

En fin, los contratantes pueden agregar factores a sus precios que tengan que ver con riesgos que perciban en el posible aumento de costos durante la obra. Ello se mitiga con la ecuación paramétrica de ajuste de precios durante la construcción. Esta debe ser detallada y justa de manera tal que el contratista no perciba ningún riesgo de que sus precios no sean ajustados correctamente durante la vida de la construcción de la obra.

2.5. Variación de los costos durante la construcción

El costo final de la obra puede variar durante la construcción del valor firmado del contrato a la adjudicación. Esto puede suceder por varias causas:

- errores en el diseño ;
- cambios de diseño durante la construcción;
- aumento de precios unitarios de los insumos;
- atrasos en la obra;
- fuerza mayor;

Los causales de variación de costos se pueden dividir en variación de cantidades o variación de precios unitarios.

2.5.1. Errores de diseño

En el caso del Metro de Quito, la variación de cantidades debido a errores de diseños esta altamente reducido dado el nivel de detalle del diseño. Este enfoque reduce las probabilidades de errores de este tipo. El nivel de detalle de los estudios geológicos, sísmicos e hidrológicos, también reduce las probabilidades de eventos imprevisto, pero lógicamente no los elimina. En el costo estimado de proyecto se asume un imprevisto de 2.5% atribuible a imprevistos en el subsuelo.

En segundo lugar, pueden haber errores de concepción del diseño. Aunque esto también sea limitado en Quito debido al tiempo de estudio que ha llevado el

proceso de diseño. Que esto se revele durante de la construcción puede ocasionar un sobre costo importante.

2.5.2. Cambios de diseño durante la construcción

Cambios de diseño durante la construcción deben ser evitados a toda costa ya que su costo marginal es extremadamente alto. Por lo tanto, se debe evitar terminantemente cualquier modificación de diseño por cambios de parecer del contratante. Estos pueden suceder por mejoras, o demandas publicas o políticas que pueden y suelen surgir en el tiempo.

Los cambios en diseño que se consideraran en este acápite, son cambios que tienen que ver con mejoras o agregados al diseño, pero no con corrección de errores. Los cambios que suelen suceder en estos casos son de ampliación de mejoras, por ejemplo: agregar funcionalidades a los trenes (aire acondicionado, mayor tecnología etc.), agregar obras que han sido preparadas para fases ulteriores (estaciones, extensión de líneas, ampliar el numero de accesos a las estaciones etc.), agregar equipamientos en estaciones (escaleras mecánicas, ascensores, etc.).

Este riesgo se puede limitar al ser un contrato por costos unitarios y tener una clara dimensión del costo unitario de cada elemento. Esto le da transparencia a cualquier adicional que se le agregue a la obra. Por fin, se requiere una estricta supervisión de la obra por parte de la fiscalización y del Banco. Incluso se puede incluir una clausula en el convenio de préstamo, prohibiendo cualquier adicional al diseño original.

2.5.3. Aumento de precios unitarios durante la construcción

En el mejor de los casos, durante la construcción los precios variarán como variarían naturalmente en un periodo de 3 años; en el peor de los casos, la obra misma causará un efecto en los precios creando inflación en algunos insumos como: (i) mano de obra; (ii) acero; (iii) hormigón; (iv) combustibles. El impacto de la obra en los precios podrá venir de un exceso de demanda en el mercado o bien de especulación por la importancia de la obra. Este efecto, es difícilmente previsible ya que dependerá del nivel de obras que se estén realizando en el país cuando empiece la construcción del metro.

Hay poco que se pueda hacer contra estas variaciones de precios, ya que no dependen del proyecto. El hecho que haya una industria cementera nacional, y que el combustible este subsidiado, tal vez sirva de algún limitante a la escasez y aumento especulativo del hormigón para la obra. Sin embargo, para los otros insumos sólo cabe que el margen previsto del potencial aumento de precio en la estimación del precio a la licitación sea amplio, para cubrirse de este impacto.

2.5.4. *Atrasos de la obra*

Los atrasos de la obra pueden repercutir en el precio de la misma por dos vías: (i) gastos fijos (del contratista y contratante); y (ii) inflación de los precios unitarios.

La primera vía se puede ver reducida por el tipo de contrato que se firme con el contratista, y se estipule muy claramente cómo se reparten los riesgos de atraso de obra y cómo se limitan las consecuencias financieras de dichos atrasos. En particular, un contrato por costos unitarios en lugar de uno por suma alzada daría mas flexibilidad para manejar estos atrasos y las consecuencias financieras del mismo.

La segunda vía, es imposible evitar. Lo único que se puede hacer es tratar de terminar la obra en el tiempo estipulado. El aumento de precios por inflación o tiempo transcurrido, no debe afectar al contratista negativamente, para que este no le “cobre” al contratante más que el aumento natural de los precios. En otras palabras, los contratos deben tener formulas de ajuste de precios claras y que traduzcan correctamente los aumentos de precios, de manera tal que los contratistas no “multipliquen” sus precios de oferta indebidamente para cubrir riesgos de inflación.

Las formulas de ajustes de precios deben ser detalladas y acordes con la estructura de precios unitarios estimadas en el diseño ejecutivo y ser coherentes con él. Se sugiere que la formula de ajuste sea elaborada por el contratante como parte de los pliegos, para limitar el riesgo que puede conllevar una ponderación excesiva de algunos precios en la oferta que aparecerían en esta formula.

2.5.5. *Fuerza mayor*

Como en toda obra causas de fuerza mayor van a incidir en el precio final de la obra. En el caso del Metro de Quito, los riesgos de fuerza mayor posibles y tal vez más probables que en otras obras pueden ser: (i) sísmicos; (ii) climáticos; y (iii) arqueológicos.

Estos riesgos han sido o están siendo evaluados y acotados a través de los importantes estudios previos al diseño. A raíz de estos estudios, se tiene una gran claridad de que partes del sub-suelo son más vulnerables, y se ha previsto obras de emergencia de refuerzo de suelos.

Asimismo, se han hecho sondeos arqueológicos, a fin de tener mayor claridad de lo que puede encontrarse en el subsuelo del centro histórico y así adaptar las técnicas constructivas.

A pesar de todo lo antedicho, la fuerza mayor es siempre posible. Cabe señalar, sin embargo, que la red de metro más densa de América Latina, la de México DF, está construida en condiciones similares. Por lo tanto en este análisis, se

considerará que la consecuencia de eventos de fuerza mayor será atrasos en la obra, y se valorará de la misma manera que éstas.

2.6. Costos de operación

Los costos de operación evaluados son los costos a nivel pre-factibilidad. Durante los estudios más detallados, se lleva a cabo el estudio operacional que debiera arrojar valores de costos de operación más acordes al plan de operación propuesto y por ende más exactos.

Los costos de operación se estimaron teniendo en cuenta los costos de personal, costos de energía, costos de materiales, costos de servicios y maquinaria derivados de la operación del servicio de transporte. A continuación se presentan los rubros y las hipótesis utilizadas para la estimación de los costos.

2.6.1. Costos de personal

Las hipótesis para calcular los costos del personal operativo fueron los siguientes:

- 5 conductores por tren operativo;
- 16 empleados por estación (sin incluir personal de mantenimiento y limpieza);
- 30 supervisores para el control de boletos;
- 24 horas de vigilancia en el centro de control y 20 horas en las estaciones y trenes.

Se utilizó la estructura salarial actual de la EPMMQ y se agregó un 10% adicional para la contratación de personal eventual. Así, se concluyó que el personal operativo necesario sería de 688 por un costo anual en 2020 en US\$ corrientes de 9.7 millones de US\$.

Cuadro 4 : Costo promedio de metros según tipo de infraestructura

	Costo anual en 2020 (millones de US\$ corrientes)	Numero de empleados
Personal de estaciones	3.9	304
Conductores	1.5	120
Vigilantes de estaciones y trenes	3.9	216
Vigilantes del centro de control		18
Supervisores	0.4	30
Total	9.7	688

Fuentes: Informe de Ejecución Presupuestal 2009 del Metro de Medellín y ESTUDIOS PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE QUITO Y FACTIBILIDAD DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO: Estudio Económico-Financiero (E 3.4)

2.6.2. Costos de energía

El equipo consultor considero las siguientes hipótesis para estimar el costo de consumo energético del sistema:

- Precio base de la electricidad: 0,05 USD / KWh.
- Consumo de energía de tracción: 4 kW por coche.
- Kilometraje anual medio por coche: 196.000 km / año .
- Consumo de electricidad para otros usos (alumbrado, etc.): 25% del consumo de energía de tracción.

Por lo tanto el costo de la electricidad por coche es de 0,20 US\$ por coche-km (4 Kwh/coche-km).

Tomando en cuenta los vehículos-km estimados, teniendo en cuenta el kilometraje estimado, el costo anual inicial por consumo eléctrico asciende a 4.0 millones de US\$ de 2010.

2.6.3. Otros costos operativos

Dentro de este rubro se incluye el uso de maquinaria, servicios y materiales que se emplean en la operación. El consultor estimó estos montos a partir de factores que surgen de la experiencia operativa en España:

- US\$ 25,674 por tren para los materiales;
- US\$ 10,500 por km de línea para los servicios;
- US\$ 55,400 por km de línea para la maquinaria;

2.6.4. Costos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento se estimaron con factores en función de la cantidad de coches, estaciones y kilómetros de línea.

Cuadro 5 : Costo anual de mantenimiento

Costos anuales de mantenimiento	
Mantenimiento de la infraestructura e instalaciones	
Mantenimiento de la obra, instalación y cocheras	132,000 US\$/km de línea
Mantenimiento y limpieza de las estaciones	35,000 US\$ por estación
Mantenimiento del material móvil	
Mantenimiento ordinario (ciclo corto)	19,860 US\$ por coche
Mantenimiento mayor (ciclo cada 5 años)	92,300 US\$ por coche

Fuentes: Informe de Ejecución Presupuestal 2009 del Metro de Medellín y ESTUDIOS PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE QUITO Y FACTIBILIDAD DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO: Estudio Económico-Financiero (E 3.4)

2.6.5. Costos de gestión

Se denominan costos de gestión todos los costos ligados a la administración del sistema de metro. Los cálculos de estos costos se hacen en función del personal que se imagina sería asignado a la empresas que gestione el metro y una escala salarial acorde. Se agrega una asesoría técnica de operación de US\$7 millones por año entre 2016 y 2020 hasta que la estructura y personal de la EPMMQ adquiera la capacidad y entrenamiento necesario y seguros y gastos generales.

El equipo consultor imagino una estructura empresarial de 30 empleados.

Cuadro 6 : Costo anual de gestión (2016-2020)

Costos anuales de gestión de la EPMMQ periodo 2016-2020	
Dirección y administración	740,474 US\$ por año
Asistencia técnica a la explotación	7,000,000 US\$ por año
Seguros	1,300,000 US\$ por año
Gastos generales	700,000 US\$ por año

Fuentes: Informe de Ejecución Presupuestal 2009 del Metro de Medellín y ESTUDIOS PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE QUITO Y FACTIBILIDAD DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO: Estudio Económico-Financiero (E 3.4)

Después de 2020, la asistencia técnica externa se reemplaza por la supervisión y control del sistema efectuado por la misma EPMMQ. Se deja un presupuesto para servicios externos.

Cuadro 7 : Costo anual de gestión de 2021 en adelante

Costos anuales de gestión de la EPMMQ periodo 2016-2020	
Dirección y administración	740,474 US\$ por año
Supervisión y control del sistema	1,350,000 US\$ por año
Servicios externos	1,000,000 US\$ por año
Seguros	1,300,000 US\$ por año
Gastos generales	700,000 US\$ por año

Fuentes: Informe de Ejecución Presupuestal 2009 del Metro de Medellín y ESTUDIOS PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE QUITO Y FACTIBILIDAD DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO: Estudio Económico-Financiero (E 3.4)

Los costos presentados fueron analizados en comparación a otros sistemas de metro de América Latina, y si bien las comparaciones son difíciles, los costos parecieran estar dentro del rango de lo esperado. A título de ejemplo, se compararon los costos de operación proyectados para 2020, al metro de Medellín en 2009, y al de Santiago de Chile en 2011 y se normalizaron los costos por pasajeros anuales transportados y kilómetros de línea. Lógicamente la comparación por kilómetro de línea es menos representativa ya que no da cuenta de la estructura operativa de los sistemas.

Cuando el consultor realice los últimos estudios deberá aclarar si en los costos operativos incluye los seguros (presente en la estructura de costos de Medellín y Santiago) y como considera la depreciación del material móvil (incluido en la estructura de costos del metro de Santiago).

**Cuadro 8 : Comparación de Costos Operacionales Anuales entre Quito y Medellín
(en US\$)**

	Quito (2020)	Medellín (2009)	Santiago (2011)⁴
Personal	10,641,596	27,181,176	100,606,698
Energía	11,475,608	7,825,882	59,315,396
Otros costos de operación	3,556,754	1,209,412	
Mantenimiento	15,272,316	4,725,294	60,592,570
Gestión	10,960,073	11,658,824	
Otros	263,186	20,571,176	80,190,896
Total	52,169,533	73,171,765	300,705,560
Km de línea	22	28.8	103.6
Pasajeros Año (millones)	108	150	640
Costos/km (millones US\$)	2.38	2.59	2.90
Costos/pasajeros (US\$)	0.483	0.488	0.469

Fuentes: Informe de Ejecución Presupuestal 2009 del Metro de Medellín, ESTUDIOS PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE QUITO Y FACTIBILIDAD DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO: Estudio Económico-Financiero (E 3.4) y Memoria del Metro de Santiago de Chile de 2011.

3. Riesgos de demanda de transporte

El consultor realizó dos procedimientos de estimación de demanda, uno basado en un trabajo previo de Cal y Mayor, y otro basado en un modelo de transporte propio desarrollado a partir de una Encuesta Hogares realizada como parte de los estudios propios del consultor. Se usó el primer procedimiento en pre-factibilidad y el segundo para los estudios de diseño básico y ejecutivo.

El modelo de transporte provee datos de insumo para las evaluaciones económico-sociales, económico-financiera, así como para las propuestas de trazado y dimensionamiento del metro, y reestructuración del SITM.

Se llevó acabo el análisis de ambos procedimientos, pero es sólo pertinente la evaluación del modelo de transporte propio del consultor y su utilización dentro del marco de este trabajo, y esto se presenta a continuación.

3.1. Metodología de modelización

El modelo de transporte estimado y aplicado en el marco de este estudio, es un modelo de cuatro etapas agregado. Con un modelo de reparto modal que crea una matriz de viajes en transporte público sin distinguir el modo, y una matriz en

⁴ Los rubros en los costos de operación en los Estados Financieros del Metro de Santiago no diferencian el personal de mantenimiento del de gestión. Los otros costos de operación y otros costos están en el mismo rubro.

transporte privado. La distinción del modo de transporte público se da en la etapa de asignación, a través de la comparación del costo generalizado de viaje entre origen y destino de cada modo de transporte público.

Este tipo de modelo es poco explicativo de los fenómenos de que están en juego, por ser agregado, y no es muy apropiado en situaciones de disparidades en comportamientos. Suelen ser bastante robustos por que requieren muchos datos para su estimación. Sin embargo, en un lugar de grandes desigualdades sociales como Quito, habría que ser cuidadoso con su uso.

A continuación se presenta un análisis de los modelos de cada una de las etapas.

3.1.1. *Modelo de Generación/Atracción*

El modelo de generación/atraccción es un modelo agregado cuya unidad de viaje es la zona de transporte. Todos los datos de insumo al modelo son zonales. Este enfoque produce algunas ventajas a la hora de aplicar el modelo ya que se obtienen mas fácilmente datos agregados, sin embargo carece de mucho valor explicativo al desasociar los datos del hogar, y al asumir homogeneidad zonal.

Se estimaron 4 sub-modelos: (i) viajes basados en el domicilio; (ii) viajes no basados en el domicilio; (iii) viajes hora pico de la mañana; (iv) viajes hora pico de la tarde.

Las variables dependientes son población mayor de 5 años, motorización (número de autos por zona), puestos de trabajo, lugares de estudio, número de centros atractores, y centros singulares de atracción.

La especificación de los modelos es muy simple y mecanicista como suelen ser los modelos de generación y atracción agregados. Sin embargo, los modelos presentan coeficientes razonables y estadísticos de los modelos buenos (t-Student y R²) por lo que demuestran ser robustos.

3.1.2. *Modelo de Distribución*

El modelo de distribución es un modelo gravitacional sencillo en el que se usa el costo generalizado entre orígenes y destino como impedancia. Se hicieron cuatro sub-modelos, siguiendo la lógica del modelo de generación/atraccción: (i) viajes basados en el domicilio; (ii) viajes no basados en el domicilio; (iii) viajes hora pico de la mañana; (iv) viajes hora pico de la tarde.

Las estadísticas son presentadas para el modelo de distribución, y tanto estas como los coeficientes indican que los sub-modelos son robustos.

El consultor además preparo una rutina adicional que transforma los resultados de los modelos hasta este punto, a sistemas zonales con mayor detalle. Este es un procedimiento estándar. Al final de estas dos etapas de modelación, se dispone

de una matriz de viajes para todos los modos: (i) diaria; (ii) hora pico de la mañana; (iii) hora pico de la tarde; (iv) hora valle.

Se obtienen la matriz de viajes hora valle con la diferencia de los resultados diarios con los de las horas picos.

3.1.3. *Modelo de Reparto Modal*

Este modelo es el que determina cuantos viajes se hacen en que modo de transporte. Al final de su aplicación se obtienen matrices de viajes por modo. Este proceso se aplica a las 4 matrices que salen de la etapa anterior.

El modelo de reparto modal se inicia con el concepto de cautividad, vale decir que hay gente que no puede elegir otro modo de transporte que el público por que no dispone de alternativas. El informe indica que se estimó un modelo de cautividad y luego un modelo de reparto modal para la proporción de usuarios no cautivos del transporte público, o sea los que poseen un vehículo particular.

El modelo de cautividad es una regresión simple que contiene la relación de motorización y población en la zona de origen del viaje y en la de destino, además de una constante. El modelo es sencillo, y como indicado anteriormente, adolece de valor explicativo ya que no da cuenta de los posibles fenómenos de desigualdad en la posesión vehicular en Quito. Sin embargo, es muy robusto, los estadísticos son altos, y tiene la ventaja de ser fácilmente aplicable.

Luego se estimó un modelo de reparto modal desagregado de tipo logit, basado en una encuesta de preferencias declaradas y los demás datos existentes. Este modelo se aplica a la matriz M2 (demanda no cautiva) y produce las matrices M21 de transporte público y M22 de transporte privado.

Luego se estimó otro modelo de reparto modal de tipo logit aplicable a las matrices M21 de transporte público, para obtener la matriz M211 de transporte colectivo y M212 de taxis.

Finalmente, la matriz de transporte privado M22 se divide en matriz M221 de transporte privado por conductor, y M222 de transporte privado acompañante.

A partir de este modelo se suman las matrices que se asignaran a la red de transporte privado (M221 vehículo privado conductor, y M212 taxi) y la de transporte público (M1 cautivos, y M211 viajes no cautivos que optan por transporte colectivo).

En ambos casos, los modelos de reparto modal toman en cuenta sólo el tiempo y costo del viaje. De tal manera que mejoras en la calidad de la tecnología o del servicio del transporte no pueden ser tomadas en cuenta. En otras palabras, si la oferta mejora y se mantiene el mismo precio del boleto, el modelo no detectará un traspaso adicional de demanda del vehículo particular al transporte público.

Este enfoque hace que el modelo no es capaz, de determinar si la inversión en aire acondicionado en los trenes de metro, atraería viajeros adicionales.

A pesar de lo arriba mencionado, los estadísticos del modelo son altos y muestran robustez. Como los anteriores modelos, se ha sacrificado valor explicativo a cambio de robustez y sencillez de aplicación.

3.1.4. *Modelo de Asignación*

El modelo de asignación se aplica con el programa TRANSCAD. Se asignan separadamente los viajes en transporte privado, y los en transporte público. El método de asignación es bastante estándar y se usa un costo generalizado para determinar la selección de los caminos de viajes. Aunque el informe no lo indica, se supone que las asignaciones se hacen a la hora pico y hora valle.

El proceso de asignación de transporte privado no requiere mucho comentario. Es bastante estándar, y se ha procedido lógicamente. El proceso de asignación de transporte público si requiere comentarios más detallados.

Se utilizó el valor de 2.0 US\$/hora como el valor del tiempo, en la formulación del costo generalizado. Este valor sale de la encuesta de preferencias declaradas. Al ser un modelo agregado, el valor se aplica a todos los usuarios, no distinguiendo condición socio-económica o diferenciando entre hora pico y hora valle. Esto es típico de los modelos agregados.

El consultor utilizó factores de tiempo en el vehículo, en espera y en caminata y una penalidad fija por el hecho de trasbordar. Estas penalidades se suelen obtener de estudios de preferencias declaradas cuando la población no ha experimentado mucho el esquema del trasbordo. El consultor en este caso estima que la experiencia actual en Quito, de una red relativamente tronco-alimentada, le permitió sacar estos valores de las preferencias reveladas. Así estos valores se dedujeron como resultado de la calibración.

Este enfoque es aceptable, aunque corre el riesgo de el desconocimiento de la población del metro y por consiguiente de no distinguir las penalidades según el modo. En cualquier caso, este enfoque tenderá a subestimar la demanda en el metro.

La calibración del modelo de asignación, que de alguna manera sostiene el enfoque de las preferencias reveladas, da buenos resultados en comparación de volúmenes de usuarios por modos, en tiempos de viajes en vehículos y en cantidad de trasbordos. El modelo sobre estima el tiempo de caminata de acceso y egreso de los modos.

En conclusión, se puede decir que el modelo está bien calibrado.

3.1.5. Aplicación del modelo

Al aplicar el modelo se presenta el cuadro siguiente como calidad de la calibración en volúmenes de viajes:

Cuadro 9 : Calibración del modelo de asignación – Movilidad Mecanizada

Movilidad mecanizada (viajes)		EDM11 (con censo)		Modelo (junio 2012)	
Público	Uso general	2,254,942	86.21%	63.17%	2,210,327
	Escolar y empresa	360,588	13.79%	10.10%	
	Total	2,615,530	100.00%	73.27%	
Privado	Auto	819,622	85.90%	22.96%	
	Taxi	134,548	14.10%	3.77%	
	Total	954,171	100.00%	26.73%	974,550
Total		3,569,701		100.00%	

Fuente: ESTUDIOS PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE QUITO Y FACTIBILIDAD DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO: Modelo de Demanda – Aclaraciones Julio 2012

Cuadro 10 : Calibración del modelo de asignación – Usuarios de transporte público

Tipo de línea	EDM11(con censo)	Modelo (junio 2012)
Convencional	2,317,744	2,393,777
Alimentador	277,938	336,021
Transversales		
Expresos		
SUBTOTAL	2,595,682	2,729,798
Ecovia	100,523	102,148
Trolebús	231,988	228,149
CCN	136,279	132,191
Sur oriental	41,077	56,895
Sur occidental		
Nor-oriental		
SUBTOTAL	509,867	519,383
Metro (sin inducción)		
Total general	3,105,549	3,249,181

Fuente: ESTUDIOS PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE QUITO Y FACTIBILIDAD DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO: Modelo de Demanda – Aclaraciones Julio 2012

En términos de volúmenes por modo de transporte el modelo en términos agregados esta bien calibrado. No se dispone de datos para opinar sobre la calidad de calibración de cada línea de transporte público.

Cuadro 11 : Calibración del modelo de asignación – Trasbordos

Distribución viajes por etapas	EDM11	Modelo (junio 2012)
Sin Trasbordos	64.90%	67.50%
Un trasbordo	28.70%	22.00%
Dos trasbordos	5.70%	7.70%
Mas de dos trasbordos	0.70%	2.80%
Total	100.00%	100.00%
Promedio de trasbordos por viajes	0.42	0.47
Promedio de trasbordos de los viajes con mas de dos trasbordos	3.10	3.25

Fuente: ESTUDIOS PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE QUITO Y FACTIBILIDAD DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO: Modelo de Demanda – Aclaraciones Julio 2012

En cuanto a la cantidad de trasbordos, el modelo tiende a sobre estimar la cantidad de trasbordos que los usuarios están dispuestos a realizar. En particular, sobre estima al doble los viajes con dos trasbordos o mas. Siendo esto un numero de viajes pequeños, se puede considerar que el modelo esta bien calibrado. Habrá que tener presente este sesgo a la hora de analizar los resultados.

Cuadro 12 : Calibración del modelo de asignación – Tiempos

Tiempo (min)	EDM11	Modelo	Diferencia
Total viaje	60.4	64.7	7.0%
En vehículo+espera	48.4	46.8	-3.4%
Caminata			
Total	12.0	17.9	48.9%
Acceso+dispersión	11.2	17.3	54.1%
Trasbordo	0.8	0.6	-24.9%

Fuente: ESTUDIOS PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE QUITO Y FACTIBILIDAD DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO: Modelo de Demanda – Aclaraciones Julio 2012

Los tiempos parecen estar bien calibrados con la excepción del tiempo de caminata al acceso y egreso del modo de transporte. Esto suele suceder, ya que la gente tiende a subestimar los tiempos cuando es interrogado en encuesta, y por la dificultad que implica en los modelos representar los arcos de caminata.

Cuadro 13 : Calibración del modelo de asignación – Tiempos por Orígenes-Destinos

Relación	EDM11		Modelo		Diferencia	
	Viaje	Caminata	Viaje	Caminata	Viaje	Caminata
Centro/centro	43.9	11.5	38.5	19.3	-12.3%	67.9%
Centro/norte	54.5	12.3	54.1	19.4	-0.8%	57.5%
La Delicia Urbano – Calderón/La Delicia Urbano -Calderón	45.5	11.0	48.0	18.5	5.3%	68.0%
Norte/La Delicia Urbano- Calderón	64.2	12.2	69.6	19.2	8.3%	57.8%
Norte/norte	45.4	10.5	39.7	18.1	-12.5%	72.0%
Quitumbe-Sur Urbano/Centro	61.5	12.4	59.8	20.7	-2.7%	66.8%
Quitumbe-Sur Urbano/Norte	81.2	12.6	76.3	21.4	-6.1%	69.7%
Quitumbe-Sur Urbano/ Quitumbe- Sur Urbano	44.4	10.3	49.2	19.9	10.6%	94.4%
Tumbaco- Aeropuerto/Tumbaco- Aeropuerto	46.5	12.8	51.5	20.0	10.7%	56.1%

Fuente: ESTUDIOS PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE QUITO Y FACTIBILIDAD DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO: Modelo de Demanda – Aclaraciones Julio 2012

En el cuadro arriba, se nota para los orígenes y destinos principales que el modelo esta bien calibrado para el tiempo total y sobre estima el tiempo de caminata.

3.2. Resultados de la modelización en la línea de Metro

Los resultados de la modelización, indican un aumento en la cantidad de viajes en transporte público, debido a la mejor cobertura de la red de buses, presumiblemente, y un volumen de pasajeros en el metro de 330 mil a 356 mil por día, según la fase. A estos valores de pasajeros de metro el consultor agrega un 5% adicional de viajes inducidos. La fase A incluye el CCN hasta Seminario, con BRT actuales y BRT Suroccidental. La fase B incluye el CCN hasta El Labrador, con BRT actuales y BRT Suroccidental.

Cuadro 14 : Resultados del modelo de asignación – Demanda del SITM

Tipo de línea	Sin SITM	Con SITM	
		FASE A-2011	FASE B-2011
Convencional	2,394,948	2,131,482	2,185,183
Alimentador	336,185	428,141	427,130
Transversales		362,736	345,024
Expresos		90,676	91,620
SUBTOTAL	2,731,133	3,013,036	3,048,956
Ecovia	102,198	76,126	78,160
Trolebús	228,261	105,540	109,451
CCN	132,256	105,692	52,212
Sur oriental	56,923	207,473	207,944
Sur occidental		132,301	123,339
Nor-oriental			
SUBTOTAL	519,637	627,132	571,106
Metro (sin inducción)		330,728	356,600
Total general	3,250,770	3,970,895	3,976,663

Fuente: ESTUDIOS PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE QUITO Y FACTIBILIDAD DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO: Modelo de Demanda – Aclaraciones Julio 2012

El cuadro abajo muestra que la demanda del metro iría de 356 mil en 2011 hasta 640 mil en 2045 sin inducción y hasta 674 mil con inducción.

Cuadro 15 : Resultados del modelo de asignación – Demanda del Metro

Año	Sin inducción	Con inducción
2016	360,471	369,713
2017	373,707	393,376
2018	416,243	438,150
2019	430,723	453,393
2020	445,752	469,212
2025	483,413	508,856
2030	524,193	551,783
2035	560,396	589,891
2040	599,098	630,630
2045	640,454	674,163

Fuente: ESTUDIOS PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE QUITO Y FACTIBILIDAD DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO: Modelo de Demanda – Aclaraciones Julio 2012

Cuadro 16 : Resultados del modelo de asignación – Tiempos de viaje

Tiempo (min)	Sin SITM	FASE B
Total viaje	64.7	60.5
En	46.8	40.9
vehículo+espera		
Caminata		
Total	17.8	19.2
Acceso+dispersión	17.2	17.8
Trasbordo	0.6	1.4

Fuente: ESTUDIOS PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE QUITO Y FACTIBILIDAD DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO: Modelo de Demanda – Aclaraciones Julio 2012

Los resultados de la asignación en Fase B, muestran que el SITM reduciría el tiempo total de viajes, pero aumentaría el tiempo de caminata y el tiempo de trasbordo se multiplicaría por más de dos. Por otro lado, las distancias de caminata de acceso, egreso y trasbordo aumentarían.

El modelo indica que la espera disminuiría, pero esto es probablemente un efecto del modelo ya que este no puede tomar en cuenta paradas y frecuencias irregulares en la situación actual. Podríamos convenir que es difícil prever, como evolucionara la espera, pero en otras experiencias mundiales de esta índole ha tendido a aumentar.

Cuadro 17 : Resultados del modelo de asignación – Distancias

Variable	Sin SITM	FASE B-2011	Unidades
Distancia de caminata de acceso	0.22	0.24	Km
Distancia de caminata de egreso	0.22	0.24	Km
Distancia de caminata de trasbordo	0.05	0.10	Km
Tiempo de espera en parada (por modo)	2.2	1.6	minutos

Fuente: ESTUDIOS PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE QUITO Y FACTIBILIDAD DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO: Modelo de Demanda – Aclaraciones Julio 2012

El modelo indica que el SITM que solo 60% de los viajes no tendrían trasbordos.

Cuadro 18 : Resultados del modelo de asignación – Trasbordos

Distribución viajes por etapas	Sin SITM	FASE A-2011	FASE B-2011
Sin Trasbordos	67.5%	60.0%	60.1%
Un trasbordo	22.0%	17.5%	17.2%
Dos trasbordos	7.7%	14.5%	14.1%
Mas de dos trasbordos	2.8%	8.1%	8.6%
Total	100.0%	100.00%	100.0%
Promedio de trasbordos por viajes	0.47	0.73	0.74

Fuente: ESTUDIOS PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE QUITO Y FACTIBILIDAD DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO: Modelo de Demanda – Aclaraciones Julio 2012

3.3. Resultados de la modelización y su impacto en la propuesta de SITM

Las herramientas de modelización también fueron utilizadas para evaluar distintas alternativas de red de transporte público integradas a la línea de metro para constituir la propuesta de SITM.

3.3.1. Trazado del metro

El trazado elegido para el metro no es realmente una consecuencia de la modelización de transporte, sino una construcción que tiene que ver con las posibilidades de inversión, la existencia de puntos conocidos de demanda, y la morfología de la ciudad. El modelo simplemente se ha usado para evaluar la línea dentro del marco del SITM.

El trazado de metro en si, no presenta inconvenientes, y más bien se sustenta en los criterios utilizados para definirlo y en la experiencia de los trole y BRT. La única observación a realizar es que el espacio entre estaciones en la zona sur de la línea es bastante alto, más de 1.5km. La explicación para ello es la densidad menor de la población por esos lados y las limitantes de la inversión. Sin embargo, se mantienen estaciones de reserva para en el futuro reducir la inter-estación.

3.3.2. Estructura de la red SITM

El informe indica que los objetivos para la reestructuración de la red de transporte público son tres: 1) racionalizar la oferta con un enfoque global del sistema de transporte; 2) mejorar y equilibrar territorialmente las condiciones de accesibilidad al transporte publico; 3) mejorar la calidad de servicio⁵.

A partir de estos objetivos, se elaboraron los criterios para cada uno que serian la guía para elaborar la propuesta conceptual del SITM⁶. Estos criterios son los siguientes, según el informe del consultor (E 2.2):

“Objetivo 1. Racionalizar la oferta en un enfoque global del sistema de transportes Este objetivo pretende garantizar el funcionamiento integrado y coordinado del conjunto de los modos de transporte (Metro y resto de rutas), evitando concurrencias innecesarias entre los mismos, en la medida que significan duplicidad de recursos. Los criterios aplicables a este objetivo son los siguientes:

⁵ ESTUDIOS PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE QUITO Y FACTIBILIDAD DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO: Modelo de Integración Intermodal (E 2.15)

⁶ ESTUDIOS PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE QUITO Y FACTIBILIDAD DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO: Propuesta de Marco Conceptual para el SITM (E 2.2)

1. Garantizar la coordinación e integración entre redes, facilitando las conexiones entre ellas.
2. Suprimir duplicidades no justificadas entre el Metro y resto de rutas.
3. Suprimir situaciones de competencia entre las diferentes rutas, modificando itinerarios o suprimiendo algunas de ellas.
4. Potenciar ejes transversales de conectividad interna, reduciendo las necesidades actuales de transbordo entre rutas para este tipo de viajes.
5. Corregir trazados con disfuncionalidades o con funciones no claramente definidas.
6. Suprimir posibles rutas con demanda diaria muy reducida, cuando exista un servicio alternativo.
7. Aumentar la capacidad de los puntos de intercambiado (cuando existan), modificando el itinerario de las rutas.
8. Diversificar destinos centrales, evitando la excesiva acumulación de líneas en puntos concretos, facilitando nuevas posibilidades, en especial a núcleos periféricos.

Objetivo 2. Mejorar y equilibrar territorialmente las condiciones de accesibilidad al transporte público

Este objetivo trata de armonizar las condiciones de accesibilidad al transporte colectivo de los distintos segmentos de población, tanto desde el punto de vista geográfico como socioeconómico.

Los criterios aplicables a este objetivo son los siguientes:

1. Facilitar para cualquier punto una opción de transporte colectivo sin superar una cierta distancia (por ejemplo de 500 metros)
2. Disponer de una ruta con frecuencia en hora punta no superior a 20 minutos, en cualquier punto.
3. Dotar a cada zona de, al menos, una ruta que permita la conexión con el sistema de transporte masivo.
4. En su caso, suprimir situaciones de inaccesibilidad.
5. Asegurar accesibilidad a equipamientos de atención primaria
6. Alcanzar índices de accesibilidad comparables para zonas de características sociales, demográficas y urbanísticas similares.

Objetivo 3. Mejorar la calidad del servicio

Este objetivo, aunque va implícito en los anteriores puntos, pone de manifiesto la acepción que este concepto tiene desde el punto de vista del usuario.

Los criterios son los siguientes:

1. Reducir tiempos de acceso al sistema de transporte público.
2. Adecuar la distancia mínima entre paradas.
3. Reducir los índices de ocupación en hora punta.”

Los objetivos enunciados parecen adecuados, pero en varios casos los criterios utilizados para ilustrar los objetivos lo son menos o los estándares no se justifican.

En el objetivo 2, se indica que los usuarios no pueden estar a menos de 500 metros de una parada de transporte público. Esta distancia en términos absolutos parece adecuada, pero tiene poca significación si no se compara a la distancia actual a las estaciones, siendo el objetivo “mejorar”. *Como ya se mostró en el análisis del modelo, la propuesta actual de SITM no “mejora” en promedio la accesibilidad.*

En el objetivo 3, los criterios no parecen adecuados para realmente dar una indicación de la mejora de la calidad de servicio. Los criterios deberían ser mas claros, como por ejemplo: (i) caminata de acceso a paradas no más de 500m en promedio; (ii) reducción de la espera del vehículo de transporte; (iii) reducción de los trasbordos; (iv) reducción del tiempo de trasbordo; (v) reducción del nivel de ocupación del vehículo.

En resumen, el enfoque utilizado para diseñar el SITM es débil en los criterios de calidad del servicio del punto de vista del usuario, y los estándares utilizados no se apoyan claramente en una línea de base actual.

Los riesgos de este enfoque es el diseño de algo que no mejora la calidad de servicio a los usuarios, aun cuando pueda constituir una mejora importante en los objetivos 1 y 2.

Es imperativo, que se adapte la propuesta de SITM, introduciendo indicadores de calidad del servicio del usuario como los aquí propuestos y sean comparados con una línea base de los mismos en la situación actual. Es claro que no todos los criterios serán mejorados, ya que hay objetivos que entran en contradicción los unos con los otros y el proyecto deberá encontrar el equilibrio.

3.3.3. Integración tarifaria

El proyecto desde su concepto introduce un aumento tarifario, debido al atraso histórico en el alza de la tarifa de transporte público. Esta sería compensada por una política de integración tarifaria que en promedio no estaría muy alejada de la tarifa promedio actual. Este concepto es adecuado, una mayor integración tarifaria agregará eficiencia al sistema.

El único inconveniente que se puede vislumbrar, es la falta de análisis que se ha detectado en cuanto a la elasticidad de la demanda a la tarifa del transporte público y la capacidad de pago de los usuarios a las tarifas mayores.

4. Riesgos de financiación del proyecto

A nivel pre-factibilidad el estudio elaboró un modelo financiero que analiza la factibilidad financiera del proyecto bajo 4 escenarios de financiamiento.

El modelo financiero considera que hay aportaciones a la inversión (o sea a la construcción), se trata de un aporte puntual y cubre parte de la construcción, el estudio considera que ésta viene del gobierno central, del INP y del DMQ. Luego habrían aportaciones a la explotación, que serían recurrentes y anuales para cubrir parte de la construcción y el material rodante, y provendrían de endeudamiento. Finalmente, habría una aportación a la tarifa que sería un subsidio a la operación para cubrir la diferencia de la tarifa técnica y la tarifa al usuario.

El modelo financiero parte de las hipótesis enmarcadora que fija en un máximo la aportación anual a la explotación por parte del DMQ en 40 MUSD, y una aportación a la inversión del 120 MUSD por el DMQ, de prestamos potenciales con CAF, BID y el BIESS, y de un aporte de 50% de la inversión por parte del gobierno nacional.

4.1. Temas conceptuales del Modelo Financiero

El modelo financiero es aplicado al DMQ como dueño del proyecto, y por consiguiente cuyo equilibrio financiero debe ser asegurado, so pena de la no factibilidad del montaje.

En cuanto a las hipótesis de financiamiento los últimos avances al respecto son que el aporte del gobierno nacional sería 50% de la inversión más el IVA. Este aporte vendría de deuda contraída con el BID, CAF y el BEI – instituciones que ya han dado un visto bueno a este financiamiento. Teóricamente, estos organismos aportarían 200 US\$ millones cada uno, y el BEI 200 millones de euros.

Por otro lado, se incluye al BIESS como el prestamista al DMQ, éste aportaría la deuda contraída por el DMQ. En junio 2012, se analizaba como esta deuda sería garantizada por el gobierno nacional de manera a eventualmente reducir el costo para el DMQ.

Por ultimo, las hipótesis del aporte de fondos propios, en junio 2012, eran que el DMQ aportaría los títulos de los ingresos futuros del nuevo aeropuerto a la altura de 80 US\$ millones, y fondos propios anuales del orden de 30 US\$ millones.

4.2. Aplicación del Modelo Financiero

El modelo será ajustado con los datos del diseño final, costos de diseño final, e hipótesis de financiamiento finales en septiembre 2012 por la consultora. En el

capítulo 2 de este informe, haremos una estimación abreviada usando las nuevas hipótesis de financiamiento y los datos del modelo financiero actual.

4.3. Riesgos de financiación para el Banco

Cualquier prestamista, más aun un multilateral, incurre riesgos cuando financia proyectos, por lo que es útil identificar los riesgos que puede llevarse el Banco en esta operación.

En términos de proyecto, se pueden identificar los siguientes riesgos:

- riesgo de desarrollo (preparación, diseño, negociación, contratación);
- riesgo de construcción
- riesgos de incremento de precios (de precios unitarios, no cantidades)
- riesgo de rendimiento del proyecto (calidad, impacto por ejemplo)
- riesgo de operación
- riesgo ambiental
- riesgo político

Al prestamista, o sea el Banco, le impactan los riesgos arriba mencionados de dos formas : riesgo reputacional, y riesgo de reembolso.

Según el análisis del esquema financiero, si bien este aun no ha sido definido, queda claro que el gobierno nacional tiene niveles de endeudamiento bajo que le permiten ya sea financiar el proyecto a través de endeudamiento completamente o bien dar una garantía soberana al Distrito Metropolitano de Quito para una parte de esa deuda. Por consiguiente, de haber algún problema con los retornos esperados del proyecto, la solidez financiera del gobierno central asegura que no habría problemas de solvencia del mismo para asegurar el repago de la deuda.

El riesgo reputacional del Banco se podría definir como el relativo al financiamiento de un proyecto mal concebido, con limitado impacto, que no cumpla con sus objetivos y, en el peor de los casos, que cause daños: en otras palabras, el resumen de los riesgos de proyecto

Nuestros análisis previos, relativos a los riesgos del proyecto y sus medidas de mitigación, más bien indican que se trata de un proyecto estudiado a un nivel de máximo detalle por lo que el riesgo de desarrollo estaría minimizado. Los riesgos de construcción, incremento de precios y ambientales también están bien estudiados, por lo que no se anticipa dificultades en estos rubros.

En cuanto al riesgo de rendimiento del proyecto, los análisis socio-económicos muestran que es un proyecto de alto impacto social. También se puede verificar esto último, en el actual rendimiento de las líneas del Trole y BRTs. Sin embargo, se ha detectado, que habría una posibilidad que el sistema entero, vale decir el SITM pueda tener una estructura que este generando mayores trasbordos,

caminatas y esperas que el sistema actual, lo cual podría impactar negativamente en la opinión de los usuarios. El Banco deberá asegurarse que se tomen las medidas necesarias para mitigar estos posibles impactos negativos.

El riesgo de operación del proyecto es difícil de evaluar en esta etapa, al no tener aun un plan de operación preparado. Pero tanto la experiencia de más de 15 años de operación del Trole por parte del DMQ, como la presencia estratégica del Metro de Madrid como asesor, mitigan igualmente este riesgo. La experiencia equivalente en otras ciudades, no anticipa que la operación de una línea de Metro sea de mayor complicación que otros modos de transporte.

Finalmente, el riesgo político como pueden ser problemas políticos institucionales, guerras, etc. son de baja probabilidad. Pero si se dieran, están cubiertos por la garantía soberana al préstamo. No habría riesgos de reembolso del préstamo por estas circunstancias, y tampoco al riesgo reputacional del Banco, ya que este tipo de evento son imposibles de prever.

En resumen, en la medida que los riesgos del proyecto sigan siendo evaluados en detalle y mitigados como lo están siendo, el Banco no corre riesgos reputacionales. Por otra parte, la actual solvencia del gobierno nacional, indica que no habría problemas de reembolso de deuda previsible.

5. Riesgo de capacidad institucional para el desarrollo y puesta en marcha del proyecto

El DMQ tiene total jurisdicción sobre todos los aspectos relativos al transporte en el territorio metropolitano de Quito. En este sentido, sus atribuciones legales y territoriales son tan amplias que le evita problemas jurisdiccionales territoriales o técnicos.

A presente es la Secretaría de Movilidad que tiene la responsabilidad de política, planificación y regulación del sistema de transporte urbano, tanto público como privado. La operación del sistema lo hacen empresas privadas bajo concesiones/permisos de operación (que tienen una vigencia temporal) y empresas públicas como la del Trole y de los BRTs.

Se propone ajustar el esquema institucional, para acomodar la construcción y la operación de la línea de Metro, fortalecer y ordenar institucionalmente el sector.

5.1. Esquema propuesto durante la construcción del Metro

El esquema propuesto durante la construcción del Metro es una continuación de lo que ya se está llevando a cabo. En definitiva, la ex - Unidad de Negocios Metro de Quito (UNMQ) que es la unidad municipal que estuvo llevando a cabo el proyecto se transformó en una empresa pública municipal, Empresa Pública

Municipal Metro de Quito (EPMMQ) para conducir el proyecto hasta su conclusión.

El proyecto actualmente se ejecuta con la asesoría técnica del Consorcio de Madrid, con quien el Municipio de Quito firmó un convenio de cooperación. A través de este convenio equipos de técnicos mandatados por el Consorcio de Madrid hicieron el estudio de pre-factibilidad, el diseño básico y el diseño ejecutivo del proyecto.

La EPMMQ es la contraparte del Consorcio de Madrid y gestora del proyecto por parte del DMQ.

El esquema de diseño entablado con culminación en diseño ejecutivo, invita a la contratación de la construcción de la obra por costos unitarios directamente a partir del diseño ejecutivo, dándole a la vez mucho control y responsabilidad al contratante durante la construcción. En este esquema, no hay lugar para contrataciones llave-en-mano o por concesión, ni serían deseables, ya que el diseño lo ha hecho hasta el último detalle el contratante. Cambiar de esquema de contratación, sería perder la inversión que se ha hecho para llegar al nivel de definición que se llegará con el diseño ejecutivo.

El esquema durante la construcción sería el continuo apoyo de la asesoría técnica de Madrid, que pasaría de ser una consultora de diseño a una de Project Management, teniendo responsabilidad en la gestión de los contratos y la supervisión de la obra. Este esquema incluiría capacitación de la contraparte in-situ.

El esquema que se está llevando a cabo para la construcción, es el que más control le da al contratante de la obra. Por consiguiente es el que mejor permite, estimar y controlar los costos de la obra.

Con este control, lógicamente, viene responsabilidad y riesgo, ya que al llegar a licitación con un nivel de diseño ejecutivo, cualquier error en el diseño será responsabilidad del contratante. Durante la construcción, que debe hacerse por costos unitarios para aprovechar al máximo el nivel de detalles del diseño, la supervisión de la obra tiene que ser muy detallada para verificar cantidades y precios de cada rubro, por lo que la asesoría del Consorcio de Madrid es casi obligatoria.

En resumen, el esquema de construcción propuesto de facto es el que más puede asegurar costos de obra reducidos y controlados, pero requiere indispensablemente contratos por costos unitarios y una asesoría experimentada permanente durante la supervisión de obra.

5.2. Esquema propuesto durante la operación del Metro

El esquema de operación del Metro también incluye una reestructuración y ordenamiento de toda la institucionalidad del sector.

En lo que a la institucionalidad relativa a la formulación de política, planificación, regulación y control se refiere, la idea propuesta es de reestructurar la Secretaría de Movilidad, separando lo que sería planificación general multimodal de la gestión, regulación y control de los sub-sectores de transporte público y tránsito.

En efecto, la Secretaría en su nivel político seguiría siendo el formulador de políticas y orientaciones estratégicas, para lo que se dotaría de dos Direcciones Metropolitanas: (i) Política y Planeamiento de la Movilidad; y (ii) Desarrollo Tecnológico para la Movilidad. Estas direcciones estaría encargadas de formular políticas, estrategias y planes para el sector y todos los modos.

A nivel de gestión, regulación y control, la Secretaría se dotaría de dos Autoridades: (i) Autoridad Metropolitana de Transporte Público; y (ii) Autoridad Metropolitana de Control de Tránsito y Seguridad Vial. Estas autoridades, se encargarían de los dos sub-sectores principales, en la gestión diaria, la formulación de regulaciones y el control de las mismas. En la AMTP se manejarían los contratos de concesión o permisos de operación de las empresas de transportes, así como la caja única de recaudo cuando ésta exista. Ya que se pretende ir paulatinamente hacia un Sistema Integrado de Transporte Metropolitano.

Finalmente, el nivel operativo sería compuesto de las empresas públicas municipales de Metro, BRT y Trole.

El estudio de pre-factibilidad analiza cuatro esquemas de operación posibles para el Metro de Quito: (i) empresa pública municipal; (ii) contrato de operación; (iii) concesión de operación; (iv) sociedad mixta. El estudio compara las ventajas y desventajas de cada esquema y concluye que el más conveniente para Quito es el primero.

El análisis está bien fundamentado y es transparente, y visto los costos adicionales que implica cualquier involucramiento en la operación del sector privado, y la extensa experiencia que tiene el DMQ en la operación del Trole y el BRT, optar por un esquema de operación pública parece sensato. Cabe recordar, que a la excepción del Subterráneo de Buenos Aires y una línea del metro de Sao Paulo, todos los demás metros de América Latina son operados por empresas públicas.

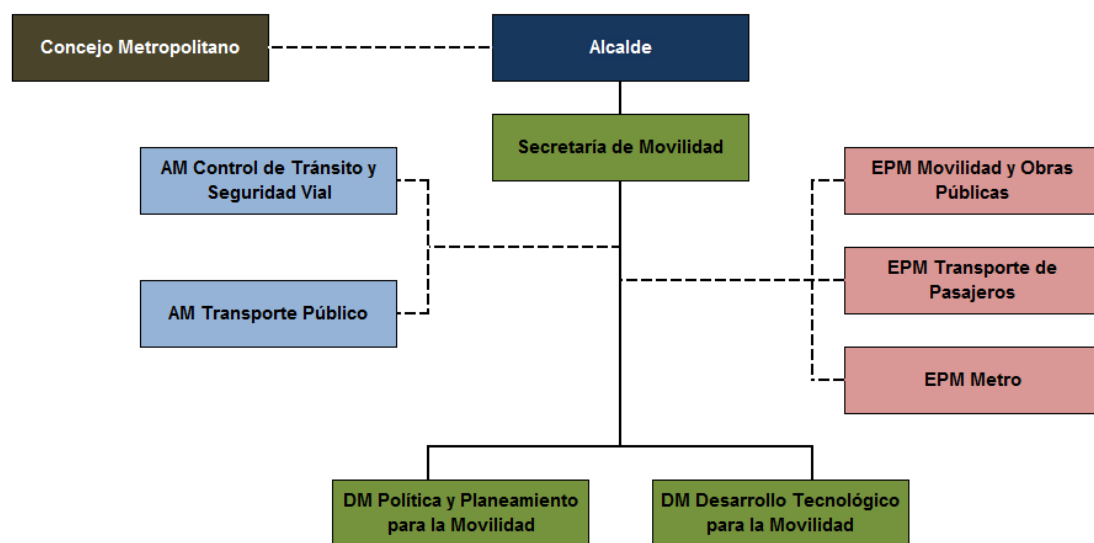
La propuesta institucional en lo que se refiere a las tareas de formulación de políticas, planificación, regulación y control corresponde a lo que es considerado de las mejores prácticas para el sub-sector. La preocupación manifiesta de parte de las autoridades, de considerar que el proyecto de Metro se incierta en un proyecto más grande del Sistema Integrado de Transporte Masivo además,

asegura que se intentarán realizar políticas, proyectos e iniciativas coherentes entre si.

Finalmente, dada las prerrogativas actuales del DMQ, el cambio institucional propuesto no requiere aprobaciones legislativas que puedan trabar o atrasar las modificaciones. Se entiende que con ordenanzas municipales simplemente se puede realizar el rediseño institucional propuesto.

En resumen, la propuesta de rediseño institucional tanto para la construcción como para la gestión del sector a largo plazo es loable y factible, y entra en una lógica integral y coherente de visión del sector. El esquema propuesto para la construcción y operación del metro es acorde con las prácticas de las primeras líneas en casi todo el mundo, y corresponde al mejor camino para mantener el control de los costos de construcción. Esta apuesta, sin embargo, conlleva un riesgo para el contratante lo que lo hace depender de una asesoría experimentada y una supervisión eficaz durante la construcción.

Figura 1 : Estructura Institucional Propuesta



Capítulo 2 : Valoraciones y estimaciones de riesgos

1. Introducción

El propósito de este segundo capítulo es estimar, en términos de cantidades y probabilidades, los posibles sobrecostos del proyecto, por una lado. Por otro lado, se pretende estimar los posibles errores de estimación de demanda, de manera tal que el Banco pueda tener una idea de los riesgos del proyecto. En fin, se evaluará el impacto del montaje financiero y su factibilidad ante las finanzas municipales.

Cuadro 19 : Costos estimados del Proyecto (en US\$)

Ítem		Presupuesto (US\$)
FASE 1		
E 5.2	Obra Civil Estación El Labrador	23.956.884,29
E 5.3	Intercambiador El Labrador	6.257.399,06
E 5.4	Obra Civil Estación La Magdalena	24.657.624,17
E 5.5	Intercambiador La Magdalena	2.309.069,51
	TOTAL FASE 1	57.180.977,03
FASE 2		
E 5.6	Obra Civil Talleres y Cocheros	60.615.887,00
E 5.7	Material Móvil	192.820.000,00
E 5.8	Obra Civil	872.494.442,31
E 5.9	Instalaciones	175.826.826,33
	TOTAL FASE 2	1.301.757.155,64
TOTAL		1.358.938.132,66

Fuente: Documento: Resumen de los Diseños de Ingeniería; Metro de Madrid junio 2012

2. Valoración del riesgo de sobrecostos en la inversión inicial

2.1. Variación de costos a la licitación

Como se indicó en el capítulo 1, se considera que no habrá errores en el metraje a la licitación, pero puede haber en cuanto a los costos unitarios propuestos por los oferentes, en particular en cuanto a las actividades constructivas nunca ejecutadas en Quito.

Por ello, debemos asumir un posible error en el rendimiento de la tunelera, si bien en la estimación de costos se usó un rendimiento medio. El otro elemento difícil a discernir en su impacto en el precio final son las condiciones de

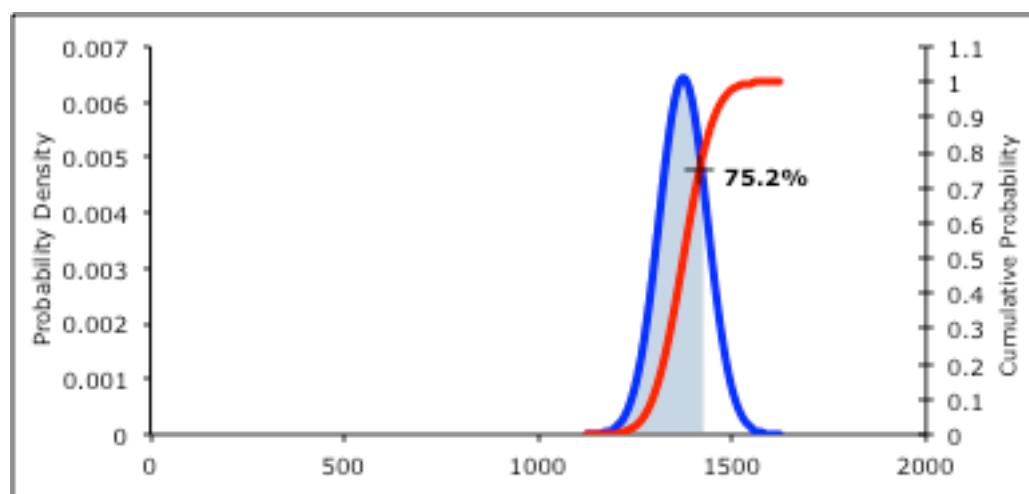
competencia que se pueden dar en Ecuador y su impacto en el costo final. Estimamos, que este riesgo se puede eliminar si se licita, como se ha sugerido, descartando las oferta por sobre el precio del proyecto.

Se presenta a continuación, dos escenarios: (i) sin tope máximo a las ofertas aceptadas; y (ii) con el tope del precio del proyecto. Para referencia, los precios del proyecto que se presentan a continuación, no incluyen IVA o el costo de las expropiaciones. Se destaca que el financiamiento del Banco estaría destinado a la obra civil e instalaciones de la segunda fase.

(i) Sin tope máximo

Para calcular las probabilidades y montos de ocurrencia, se asume un rendimiento menor y mayor de la tunelera. Variaciones de +20% y -10% del material rodante e instalaciones, ninguna variación en el costo del Project Management.

Figura 2 : Probabilidad de precio de oferta sin tope en la licitación



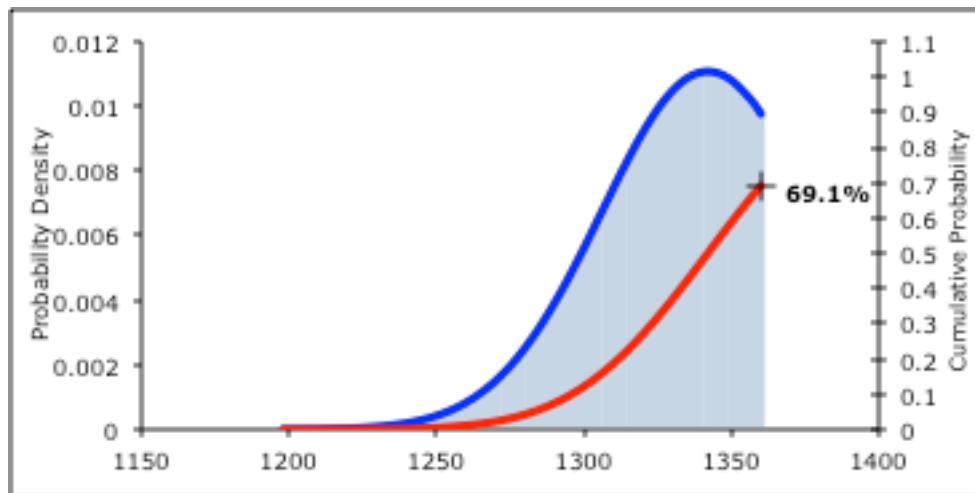
Fuente: Elaboración propia

La distribución normal utilizada indica que el monto más probable es de US\$1,374 millones, y que habría una probabilidad de 0.75 que el precio fuera inferior a US\$1,416.

(ii) Con tope máximo en la licitación de obra civil e instalaciones

Suponiendo que se estipule en el pliego de licitaciones de la obra civil e instalaciones que se eliminarían las ofertas que oferten por encima del precio del proyecto, el precio de la misma como máximo sería de US\$1,360 millones. Se usó la misma variabilidad que en el caso anterior para el rendimiento de la tunelera, y se varió el material rodante e instalaciones solamente para abajo. La suposición es que con el tope a la licitación, los contratistas disminuyen el margen en los componentes sin riesgo comercial.

Figura 3 : Probabilidad de precio de oferta con tope máximo en la licitación de obra civil e instalaciones



Fuente: Elaboración propia

En este segundo caso, el monto más probable es de US\$1,342 millones habría una probabilidad de 1 de que el precio fuera inferior a US\$1,360 millones.

2.2. Variación de costos durante la construcción

2.2.1. Errores de diseño

Este rubro es muy difícil a prever, por la naturaleza del mismo. Se ha incluido un monto de 2.5% como imprevistos del subsuelo dentro del costo estimado por los consultores. Se propone, agregar acá 2.5% por posible errores de diseño, ello se aplicaría a toda la obra civil, o sea se agregaría **US\$24.8 millones** potenciales en caso de error de diseño. Estos errores de diseño podrían conllevar además atrasos de obra que se incluyen en el rubro “atraso de obra”.

En cuanto a la porción de la obra de la segunda fase, el costo adicional sería **US\$23.3 millones**.

Cuadro 20 : Costos Adicionales de Obra por Error de Diseño (En US\$)

	Componente	Costo de la Obra (US\$)	Error de diseño	Costo Adicional (US\$)
E 52	Obra Civil Estación El Labrador	23,956,884.29	2.5%	598,922.11
E 53	Intercambiador El Labrador	6,257,399.06	2.5%	156,434.98
E 54	Obra Civil Estación La Magdalena	24,657,624.17	2.5%	616,440.60
E 55	Intercambiador La Magdalena	2,309,069.51	2.5%	57,726.74
				-
	FASE 2			-
E 56	Obra Civil Talleres y Cocheras	60,615,887.00	2.5%	1,515,397.18
E 57	Material Móvil	192,820,000.00	0.0%	-
E 58	Obra Civil	872,494,442.31	2.5%	21,812,361.06
E 59	Instalaciones	175,826,826.33	0.0%	-
				-
	Total	1,358,938,132.67		24,757,282.66

Fuente: Documento: Resumen de los Diseños de Ingeniería; Metro de Madrid junio 2012

2.2.2. *Cambios de diseño durante la construcción*

Este rubro es muy difícil a prever ya que se da en general por decisiones políticas o de presión pública que varían mucho según los casos. Para este ejercicio, supondremos que los cambios vienen de mejoras al diseño tendientes a encarecerlo por medio de agregación de elementos. Se considerarán los siguientes elementos:

- construcción de estaciones de reserva;
- aumento de la longitud y cantidad de acceso a las estaciones, en particular los dos casos de accesos a centros comerciales;
- aumento de escaleras mecánicas y ascensores en las estaciones;
- agregar aire acondicionado a los trenes.

Construcción de estaciones de reserva

Se dejaron cinco estaciones de reserva, dos de las cuales si se construyeran reducirían significativamente la distancia de acceso de los usuarios al metro en el sur del trazado. Estas son las estaciones que se encuentran al sur del Panecillo. Asimismo, la estación de reserva en el Teatro, crearía un espacio público interesante así como una renovación urbana importante. La construcción de estas estaciones puede llevar una fuerte demanda pública o política.

Las estaciones a ser construidas están estimadas en US\$30 a US\$35 millones en el sur y US\$45 a US\$50 millones en el Teatro. Por consiguiente, asumiendo que tres estaciones fueran agregadas, podemos estimar que en este rubro podría haber un sobre costo de hasta **US\$120 millones**.

Aumento en longitud y cantidad de accesos a las estaciones

La estación El Labrador tiene previsto 4 accesos a ella desde la calle. El costo previsto en el presupuesto para estos accesos es US\$1.3 millones, por ello podemos estimar el costo de los accesos a aproximadamente US\$300 mil.

Si se supone se agrega en promedio un acceso más a todas las 15 estaciones, el aumento del costo rondaría los **US\$4.5 millones**.

Aumento de escaleras mecánicas y ascensores

El diseño propuesto contempla la instalación de escaleras mecánicas solo de subida y no de bajada, salvo en las estaciones mas importantes (Quitumbe, El Recreo, La Magdalena, San Francisco y El Labrador), si bien se deja el espacio y la infraestructura para posteriormente instalar la escalera. Asimismo, el diseño contempla la instalación de ascensores en todas las estaciones pero sólo en estas cinco estaciones de capacidad de 1000 kg, mientras en el resto se limita a 630 kg.

Se instalarían 79 escaleras mecánicas y 47 ascensores, por un monto estimado de US\$21.5 millones.

El supuesto que hacemos acá es que, podría haber presión para instalar escaleras mecánicas de bajada en las estaciones y aumentar la capacidad de algunos de los ascensores.

Suponiendo que se agreguen escaleras de bajada donde no hay (se agregarían 23), y que en 10 estaciones se instalen ascensores de 1000kg de capacidad en lugar de 630 kg, el costo adicional por el rubro escalera mecánica sería alrededor **de US\$4.6 millones, y por ascensores sería de US\$1 millón.**

Agregar Aire Acondicionado en el Material Rodante

El diseño del material rodante elegido no incluye aire acondicionado. Acá supondremos que por presiones diversas se decida hacerle un “upgrade” al material rodante comprado a través de la agregación de aires acondicionados.

El costo adicional de material rodante sería US\$20 millones.

2.2.3. Aumentos de precios unitarios durante la construcción

Se procederá a analizar y estimar los probables sobre costos que puedan provenir de la variación de precios unitarios de los insumos.

Estructura de precios unitarios de la obra

Los consultores indicaron que esta obra, típicamente estaba compuesta de los siguientes elementos de costos:

Cuadro 21 : Porcentaje de peso del componente en el costo final de la obra (%)

Componente	Obra 1	Obra 2	Promedio
Acero de armar	9.04	7.72	8.38
Hormigón	4.47	3.54	4.01
Dovelas	17.86	19.82	18.84
Ejecución de pantallas	10.21	10.63	10.42
Excavación entre pantallas	3.06	2.37	2.72
Ejecución con tunelera	39.93	44.32	42.13
Otros	15.43	11.6	13.52

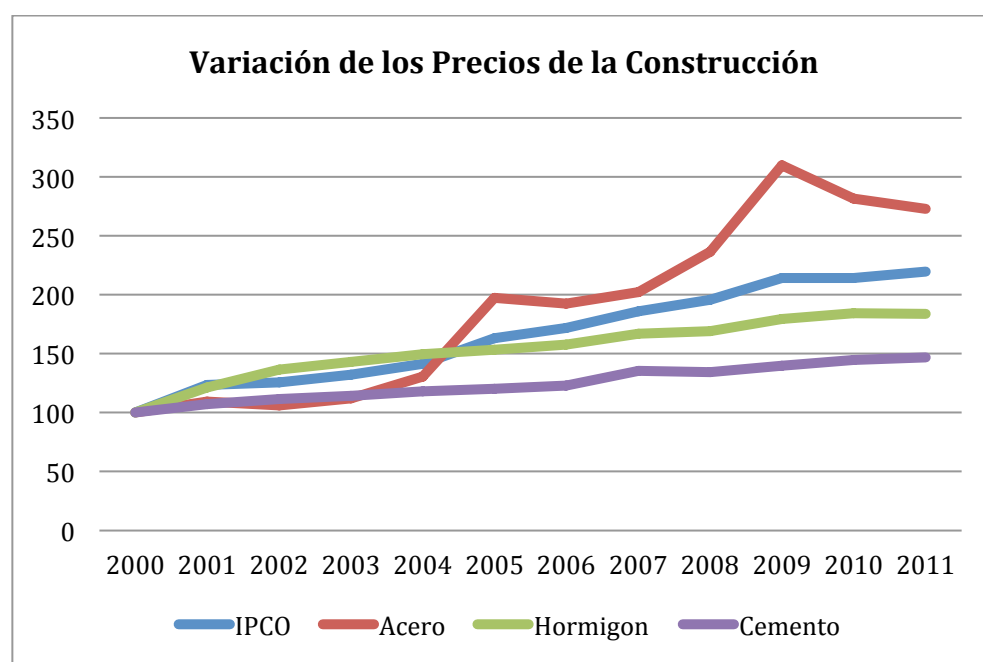
Fuente: Análisis de costes del EVT de la Línea 1 del Metro de Quito; Metro de Madrid, Marzo 2012

En la estructura de costos destacan como peso más fuerte en la composición de costos la técnica tunelera tanto por la ejecución de la tunelera como el costo de fabricación de las dovelas. En todos los rubros de ejecución como en otros interviene la mano de obra.

Variación de los precios de la construcción en Ecuador

El Instituto Nacional de Estadísticas del Ecuador lleva un seguimiento desglosado de los precios de la construcción, consultables desde 2000 en su pagina web, además del Índice de Precios a la Construcción.

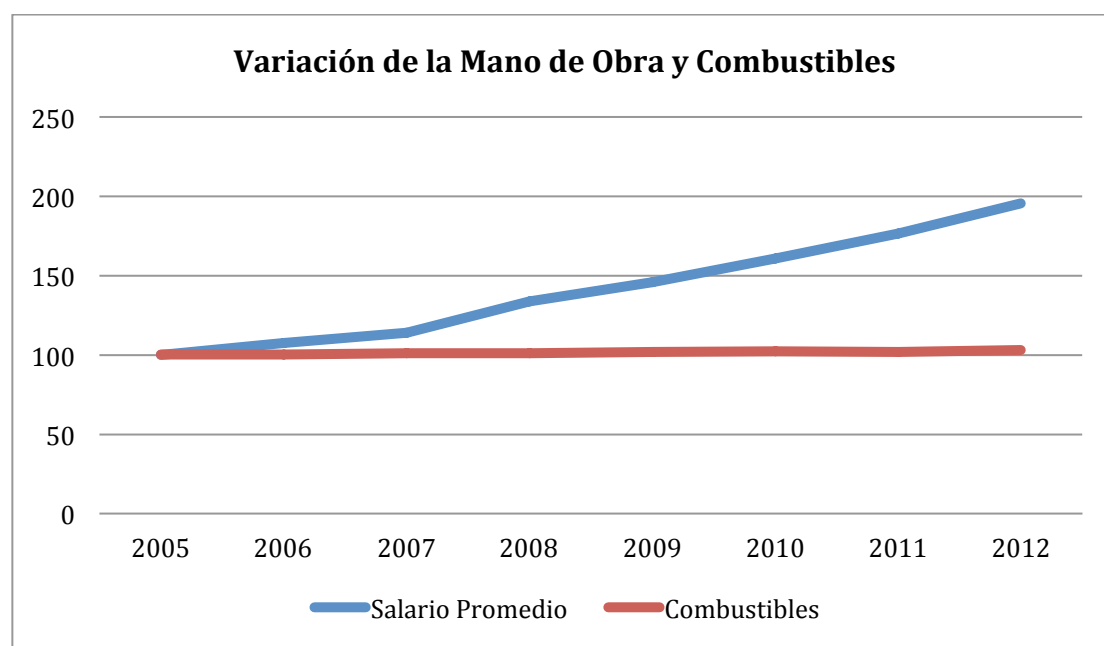
Figura 4 :Variación de los precios de la construcción (Año base 2000 = 100)



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas del Ecuador. Valores los meses de enero. 2000=100

Como se ve en el gráfico el Índice de Precios a la Construcción (IPCO) ha crecido de manera estable en los últimos 10 años, y más rápido que el hormigón y el cemento. Sin embargo, el acero muestra fluctuaciones importantes en el período, seguramente correspondientes a su carácter de commodity. El acero, entonces, es el insumo cuya variación es menos previsible.

Figura 5 : Variación de combustibles y mano de obra (Año base 2000 = 100)



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas del Ecuador. Valores los meses de enero. Salario promedio nominal. 2005 = 100

En cuanto a los combustibles y mano de obra, se destaca la invariabilidad del precio del combustible en el Ecuador, debido al subsidio y producción nacional del mismo. La variación de la mano de obra, medida por el salario medio, muestra un incremento más fuerte que el del IPCO. Ambos precios, sin embargo, no muestran fluctuaciones.

Suponiendo que los insumos arriba mencionados siguen las mismas tendencias de los últimos años, se podría suponer que el crecimiento anual de los precios podría ser el siguiente:

Cuadro 22 : Incremento anual de insumos de la obra

Insumo	% Crecimiento anual (2012-2016)
Acero	14.4
Hormigón	7.0
Cemento	4.0
Combustible	0.4
Mano de Obra	13.6
IPCO	10.0

Fuente: Elaboración propia a partir del INEC

La variación de precios de los insumos será aplicada al precio de la obra durante su construcción a través de una ecuación polinómica aun por determinar y cuya determinación y justeza es clave para mantener el costo final de la obra dentro de los parámetros previstos. En este ejercicio, se aplica la variación del insumo anual a los componentes del precio de la obra de la manera siguiente.

Cuadro 23 : Estimación del incremento anual de los costos de la obra

Componente	Ponderador	Variación	Variación Final
Acero de armar	8.38	14.4	1.21
Hormigón	4.01	7	0.28
Dovelas	18.84	7	1.32
Ejecución de pantallas	10.42	4	0.42
Excavación entre pantallas	2.72	13.6	0.37
Ejecución con tunelera	42.13	5.3	2.23
Otros	13.52	13.6	1.84
Total	100.0		7.66

Fuente: Elaboración propia

El ponderador del componente resulta del promedio de las dos obras analizadas por el consultor durante el estudio de factibilidad, y la variación del precio unitario utilizado ha sido: (i) Acero para el acero de armar; (ii) Hormigón para el hormigón; (iii) Hormigón para las dovelas; (iv) Cemento para la ejecución de pantallas; (v) Mano de obra para la excavaciones entre pantallas; (vi) el IPC general para la ejecución de la tunelera; (vii) Mano de obra para otros.

El total de la aplicación de la variación de precios estimados a los ponderadores de los componentes de obra daría un incremento de precios anual del 7.66% para esta obra.

Lógicamente este ponderador se aplica únicamente a la obra civil y a los montos aun por desembolsar cada año. Suponiendo desembolsos parejos de la obra civil, durante el periodo de 36 meses de construcción de la fase 2, cuyo monto estimado es US\$910 millones, el sobre costo en US\$ corrientes podría llegar a ser US\$90.43 millones en dólares corrientes.

Cuadro 24 : Potenciales sobrecostos por aumento de precios unitarios (en US\$ corrientes)

Mes	Desembolsos	Por desembolsar	Ponderador	Sobrecosto
6	152	758	3.83%	29.03
12	152	635	3.83%	24.32
18	152	478	3.83%	18.32
24	152	320	3.83%	12.27
30	151	163	3.83%	6.25
36	152	6	3.83%	0.24
Total	910			90.43

Fuente: Elaboración propia

2.2.4. *Atrasos de la obra y Fuerza mayor*

El costo de la obra contiene una parte de costos fijos del contratista, que se han denominado costos indirectos y se han estimado en US\$170 millones⁷ de los cuales US\$51 millones son utilidades y US\$119 millones costos generales. En caso de que haya atraso de obra se puede estimar que estos montos, sin las utilidades, continúan a sumar aun cuando no se ejecute la obra. Dado que se estima que la obra es de 36 meses, podemos suponer que los costos indirectos, sin utilidades, serian de US\$39.67 millones por año. Por lo tanto, cada año de atraso podría costar US\$39.67 millones de costos indirectos de obra.

Asimismo, si existe atraso en la obra esta podría sufrir el impacto de la inflación de los costos de los insumos.

Los costos adicionales por fuerza mayor, por definición son imposibles a prever y en este análisis están incluidos en este rubro.

Cuadro 25 : Costos Adicionales por Atraso de Obra – Costos indirectos empresa (US\$ corrientes)

Años	Costo Directo de obra	Costo Indirecto de obra
1	182	39.67
2	182	39.67
3	182	39.67
4	182	39.67
5	182	39.67
Total	910	198.35

Fuente: Elaboración propia

⁷ Documento: Resumen de los Diseños de Ingeniería; junio 2012

Los costos indirectos adicionales en caso que la obra durara 5 años sería US\$198.35 millones, o sea US\$28.35 millones más al caso en que durará 3 años en US\$ corrientes.

Cuadro 26 : Costos Adicionales por Atraso de Obra – Inflación (US\$ corrientes)

Años	Desembolsos	Por desembolsar	Ponderador	Sobrecosto
1	221.67	886.68	7.66%	67.92
2	221.67	732.93	7.66%	56.14
3	221.67	499.48	7.66%	38.26
4	221.67	259.93	7.66%	19.91
5	221.67	19.91	7.66%	1.53
Total	1108.35			183.76

Fuente: Elaboración propia

Para calcular los costos adicionales inflacionarios por atraso de obra, se utilizó el valor de US\$1108.35 millones que sería el costo de la obra si esta durara 5 años (US\$910 millones más los US\$198.35 millones por atrasos). Luego se aplicó un aumento del 7.66% anual para los montos aun por desembolsar.

En consecuencia, los costos por aumento inflacionario de los insumos en caso que la obra durará 5 años sería US\$183.76 millones, o sea US\$93.32 más al caso en que durará 3 años en US\$ corrientes.

2.2.5. Resumen de los posibles sobrecostos de construcción

A continuación se presenta un resumen de las estimaciones de posibles sobrecostos durante la construcción. En dólares de 2012⁸, el aumento podría significar un sobrecosto de hasta US\$330 millones en dólares de 2012, o sea 24.3% sobre el costo total de la fase 2.

Cabe destacar que los rubros que ocasionan los mayores sobrecostos son los cambios de diseño, los atrasos de obra y el aumento de precios unitarios.

⁸ Usando 3% de inflación para descontar a precios de 2012

Cuadro 27: Resumen de los posibles sobrecostos de construcción

	Rubro	Monto (millones US\$ corrientes)	Monto (millones US\$ 2012)	%	Probabilidad
2.2.1	Error de diseño	23.30	22.00	6.67%	Baja
2.2.2	Cambios de diseño	151.10	142.46	43.16%	Baja
2.2.2.1	Construcción de estaciones de reserva	120.00 (40 por estación)	113.14	34.28%	Baja
2.2.2.2	Aumento en longitud y cantidad de accesos	4.50 (0.3 por estación)	4.24	1.28%	Media
2.2.2.3	Aumento de escaleras mecánicas y ascensores	5.60	5.28	1.60%	Media
2.2.2.4	A/C en material rodante	21.00	19.80	6.00%	Baja
2.2.3	Aumento de precios unitarios	69.71	65.72	19.91%	Alta
2.2.4	Atrasos de obra y Fuerza Mayor	121.67	99.87	30.26%	Media
Total		365.78	330.05	100.0%	

Fuente: Elaboración propia

3. Valoración del riesgo de demanda de transporte

Se analizó y propuso algunas modificaciones a la presentación del modelo de transporte y a su calibración. Los resultados presentados muestran que el modelo en general es robusto aunque poco explicativo, lo que sirve a los objetivos del Metro de Quito.

Las deficiencias o sesgos, en primer lugar, que puede tener el modelo tienen que ver con los trasbordos, esperas y caminatas de acceso al nuevo modo de transporte – el metro – que son difícil a discernir, a pesar de los buenos resultados de la calibración. En segundo lugar, el modelo tampoco distingue características de los modos de transporte como comodidad de acceso, o calidad de los vehículos que pueden tener una influencia en el usuario. Ambos sesgos, tendrán un efecto más negativo en los modos de transporte público menos masivos.

A pesar de lo antedicho, la situación de Quito es relativamente privilegiada, ya que 85% de los viajeros son cautivos del sistema de transporte público por no poseer vehículos privados. Por lo tanto, el universo de error del modelo es más limitado.

Los metros en general tienen un buen desempeño en competencia con otros modos de transporte público en particular si estos son complementarios o alimentadores. A menudo se encuentran diferencias en las estimaciones porque la red de bus complementaria o alimentadora finalmente diseñada es distinta a la

usada en las estimaciones. En el análisis que sigue, se obviará este caso, por ser imprevisible.

Se utilizarán tres criterios para enmarcar el riesgo de demanda e intentar valorarlo: (i) limitaciones de cualquier modelo de demanda de transporte; (ii) sesgo a favor del modelo tronco-alimentador; (iii) sesgo en la no apreciación de las características de cada modo.

3.1. Criterios de valoración

3.1.1. *Limitaciones de cualquier modelo de demanda de transporte*

La literatura muestra que en general todos los estudios de demanda de transporte en estudios de pre-inversión sobre-estiman las demandas de los proyectos. Ello probablemente tiene que ver con el deseo de éxito del proyecto, y por la naturaleza humana; difícilmente se puede proyectar un futuro negativo, o de crisis económica.

En segundo lugar, las proyecciones de horizontes futuros, en términos de evolución de variables socio-económicas, demográficas o urbanas, carece de mucho fundamento en la mayoría de los casos. La verdad es que no somos adivinos.

Tomando estos dos criterios, se propone suponer que la estimación del consultor está sobre-estimada, para el año de base, y que para los años futuros tiene poco fundamento científico, por lo que se razonará con el año de base. Partiendo de la base que la demanda diaria del metro para el año base es un techo.

3.1.2. *Sesgo a favor del modelo tronco-alimentador*

El estudio muestra un sesgo a favor del modelo tronco-alimentador en todo sus aspectos. En la estimación de la demanda, ello se nota en poca atención puesta en el impacto de los trasbordos. Por ello, se estimará que la demanda segura del metro es aquella que tendrá mínimos trasbordos.

3.1.3. *Sesgo en la no apreciación de las características de cada modo*

El modelo no distingue bien cada modo de transporte público. Las diferencias de un modo soterrado o de superficie, o de un modo de mayor confiabilidad o comodidad no se distinguen. Esto se considerará en la valoración a continuación.

3.2. Estimación de riesgo de demanda

Si se supone que sólo los usuarios que no trasbordan usan el metro, ello constituiría una demanda en el año base de 39,652 pasajeros (sin inducción), o sea 11% de la demanda estimada por el consultor. La demanda de pasajeros que

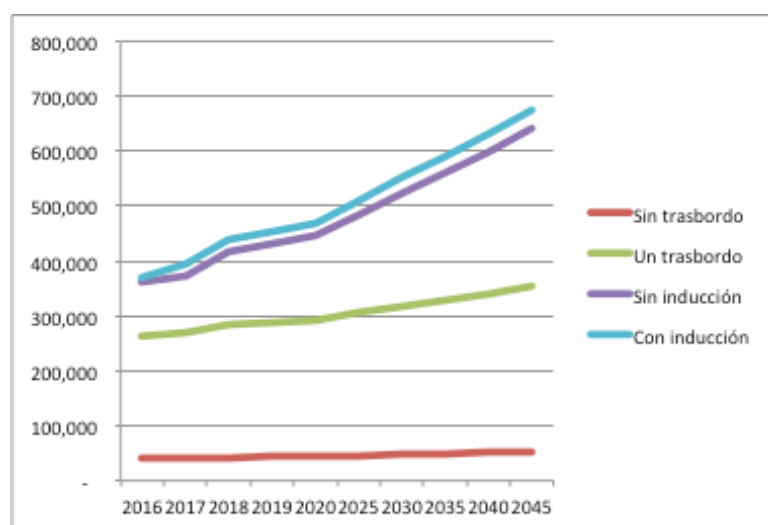
hacen hasta un trasbordo constituye una demanda de 62% de la demanda estimada por el consultor, o sea que si se considera la demanda del metro que hace hasta un trasbordo esta sería 259,353 (sin inducción). Actualmente, el Trole transporta 228,261 pasajeros, lo que indica que el metro muy probablemente debería transportar más que el Trole, por las características del servicio y la longitud de la línea. En otras palabras, dada la experiencia local es probable que el metro lleve un número importante de pasajeros que trasborden.

Parecería que la demanda del metro sin trasbordo es un monto excesivamente bajo, dado la demanda del Trole. Por consiguiente, estimamos que la estimación del consultor constituye el techo de demanda para el año base, y que el piso de la demanda del metro se situaría alrededor de la línea de demanda con hasta un trasbordo y sin inducción como se indica en la figura.

Lo más probable es que la demanda del metro se sitúe entre el piso y techo aquí definido, y su monto final tendrá mucho que ver con la estructura final del SITM.

Se asumiendo tasas de crecimiento anuales de la mitad de lo que asume el consultor para la proyección a horizontes futuros que se presenta en la figura a continuación.

Figura 6 : Rango de demanda de pasajeros diarios en el Metro



Fuente: Elaboración propia

4. Valoración del riesgo de financiación

Dentro del marco del estudio de pre-factibilidad, se analizaron la sensibilidades del montaje financiero propuesto. Las variables principales son: (i) la inversión inicial; (ii) la demanda; (iii) la tasa de interés de los prestamos; (iv) tarifa. Se analizó cómo la variación de las variables principales afectaba las aportaciones que debería conseguir el DMQ para equilibrar el proyecto durante su explotación.

Hasta la fecha no se ha actualizado el análisis financiero por falta de concreción del paquete de financiamiento. A continuación se presenta un análisis en base a los datos del estudio de factibilidad en el cual se analiza la sensibilidad de los costos de la inversión (infraestructura e instalaciones).

Cuadro 28 : Sensibilidad a la inversión inicial

Incremento de la inversión (% respecto valor inicial)	Aportaciones a la explotación (Millones de USD)		
	2016	2020	2040
+0% (1.113 M de USD de 2010)	41,5	48,3	0,0
+10% (1.225 M de USD de 2010)	52,4	60,9	0,0
+20% (1.336 M de USD de 2010)	63,1	73,3	5,3
+30% (1.447 M de USD de 2010)	74,5	86,6	9,6

Fuente: ESTUDIOS PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE QUITO Y FACTIBILIDAD DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO: Estudio Económico-Financiero (E 3.4)

Lo que cabe resaltar que el montaje financiero propuesto resulta en una cesación de aportaciones a la explotación de parte del DMQ en 2030, y que la sensibilidad al monto de inversión modifica este resultado si el monto es superior al 20% del estimado. En 2016, un aumento en el 10% del monto de inversión inicial resulta en un aumento de US\$11 millones en aportaciones anuales al DMQ.

Sin embargo, estos escenarios de financiamiento dependen mucho del plazo de repago del préstamo finalmente acordado. Por lo tanto, este análisis debe tomarse como ilustrativo y comparativo.

Cuadro 29 : Sensibilidad a la demanda

Variación en la demanda (% respecto valor inicial)	Aportaciones a la explotación (Millones de USD)		
	2016	2020	2040
+30%	22,0	25,6	0,0
+15%	31,8	36,9	0,0
+0%	41,5	48,3	0,0
-15%	52,6	61,1	25,0
-30%	62,6	72,8	54,8

Fuente: ESTUDIOS PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE QUITO Y FACTIBILIDAD DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO: Estudio Económico-Financiero (E 3.4)

Reducciones del 15% en la demanda equivalen a incrementos del 10% en los costos iniciales de inversión, según el estudio de factibilidad, si juzgamos por las necesidades de aportación a la explotación. La menor sensibilidad a los ingresos por la demanda se deben principalmente al hecho que habría un aporte fijo del DMQ hasta 2030, que hace que esta variable sea menos sensible que el monto de la inversión inicial.

Cuadro 30 : Sensibilidad a las tasas de interés de los prestamos

Cambios en el tipo de interés equivalente	Aportaciones a la explotación (Millones de USD)		Años para el repago ⁹
	2016	2020	
+0,00%	41,5	48,3	15
+0,25%	42,7	49,6	15
+0,50%	43,5	50,6	15
+1,00%	49,1	57,1	14
+1,50%	50,9	59,1	14

Fuente: ESTUDIOS PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE QUITO Y FACTIBILIDAD DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO: Estudio Económico-Financiero (E 3.4)

Las simulaciones están hechas con una tasa de interés equivalente, para poder analizar el mix de prestamos.

Los resultados muestran que una variación en el 1,5% de la tasa de interés equivalente sería comparable a una reducción del 15% de la demanda o a un aumento del 10% de la inversión inicial. Este resultado, presupone una inversión en titularización de US\$150 millones. Sin la titularización, el impacto de la tasa de interés equivalente es mayor. Por ello, hay que decir que la sensibilidad a las condiciones financieras del montaje es alta.

⁹ Aumentos de 100 puntos básicos o más en el tipo de interés equivalente obligan en la práctica a reducir el periodo de repago de la deuda, lo que supone un salto cuantitativo en las aportaciones a la explotación.

Cuadro 31 : Sensibilidad a la tarifa

Tarifa media cobrada a los usuarios (US\$ de 2010)	Aportaciones a la explotación (millones de US\$ de 2010)		
	2016	2020	2040
0.23	62.8	73.0	55.4
0.33 (escenario de base)	41.5	48.3	0.0
0.43	21.7	25.2	0.0
0.53	2.3	2.6	0.0

Fuente: ESTUDIOS PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO DE QUITO Y FACTIBILIDAD DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO: Estudio Económico-Financiero (E 3.4)

El análisis de sensibilidad a la tarifa se ha hecho suponiendo un escenario inelástico, vale decir que los aumentos tarifarios no afectan el volumen de pasajeros, por consiguiente las conclusiones del análisis son equivalentes a la relativa al análisis de sensibilidad a la demanda. A título de ejemplo, una reducción de la tarifa promedio a 0.23 US\$, o sea una reducción del 30%, tiene como consecuencia un resultado igual al de la reducción de la demanda del 30%.

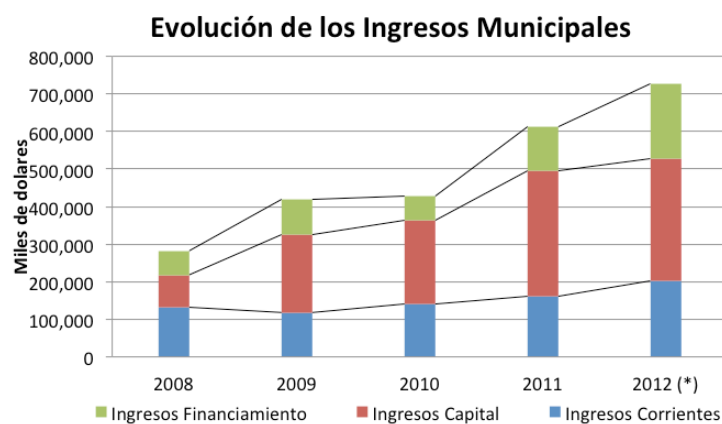
En definitiva, el modelo financiero está hecho sobre la base de hipótesis razonables, pero que ahora se deben precisar. Es imperativo determinar los acuerdos de prestamos, y sus condiciones para realizar una nueva modelización financiera, acorde con el diseño ejecutivo del proyecto. En vista de las sensibilidades, parte de la factibilidad del proyecto reside en el montaje financiero.

5. Valoración de la capacidad de pago del DMQ

5.1. Ingresos y gastos del DMQ

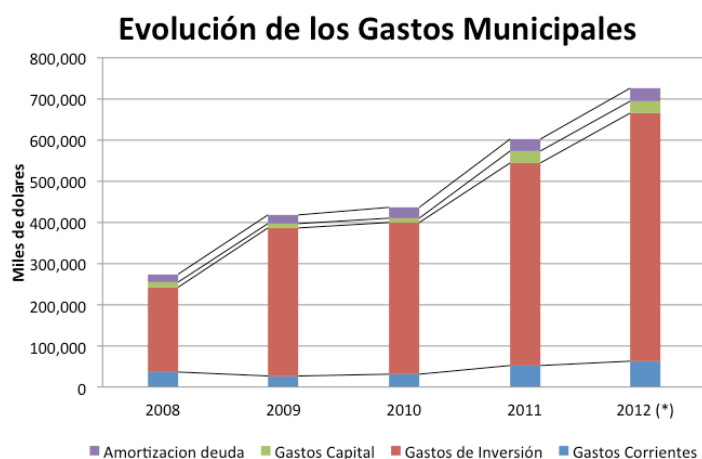
Los ingresos y gastos del Distrito Municipal de Quito (DMQ) vienen creciendo fuertemente estos últimos años; el presupuesto de 2012 es de US\$726.5 millones. El DMQ tiene una deliberada política de aumentar los ingresos y hacer más eficiente el recaudo.

Figura 7 : Evolución de los Ingresos Municipales



Fuente : Presentación Situación Financiera del Municipio de Quito; Administración General del DMQ, junio 2012

Figura 8 : Evolución de los Gastos Municipales



Fuente : Presentación Situación Financiera del Municipio de Quito; Administración General del DMQ, junio 2012

En este contexto, han previsto una serie de aumentos de las fuentes de ingresos para los próximos años que se presentan en el cuadro a continuación.

Cuadro 32 : Ingresos futuros anuales adicionales del DMQ

Nombre	Monto estimado	Año de inicio
1. Fuentes nuevas		
Títulos de flujos futuros del nuevo Aeropuerto Internacional	29 millones	2012-2040
Expropiaciones incluidas en la compensación de mejoras	10 millones ¹⁰	2012-2022
Tasa de recolección de basura	35 millones	2013
Implementación del Peaje urbano	25 millones	2014
Impuesto vehicular	30 millones	2014
2. Competencia nueva de tránsito		
Transferencia del Estado	25 millones	2012-2013
Matrícula vehicular	40 millones	2014
Fondo de proyectos de tránsito	18 millones	2012
Multas de tránsito	13 millones	2012
3. Reducción o recuperación del gasto		
Servicios de salud	5 millones	
Servicios de educación	15 millones	
Total	245 millones	

Fuente : Presentación Situación Financiera del Municipio de Quito; Administración General del DMQ, junio 2012

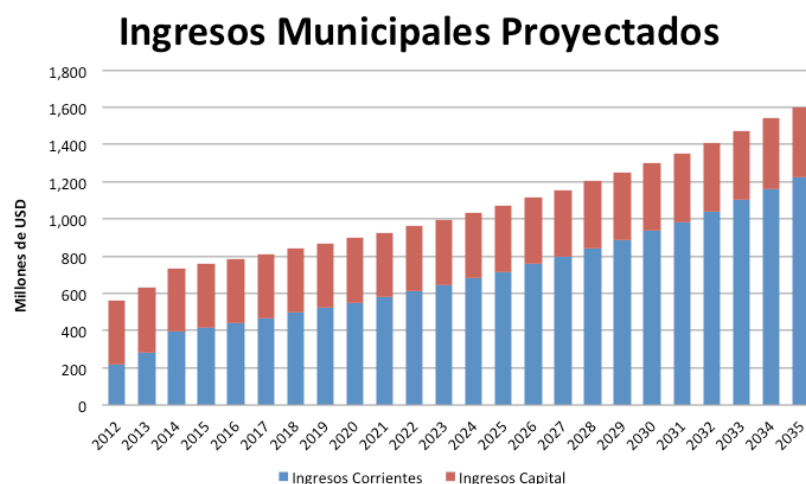
Los ingresos nuevos se descomponen en tres tipos. La fuentes nuevas que no implican gran inversión, o sea se recauda algo para un servicio ya existente, o bien por el cual ya existe la infraestructura. Luego están los ingresos debido al traspaso al DMQ de la competencia de tránsito desde el gobierno central. Estos ingresos implican también gastos de gestión de esta competencia. Por fin, están los ingresos por servicios que ya ejerce el municipio pero que son competencia del gobierno central, como la salud y educación, con lo que el DMQ pretende que el gobierno traspase los fondos correspondientes.

No cabe en este análisis juzgar de la factibilidad política de las hipótesis de nuevas fuentes de ingresos presentadas por el DMQ, ni tampoco de los montos asignados.

Estas nuevas fuentes hacen que los ingresos corrientes del DMQ pasen de US\$203 millones en 2012, a US\$420 millones en 2015 según la hipótesis del DMQ , llegando a US\$1220 millones en 2035, según lo muestra la figura a continuación:

¹⁰ 100 millones aproximadamente en 10 años

Figura 9 : Ingresos Municipales Proyectados



Fuente : Presentación Situación Financiera del Municipio de Quito; Administración General del DMQ, junio 2012

La proyección implica un crecimiento promedio de 9.5% por año de ingresos corrientes. Si bien, esta cifra no parece excesiva a la luz de lo sucedido en los últimos cuatro años, un ritmo tan alto y parejo de crecimiento, sobre tantos años da la impresión de ser una proyección algo optimista.

5.2. Impacto del Metro en las finanzas municipales

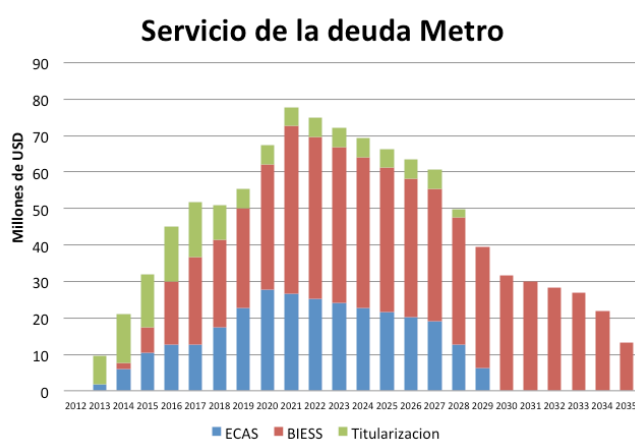
El DMQ analizó el impacto en las finanzas municipales de la inversión en el Metro bajo las hipótesis de financiamiento siguientes:

- US\$708 millones de aporte municipal para la construcción (2012-2016);
- Ese aporte se distribuyó en: (i) US\$120 millones de aporte del presupuesto; (ii) US\$80 millones de titularización de los ingresos futuros del aeropuerto internacional; (iii) Deuda: Créditos a Exportadores: US\$164 millones (10 años con 5 años gracia, tasa de interés anual 7,65%); y BIESS: US\$344 millones (15 años con 5 años gracia, tasa de interés anual 7,00%)

Bajo estas hipótesis de financiamiento y las hipótesis de ingresos y de inversión estipuladas en los estudios, el proyecto generaría pequeños excedentes de operación.

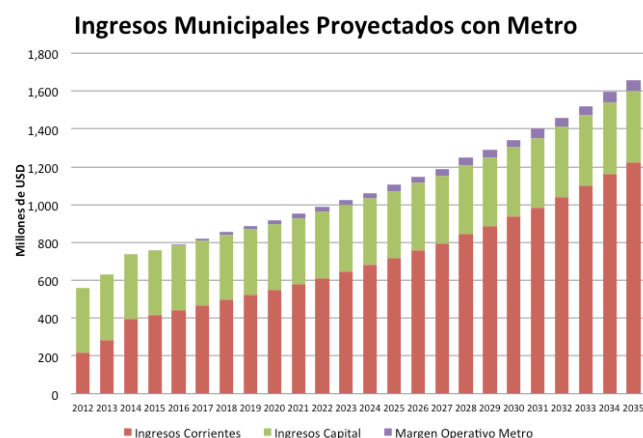
Bajo estas hipótesis se ve que el perfil del servicio de la deuda de Metro tiene un pico en el año 2021 del orden de US\$77 millones y desciende a los niveles que actualmente maneja el municipio, de alrededor de US\$40 millones en 2029 (véase Figura 10 : Servicio de la deuda Metro). Si al perfil de la deuda se le agrega la deuda existente del municipio el pico sigue siendo en 2021 por un monto de alrededor de US\$98 millones. Entre 2016 y 2024, el municipio tiene que afrontar servicios de deudas por montos mayores a US\$80 millones, o sea el doble de lo que afronta actualmente (véase Figura 11 : Ingresos Municipales proyectados con Metro). Puesto que los ingresos por operación del Metro son poco significativos, la cuestión reside en si los ingresos fiscales del municipio son los suficientes para cubrir este perfil de deuda.

Figura 10 : Servicio de la deuda Metro



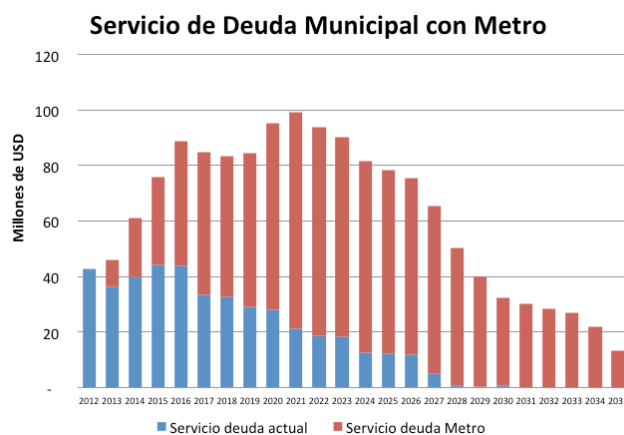
Fuente : Presentación Situación Financiera del Municipio de Quito; Administración General del DMQ, junio 2012

Figura 11 : Ingresos Municipales proyectados con Metro



Fuente : Presentación Situación Financiera del Municipio de Quito; Administración General del DMQ, junio 2012

Figura 12 : Servicio de deuda municipal con Metro

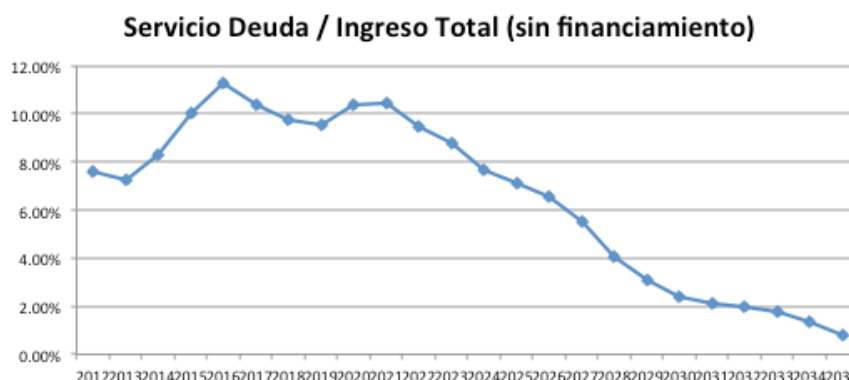


Fuente : Presentación Situación Financiera del Municipio de Quito; Administración General del DMQ, junio 2012

Conforme a las reglas de manejo presupuestario ecuatoriano los límites de endeudamiento para gobiernos locales son : (i) el ratio de deuda/ingresos totales (sin financiamiento) debe ser inferior a 200%; (ii) el ratio del servicio de la deuda/ingresos totales debe ser inferior a 25%.

Con las hipótesis adoptadas en el estudio el municipio estima que el ratio del servicio de deuda sobre ingresos totales no supera 11% para todo el período de reembolso de la deuda. El DMQ no presentó un análisis sobre el criterio de ratio de deuda/ingresos totales.

Figura 13 : Servicio de deuda/ Ingresos totales (sin financiamiento)



Fuente : Presentación Situación Financiera del Municipio de Quito; Administración General del DMQ, junio 2012

5.3. Análisis y riesgos del impacto del Metro en las finanzas municipales

En este momento no se tiene la versión final del montaje financiero del proyecto; están en discusión las condiciones del financiamiento tanto en sus términos como en cantidad, por parte del BIESS y otras fuentes. Por lo que aquí, se debe asumir la hipótesis del municipio presentada en el acápite anterior, que además es bastante probable.

5.3.1. *Ratio deuda / ingresos totales*

Los ingresos totales (sin financiamiento) del DMQ son alrededor de US\$560 millones en 2012, y la deuda a contraer sería US\$708 millones. La deuda actual del DMQ es de alrededor de US\$300 millones¹¹. Por lo tanto, el ratio deuda sobre ingresos totales (sin financiamiento) sería 180% si se le agrega la deuda del Metro, con lo cual se respetaría la restricción de endeudamiento para gobiernos locales.

Esta restricción lógicamente se analiza cada año a medida que los ingresos aumenten y los servicios de deuda reduzcan la deuda. Bajo estas hipótesis, el DMQ podría contraer una deuda de hasta de US\$820 millones, para el proyecto. Lo que implica un 15.8% adicional del 50% del costo de la inversión, ya que el gobierno nacional se comprometió a cubrir hasta el 50% de la inversión además del IVA. En otras palabras, bajo las hipótesis manejadas el tope de endeudamiento siguiendo el criterio de deuda/ingresos totales, puede soportar un aumento del costo de inversión del proyecto de 31.6%.

Este análisis no considera las proyecciones de aumento de ingresos del DMQ. Si bien, estos parecen optimistas, es lógico prever que los ingresos aumenten en términos reales sobre el período analizado. Ahora bien, los gastos del DMQ también pueden aumentar durante el período, sin embargo los gastos corrientes y la amortización de la deuda (o sea los gastos obligados), representan sólo el 13% del presupuesto, con lo cual el DMQ tiene un margen de maniobra amplio para manejar sus gastos.

En conclusión, este criterio de análisis del endeudamiento parece estar salvado aun cuando los ingresos del DMQ no aumenten en el período, ya que costos de 31.6% adicionales estarían en el rango alto de lo esperado para el costo de la obra. Por otro lado, durante los 3 años de construcción se estaría pagando la deuda municipal actual, aumentando el margen del DMQ para endeudarse.

¹¹ Monto a verificar. Estimado a partir de los servicios de deuda municipal proyectados

Cuadro 33 : Presupuesto del DMQ 2012

	Monto (US\$)		Monto (US\$)
Ingresos	726,562,259	Gastos	726,562,259
Ingresos corrientes	203,050,269	Gastos corrientes	61,538,495
Impuestos	125,839,000	Gastos de personal	24,943,357
Tasas y contribuciones	60,553,796	Bienes y servicios de consumo	17,279,562
Ventas de bienes y servicios	326,955	Interés deuda publica	14,496,727
Renta de inversiones	9,340,885	Gastos financieros	2,878,849
Otros ingresos	6,989,633	Transferencias corrientes	1,940,000
Ingresos de capital	324,395,234	Gastos de inversión	603,081,285
Venta de bienes de larga duración	7,757,579	Gastos en personal de inversión	94,081,231
Recuperación de inversiones		Bienes y servicios de consumo de producción	79,597,595
Transferencias de capital	316,637,655	Obras publicas	95,216,158
Ingresos de financiamiento	199,116,757	Otros gastos de inversión	432,368
Financiamiento publico	107,449,652	Transferencias para inversión	333,753,933
Saldos disponibles	50,667,105	Gastos de capital	28,099,817
Cuentas pendientes por cobrar	41,000,000	Inversiones de bienes de larga duración	28,099,817
		Amortización deuda publica	33,842,662

Fuente : Presentación Situación Financiera del Municipio de Quito; Administración General del DMQ, junio 2012

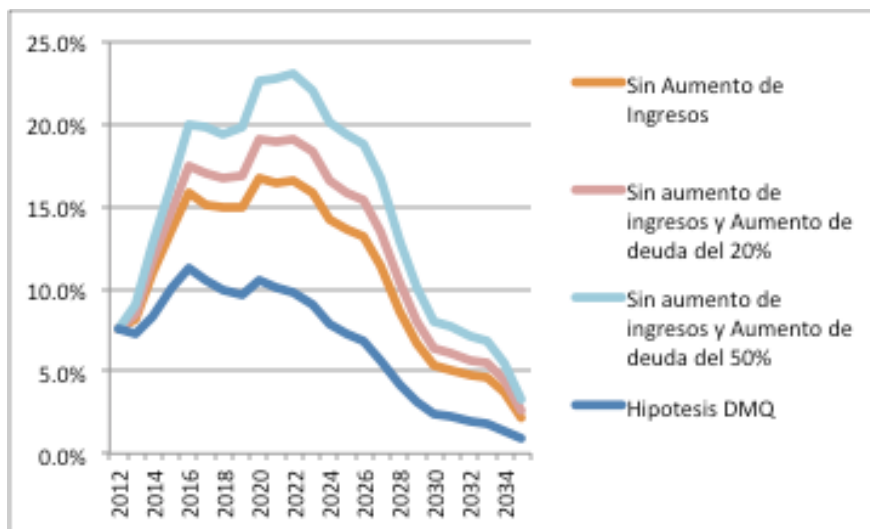
5.3.2. *Ratio servicio de la deuda / ingresos totales*

El segundo criterio analizado; el ratio del servicio de la deuda sobre los ingresos totales (sin financiamiento), fue analizado suponiendo que no habría aumento de ingresos fiscales en el DMQ. Se usó la misma cifra de ingresos corrientes de 2012 y se mantuvo el ligero aumento de ingresos de capital proyectado por el DMQ.

Los resultados muestran que sin aumentos en ingresos corrientes y aun con un aumento en el monto de deuda del 50%, el criterio de endeudamiento es cumplido.

Es el criterio de deuda sobre ingresos totales (sin financiamiento) que sería el más restrictivo para el DMQ y no el de servicio de deuda.

Figura 14 : Ratio de servicio de la deuda/ ingresos totales (sin financiamiento)



Fuente : Presentación Situación Financiera del Municipio de Quito; Administración General del DMQ, junio 2012 y Elaboración propia

5.3.3. Conclusión sobre la capacidad de financiamiento del DMQ

No cabe duda que el esfuerzo financiero para el financiamiento del Metro por parte del DMQ es alto. Ello es más fuerte en el caso del monto de la deuda tomada, que en esfuerzo del servicio de la misma, aun sin considerar aumento de ingresos. Aun así, el proyecto podría soportar un aumento en el costo de inversión de hasta 31.6%, bajo los acuerdos existentes con el gobierno central.

El criterio de servicio de la deuda bajo las hipótesis de financiamiento analizadas, indica que el DMQ podría soportar incrementos de 50% en la deuda con respecto a los estimados. Ello podría cubrir eventualmente menores ingresos de demanda y la posibilidad de cubrir costos operativos si la necesidad de presentara.

Cabe resaltar, sin embargo, que este análisis se debe actualizar con el montaje financiero final acordado, porque como lo demuestra el Cuadro 30 : Sensibilidad a las tasas de interés de los prestamos, el costo del préstamo tiene una incidencia en el costo final del proyecto.

El gobierno central tiene un ratio de deuda sobre PIB de 21% en la actualidad, y las restricciones de endeudamiento ubican el techo en 40% del PIB, con lo cual en gobierno central tiene una capacidad de endeudamiento y de garante del endeudamiento del DMQ muy amplio.

En definitiva, el mayor riesgo es que el costo de inversión del proyecto supere la capacidad de endeudamiento del DMQ, medido por el criterio de deuda/ingresos totales (sin financiamiento).

Capítulo 3 : Recomendaciones y sugerencias

1. Pliegos y licitación

1.1. Proceso de licitación, y contratación

El nivel de diseño constructivo, base de la licitación, es el más detallado que se puede llegar previo a una construcción, por lo tanto el nivel de error en cantidades o diseño es el menor que puede haber para este tipo de obra, previo a la licitación.

La estimación de cantidades será muy precisa, y es muy difícil que en la preparación de una oferta hecha para la licitación un consorcio de firmas pueda mejorar el análisis y metraje que ha hecho la autoridad con los estudios que lleva a cabo en los últimos 3 años. Lo más probable es que en las ofertas, las firmas se acerquen mucho al metraje y cantidades del proyecto de la autoridad. Esto es aun mas probable, dado que la licitación se hará por costos unitarios, con lo cual los errores que puedan haber en las cantidades son asumidas por el contratante y no el contratista durante la construcción. Por ello, no se estima variación en la licitación de las cantidades y metrajes en relación al proyecto de la autoridad.

En cuanto a los precios unitarios, si bien se ha hecho un trabajo muy a conciencia de la estimación de los mismos, siempre subsistirán dos riesgos principales en estos cálculos. El primero tiene que ver con la estimación de precios unitarios para componentes y actividades que nunca han sido realizadas en Quito y cuya transposición a Quito puede llevar errores, y el segundo es el impacto de la competencia en la licitación. La limitada competencia que habrá en Quito en relación a la construcción de metros en España, es difícilmente discernible.

Por consiguiente, primeramente se aconseja de separar los paquetes en dos: (i) obra civil e instalaciones; y (ii) material rodante. De esta manera, se adapta a las condiciones locales de limitada experiencia y se introduce mayores posibilidades para que haya mayor competencia en la licitación.

Por otro lado, se entiende que el EPMMQ procederá a una licitación de dos fases. La primera fase incluye la obra civil de dos importantes estaciones (La Magdalena y El Labrador), y la segunda fase todo lo demás. Por consiguiente, se ha decidido, a justo titulo, que el DMQ financie con fondos propios la primera fase, y en la segunda intervengan los financistas.

Dada esta única oportunidad, se recomienda esperar el resultado de la licitación de la primera fase para comprobar la justeza de la estimación de costos del proyecto.

La segunda fase se licitará la obra civil e instalaciones por un lado y por otro el material rodante, lo que parece lo más adecuado dada las condiciones locales. En esta fase se utilizarían los pliegos, condiciones y financiamiento del Banco sólo para la obra civil. Si bien es cierto que hay un nivel alto de confianza en cuanto a la justeza de la estimación de costos y la calidad del diseño del proyecto, se puede reducir el riesgo de licitación aun mas si se adopta el método de licitación a la “española”. Este daría una señal muy clara a los oferentes y además utilizaría al máximo las ventajas del nivel de detalle del diseño a la hora de licitar.

Por ello se recomienda que la contratación se haga con costos unitarios a la manera “española” de manera tal a beneficiarse completamente del nivel de detalle del diseño y así no sufrir sobre costos por parte de los oferentes en sus precios a la licitación.

Se aconseja por consiguiente, adoptar tres características de la licitación a la española:

- no aceptar ofertas por encima del precio estimado del proyecto; esto es factible ya que las normas indican que el contratante se reserva el derecho de rechazar ofertas. Aquí bastaría indicarlo en las condiciones específicas de la licitación;
- imponer la estructura de los costos unitarios del proyecto y no los del contratista. Si bien el precio global del oferente es respetado, se entiende que la estructura de los costos unitarios está más estudiada por lado del contratante. Por ello, se propone aplicar el factor de diferencia entre el precio total estimado del proyecto con el del oferente, a los costos unitarios estimados del proyecto y estos constituirían los del contrato final. Este mecanismo reduce el riesgo de que el contratista proponga costos unitarios mal estudiados que después tengan un impacto fuerte en el costo final. Esto debería ser factible en los pliegos del Banco si se especifica en las condiciones específicas de la licitación y se respeta el precio global del oferente;
- imponer la ecuación polinómica de ajuste de precios. Por las mismas razones que el punto anterior, se considera que el proyecto tiene más información y puede calcular más precisamente la estructura de costos del proyecto. Por consiguiente, no es aconsejable que la polinómica la proponga el contratista, como lo estipulan los pliegos del Banco, ya que es la puerta abierta a abusar y especular con elementos de la ecuación que puedan tener una variabilidad alta. Esto tal vez requiere una excepción especial al pliego de licitación estándar del Banco.

Sería útil que el Banco concrete todo estos temas lo mas pronto posible, de preferencia a la evaluación del proyecto, para que no hayan inconvenientes con el EPMMQ a la hora de licitar.

1.2. Variación de precios durante la construcción

Como se vió en el análisis, las posibilidades de sobre costo durante la construcción residen mucho en la variación natural de precios de la construcción y ello se exagera si la obra sufre atrasos. Por consiguiente, es de suma importancia enmarcar y entender lo más posible que insumos de la obra pueden variar durante la construcción.

En el mejor de los casos, durante la construcción los precios variarán como variarían naturalmente en un periodo de 3 años; en el peor de los casos, la obra misma causará un efecto en los precios creando inflación en algunos insumos como: (i) mano de obra; (ii) acero; (iii) hormigón; (iv) combustibles. El impacto de la obra en los precios podrá venir de un exceso de demanda en el mercado o bien de especulación por la importancia de la obra. Este efecto, es difícilmente previsible ya que dependerá del nivel de obras que se estén realizando en el país cuando empieza la construcción del metro.

El Banco podría sugerirle a EPMMQ que identifique claramente que precios pueden, durante los años de construcción, variar significativamente (acero, hormigón, mano de obra etc.) y que presente cómo estima que van a variar, cómo pretende mitigarlo y qué reserva estaría prevista en los precios del contrato, para hacer frente a estos aumentos.

1.3. Costos de operación

Los costos de operación estimados para el proyecto lo fueron a nivel pre-factibilidad únicamente por ahora. Cuando se tengan los datos finales del montaje financiero y del plan operacional, estos se estimarían en mayor detalle.

Para mayor seguridad en esta estimación, y a fin de acercar las estimaciones al máximo al contexto local el Banco podría solicitarle al EPMMQ que cuando se estimen los costos de operación se haga una comparación con algunas líneas similares de la Región.

2. Durante la construcción

2.1. Cambios en el diseño

Los cambios de diseño durante la construcción deben ser evitados a toda costa ya que su costo marginal es extremadamente alto. El análisis realizado muestra que los sobre costos por cambios de diseño pueden ser los sobre costos mas altos en este tipo de obra (43.16%). Además, los cambios conllevan atrasos de obra que por otro lado es la segunda causa de sobre costos más importantes (30.26%). Por lo tanto, se debe evitar terminantemente cualquier modificación de diseño por cambios de parecer del contratante. Estos pueden suceder por mejoras, o demandas públicas o políticas que pueden y suelen surgir en el tiempo.

Además, dado el esquema contractual propuesto por costos unitarios de la obra, cualquier cambio de diseño tendría un impacto muy fuerte en las finanzas del contratante y no el contratista. Se recomienda, por lo tanto, que el Banco considere como condición de préstamo que no haya ningún cambio al diseño de la obra por ningún motivo.

3. Financiamiento

3.1. Estructura del financiamiento

Hasta la fecha no se ha actualizado el análisis financiero por falta de concreción del paquete de financiamiento. Es importante tener una definición clara del financiamiento antes de evaluar el proyecto ya que este es un elemento determinante, y afectará el costo final del proyecto.

Los análisis de sensibilidad mostraron que una variación en el 1,5% de la tasa de interés equivalente sería comparable a una reducción del 15% de la demanda o a un aumento del 10% de la inversión inicial. Por ello, hay que decir que la sensibilidad a las condiciones financieras del montaje es alta.

3.2. Capacidad de endeudamiento del DMQ

Los ingresos y gastos del Distrito Municipal de Quito (DMQ) vienen creciendo fuertemente estos últimos años; el presupuesto de 2012 es de US\$726.5 millones. El DMQ tiene una deliberada política de aumentar los ingresos y hacer más eficiente el recaudo. En ese contexto, el DMQ indica que tendrían en los próximos años fuentes de ingresos nuevas que aumentarían significativamente sus ingresos.

No cabe en este análisis juzgar de la factibilidad política de las hipótesis de nuevas fuentes de ingresos presentadas por el DMQ, ni tampoco de los montos asignados. Sería importante que el Banco, sin embargo, evaluara las proyecciones de ingresos que el DMQ ha hecho. Ya que en gran medida la facilidad demostrada en el análisis de la capacidad de endeudamiento del DMQ se debe a la proyección de aumento de ingresos en los años futuros.

En base a los datos de ingresos proporcionados por el DMQ, y los gastos del proyecto los análisis aquí realizados, indican que el DMQ tendría capacidad para afrontar las exigencias de financiamiento del proyecto aun sin los aumentos de ingresos de las nuevas fuentes, sin embargo lo pondría en una situación de exigencia fiscal.

Por consiguiente, el Banco podría solicitar que el EPMMQ presente como financiaría los costos de inversión adicionales en caso que ello ocurriera durante la construcción.

4. Sobre el SITM

4.1. La estructura del SITM

La red del SITM propuesta no afecta el accionar del Banco ya que éste financiaría el metro. Ahora bien, el impacto del SITM es determinante para el éxito del proyecto. Como se vio en los análisis de demanda sin trasbordo la demanda del metro cae significativamente. Por lo que se recomienda que el Banco solicite que se proceda con mucha cautela con la instalación de la propuesta de nueva red SITM.

Se sugiere que en la medida de lo posible que se re-evalúe la propuesta de SITM en algunas áreas, introduciendo indicadores de calidad del servicio del usuario como por ejemplo: (i) caminata de acceso a paradas no mas de 500m en promedio; (ii) reducción de la espera del vehículo de transporte; (iii) reducción de los trasbordos; (iv) reducción del tiempo de trasbordo; (v) reducción del nivel de ocupación del vehículo, y sean comparados con una línea base de los mismos en la situación actual. Es claro que no todos los criterios serán mejorados, ya que hay objetivos que entran en contradicción los unos con los otros y el proyecto deberá encontrar el equilibrio.

Asimismo, que se proceda a un proceso de consultas con usuarios en cada área para afinar y consensuar los trazados de líneas más alejadas de la zona central del Quito.

4.2. Líneas de transporte masivo existentes

En los riesgos de demanda que se presentaron, sobresalen los relativos al incremento en la caminata, espera y trasbordo que implica el nuevo SITM. Por ellos se recomienda ser muy cuidadoso con su implantación, pero además se sugiere no levantar el Trole inmediatamente, para ver como se va comportando la demanda en su aceptación del Metro y del nuevo SITM. Se sugiere que se levante sólo después de un tiempo.