



# Metro

ANALISIS DE RIESGOS

EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA METRO DE QUITO

ANALISIS DE RIESGOS

Quito, 10 de julio de 2020

# METRO

ELABORADO POR IKONS

## 1. ÍNDICE

<b>1. ANÁLISIS DE RIESGOS</b> .....	<b>3</b>
1.1 CONTEXTO EMPÍRICO.....	3
<b>2. METODOLOGÍA</b> .....	<b>4</b>
2.1 ¿QUÉ ES EL ANÁLISIS DE RIESGO DE UN PROYECTO? .....	5
2.2 CLASIFICACIÓN DE RIESGOS .....	5
2.3 ETAPA DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS .....	5
2.4 ETAPA DE JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS .....	6
<b>3. ANÁLISIS DE RIESGO DE DEMANDA</b> .....	<b>16</b>
3.1 RIESGO DE DEMANDA .....	18
3.1.1 Riesgo asociado a la Partición Modal (año 1, año 4 y año 5).....	18
3.1.2 Riesgo asociado a las tasas de crecimiento de la demanda .....	19
3.2 MODELO DE SIMULACIÓN PARA ESTIMACIÓN DEL RIESGO DE DEMANDA.....	20
3.2.1 Descripción del modelo .....	20
3.2.2 Resultados de estimación de Riesgo de Demanda .....	22
<b>4. ANÁLISIS DE RIESGO DE OPERACIÓN</b> .....	<b>24</b>
4.1 ANTECEDENTES DE INFORMACIÓN.....	24
4.2 MODELACIÓN DEL RIESGO DE OPERACIÓN .....	27
4.2.1 Modelación del riesgo de operación relativo a salarios .....	27
4.2.2 Modelación del riesgo de operación relativo al costo del kWh .....	29
4.3 RESULTADOS DE LA MODELACIÓN DEL RIESGO DE OPERACIÓN. ....	30
<b>5. ANÁLISIS DE RIESGO DE MANTENIMIENTO</b> .....	<b>33</b>
5.1 ANTECEDENTES DE INFORMACIÓN.....	33
5.2 MODELACIÓN DEL RIESGO DE MANTENIMIENTO .....	34
5.3 RESULTADOS DE LA MODELACIÓN DEL RIESGO DE MANTENIMIENTO.....	35
<b>6. RESUMEN DE RESULTADOS</b> .....	<b>37</b>
<b>7. ANEXO: RIESGOS IDENTIFICADOS</b> .....	<b>38</b>

## 1. ANALISIS DE RIESGOS

### 1.1 CONTEXTO EMPÍRICO

La evidencia internacional muestra que los presupuestos públicos sufren desviaciones de importante cuantía y que el costo final de un proyecto ejecutado mediante la modalidad de contratación tradicional suele ser más elevado que lo previsto en los presupuestos originales tanto para los costos de construcción como para los costos de equipamiento, operación y mantenimiento de una infraestructura.

Una característica importante de la modalidad de contratación tradicional (relacionada a la producción propia en el caso de empresas públicas) es que los riesgos quedan retenidos por el sector público, y de manera especial los riesgos de sobrecosto y sobreplazos en las actividades operativas. Los sobrecostos se producen generalmente por aumentos en las cantidades y/o en los precios unitarios de los insumos para realizar el proceso de operación y mantenimiento de la infraestructura.

Históricamente ha existido una tendencia sistemática en las contrataciones públicas de proyectos de infraestructura, hacia la subestimación de la duración, los riesgos, costos, y también una sobreestimación de los beneficios económicos del proyecto. Este caso es conocido como “sesgo optimista”. El sesgo optimista – inconsciente o deliberado- es el resultado de una serie de factores, entre ellas el no poder identificar y manejar adecuadamente los riesgos claves durante la fase de operación del proyecto, la falta de planificación en la inversiones e inadecuada calidad de estudios técnicos que respalden los costos<sup>1</sup>.

Existe una amplia literatura que recoge la existencia de sobrecostos, en la provisión de infraestructura tanto económica como social. Es recurrente observar notas de prensa o información general, en donde se declaran importantes sobrecostos (y sobreplazos) en el sector de la construcción. Uno de los estudios más citados corresponde a Flyvbjerg et al. (2002), donde se hace una amplia selección de 258 casos de proyectos de infraestructura de transporte construidos en 5 continentes (20 países) entre 1927 y 1998.

Los mencionados autores concluyen que los sobrecostos son algo que históricamente ha existido, y no tiende a reducirse con el tiempo, a pesar de la existencia de la lógica del ensayo y error, y de que las técnicas de estimación hayan mejorado. Además, lo interesante de este trabajo, es que la muestra de 258 proyectos abarca una gran cantidad de países de todo el mundo, lo que evita sesgar el análisis para una determinada realidad nacional. De acuerdo con un estudio del BID preparado por

---

<sup>1</sup> NAO (2013) “Over-optimism in government projects” December 2013 y Love et al. (2012)

Serebrisky et al. (2019), se indica que en América Latina el sobrecosto promedio es un 48% mayor al sobrecosto a nivel internacional.

*Cuadro 1: Fuentes de riesgo de sobrecostos*

**SOBRECOSTOS EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE**

Tipo de Proyecto	Número de casos	Promedio Sobrecosto	Desviación estándar
Ferrovianos	58	44.7%	38.4
Puentes y túneles	33	33.8%	62.4
Viales	167	20.4%	29.9
Edificios*	-	36%	-
Represas*	-	96%	-

Fuente: Flyvbjerg B, Holm MS y Buhl S. (2002) y \* Serebrisky, Suárez-Alemán, Pastor y Wohlhueter (2019) en base a Flyvbjerg y Sunstein (2016)

## 2. METODOLOGÍA

En esta sección se desarrollarán los elementos metodológicos para el análisis de riesgos con su aplicación a proyectos hidroeléctricos. Lo anterior implica el desarrollo metodológico mediante una serie de etapas que permiten llevar a cabo el análisis de riesgos:

*Figura 1: Etapas del análisis de riesgos*



Estas etapas son necesarias para:

- La construcción del Comparador Público Privado, el cual tiene por objetivo analizar la conveniencia desde el punto cuantitativo de la modalidad de ejecución del proyecto.
- Entregar pautas para el diseño del contrato en caso de que la modalidad de contratación seleccionada sea realizar la operación a través de un esquema asociativo en lo que se refiere a los riesgos que se retienen por el sector público y aquellos que se transfieren al aliado estratégico externo.

## 2.1 ¿QUÉ ES EL ANÁLISIS DE RIESGO DE UN PROYECTO?

El análisis de riesgos puede ser definido como un proceso estructurado mediante el cual una entidad metódicamente toma en consideración los riesgos que se generan en las distintas actividades que realiza y que afectan directamente los resultados derivados de su función de producción. El análisis de riesgos está orientado a identificar, describir y medir las probabilidades de ocurrencia y sus impactos, para luego asignarlos de la manera más eficiente.

En el ámbito de los proyectos de inversión y especialmente la operación del Metro, el riesgo será enfocado principalmente en los resultados que pueden producir una pérdida. El concepto de riesgo e incertidumbre puede expresarse de manera integrada como sigue: **“riesgo es un evento incierto que, si ocurre, tiene un efecto negativo en al menos uno de los objetivos de un proyecto, tales como: plazo, tiempo, costo, ingresos (demanda), ámbito y/o calidad”**.

Por lo tanto, el riesgo debe ser definido como una combinación de la probabilidad de ocurrencia de un evento y sus consecuencias, incluyendo la severidad de éstas.

## 2.2 CLASIFICACIÓN DE RIESGOS

Desde el punto de vista general, los riesgos de un proyecto de inversión se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Para el caso de un proyecto desarrollado por el sector público a través de un esquema asociativo, una clasificación relevante es la separación entre riesgos retenidos por el operador público y riesgos transferidos al aliado estratégico.
- Un riesgo retenido por el sector público es aquel que permanece bajo la administración de la empresa pública, y por lo tanto en caso de activarse, tiene un impacto directo en el presupuesto de la entidad.
- Un riesgo transferido al aliado estratégico permanece bajo la administración y en la “contabilidad” de la empresa que firma el contrato Asociativo. Nuevamente, si el riesgo es activado, tiene un impacto directo en el presupuesto del proyecto y es de responsabilidad del adjudicatario del proyecto mitigarlo y administrarlo.

## 2.3 ETAPA DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

La primera etapa del análisis de riesgos es la identificación de todos posibles eventos que generan consecuencias e impactos en el desempeño del cumplimiento de los objetivos de la operación del Metro de Quito. En particular, se trata de identificar todas

las posibles causas de riesgos potenciales que pueden producirse y que tendrían impacto en el resultado esperado de la operación del proyecto.

Esta aproximación se realiza bajo la perspectiva de que el tomador de la decisión para la ejecución de un proyecto desarrollado bajo una modalidad de contratación tradicional, que puede ser eventualmente implementado a través de un esquema Asociativo, es el Metro de Quito.

Independiente de la técnica que se emplee para la identificación de causas, es altamente deseable tener presente las prescripciones que se derivan de la aproximación SMART. Es decir, la identificación de las causas de riesgo debe permitir que éstas sean Específicas, Medibles, Atribuibles, Relevantes, y Temporalmente Identificables.

A continuación, se presenta la matriz de riesgos identificados por el equipo consultor para Metro de Quito, e incluye los distintos riesgos del proyecto a través de 10 áreas distintivas:

- Implementación
- Ambiental y Social
- Diseño
- Construcción
- Operación
- Mantenimiento
- Financiero
- Regulatorio
- Fuerza Mayor
- Niveles de Servicio, Disponibilidad y Calidad

## **2.4 ETAPA DE JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS**

En esta etapa tiene como objetivo la jerarquización de las causas identificadas, con la finalidad de obtener las causas más relevantes sobre el proyecto en función de la combinación de la probabilidad de ocurrencia y del impacto en el proyecto. Para lo anterior se ha realizado revisión de literatura y un taller interno para esta etapa.

Para unificar las percepciones de los participantes del taller interno al interior del grupo consultor se empleó una escala cualitativa que permite realizar un análisis cuantitativo, tal como se muestra en los siguientes cuadros para la probabilidad de ocurrencia y el impacto:

*Cuadro 2: Definición del impacto sobre el proyecto*

Impacto	Escala	Descripción
Crítico (C)	Mayor o igual a 60%	Impacto que podría llevar a la cancelación del proyecto dado que produce alteraciones de las principales variables de costo y plazo muy por sobre el esperado.
Severo (S)	Menor a 60%	Cualquier impacto que coloque en peligro el objetivo del proyecto o que puedan llevar a un impacto significativo en el largo plazo.
Moderado (Mo)	Menor a 40%	Cualquier impacto que causaría un cambio en la planificación de manera importante o que podría conducir a un efecto notable e inoportuno para el proyecto.
Mínimo (Mi)	Menor a 10%	Cualquier impacto que puede ser tratado al interior del equipo de proyecto y que tendría un efecto manejable en el largo plazo.
Despreciable (D)	Menor a 5%	Cualquier impacto que afecta de manera insignificante sobre el ciclo de vida del proyecto y sus principales variables de costo y plazo.

*Cuadro 3: Definición y criterios de la probabilidad de ocurrencia*

Probabilidad de Ocurrencia	Probabilidad	Descripción
Muy alto (MA)	100% - 81%	Es muy probable que el riesgo/causa ocurra durante el ciclo de vida del proyecto.
Alto (A)	80% - 51%	Probablemente el riesgo/causa ocurra durante el ciclo de vida del proyecto.
Moderado (M)	50% - 21%	Puede o no ocurrir el riesgo/causa durante el ciclo de vida del proyecto.
Bajo (B)	20% - 6%	Es improbable que el riesgo/causa ocurra durante el ciclo de vida del proyecto.
Muy bajo (MB)	5% - 0%	Es muy poco probable que el riesgo/causa ocurra durante el ciclo de vida del proyecto.

A su vez en el siguiente cuadro muestra el resultado del proceso de elicitación de los juicios proporcionados por los expertos que participaron en el análisis de riesgos:

*Cuadro 4: Elicitación de los juicios emitidos por los expertos*

Nro.	Causa	Probabilidad	Impacto	Asignación
1	Riesgo en la calidad de participantes	Muy Bajo	Moderado	Público
2	Riesgo en la evaluación de las propuestas de los licitantes	Muy Alto	Crítico	Público
3	Riesgo en la calidad de la oferta	Alto	Moderado	Público
4	Riesgo en la seriedad de la oferta	Alto	Moderado	Público
5	Riesgo en el diseño conceptual en el modelo de negocio	Bajo	Severo	Público
6	Riesgo en la definición de la red en superficie	Muy Alto	Moderado	Público
7	Riesgo de configuración de "elefantes blancos"	Muy Bajo	Severo	Público
8	Riesgo de manejo de la contabilidad fiscal	Bajo	Crítico	Público
9	Riesgo de pérdida de incentivos a la eficiencia en la gestión de la PLMQ	Bajo	Severo	Público
10	Riesgo de demora en la suscripción del contrato de alianza estratégica, por causas atribuibles a la EPMMQ	Moderado	Moderado	Público
11	Riesgo de demora en la suscripción del contrato de alianza estratégica, atribuibles al proponente adjudicado	Bajo	Moderado	Privado
12	Riesgo de demora en la entrega de los bienes adscritos a la preoperación/operación del contrato de alianza estratégica.	Moderado	Severo	Público
13	Riesgo de planificación y otorgamiento de autorizaciones	Alto	Despreciable	Público-Privado
14	Riesgo de no contar con personal técnico y operativo para iniciar las pruebas de Marcha Blanca	Alto	Mínimo	Privado
15	Riesgo de no contar con algún Sistema Crítico Inhabilitante	Alto	Mínimo	Público

Nro.	Causa	Probabilidad	Impacto	Asignación
16	Riesgo de no contar con los contratos de Mantenimiento	Moderado	Severo	Privado
17	Riesgo de Demanda	Muy Alto	Severo	Público-Privado
18	Riesgo pago remuneración	Moderado	Moderado	Público
19	Riesgo de que sistema de recaudo para PLMQ no esté listo para la operación	Bajo	Moderado	Público
20	Riesgo de problemas de relaciones industriales	Muy Bajo	Crítico	Público
21	Riesgo de perturbación de servicios	Moderado	Moderado	Privado
22	Riesgo de accidentes del personal	Moderado	Moderado	Público
23	Riesgo de daños / lesiones a terceros	Moderado	Moderado	Privado
24	Riesgo que Aliado estratégico no cumpla con especificaciones del servicio para su puesta en operación	Alto	Crítico	Público-Privado
25	Riesgo de discontinuidad del servicio	Bajo	Moderado	Público-Privado
26	Riesgo de competencia	Bajo	Moderado	Público-Privado
27	Riesgo de sobrecostos de operación	Muy Alto	Severo	Privado
28	Riesgo de nivel de servicio inadecuado	Moderado	Moderado	Privado
29	Riesgo de abandono de responsabilidades en la operación	Bajo	Severo	Privado
30	Riesgo de factores productivos inadecuado	Moderado	Mínimo	Privado
31	Riesgo de mala programación de oferta y/o falta de personal de conducción	Moderado	Mínimo	Privado
32	Riesgo de una inadecuada ejecución de la oferta de transporte	Moderado	Moderado	Privado
33	Riesgo Ocurrencia de incidentes operacionales graves con pasajeros	Moderado	Moderado	Privado
34	Riesgo de incidentes operacionales graves sin pasajeros	Moderado	Moderado	Privado
35	Riesgo de mal manejo de situaciones de emergencia en estaciones	Moderado	Moderado	Privado

Nro.	Causa	Probabilidad	Impacto	Asignación
36	Riesgo por sobre costos en seguros por material rodante	Moderado	Moderado	Privado
37	Riesgo de no contar con un contrato de energía de largo plazo como cliente libre	Moderado	Moderado	Público
38	Riesgo de subestimación predictiva del deterioro de la infraestructura, equipo rodante y otros activos necesarios para la operación PLMQ	Moderado	Severo	Privado
39	Riesgo de gestión operacional en zonas críticas	Bajo	Mínimo	Público-Privado
40	Riesgo de subestimación general del mantenimiento preventivo del equipo rodante	Muy Alto	Crítico	Privado
41	Riesgo de subestimación general del mantenimiento correctivo del equipo rodante	Muy Alto	Crítico	Privado
42	Riesgo de un mal mantenimiento de trenes y automatismos	Muy Bajo	Crítico	Privado
43	Riesgo de un mal mantenimiento de Sistemas Críticos	Muy Bajo	Crítico	Privado
44	Riesgo de un mal mantenimiento de la infraestructura y/o equipamiento/sistemas de estaciones	Muy Bajo	Crítico	Privado
45	Riesgo de un mal mantenimiento de la infraestructura de talleres	Muy Bajo	Crítico	Privado
46	Riesgo de bancabilidad	Moderado	Moderado	Público-Privado
47	Riesgo de colateral	Alto	Moderado	Público-Privado
48	Riesgo de track record	Alto	Moderado	Privado
49	Riesgo de sobrevaluación de la capacidad de pago del servicio de deuda	Alto	Moderado	Privado
50	Riesgo de tasa de interés	Alto	Moderado	Privado
51	Riesgo inflacionario (deflacionario)	Alto	Moderado	Privado
52	Riesgo cambiario	Alto	Moderado	Privado
53	Riesgo de no pago oportuno de IVA	Bajo	Moderado	Público-Privado

Nro.	Causa	Probabilidad	Impacto	Asignación
54	Riesgo de la maldición del ganador (winner curse)	Bajo	Moderado	Público
55	Riesgo de selección adversa	Bajo	Crítico	Público-Privado
56	Riesgo de riesgo moral (moral hazard)	Bajo	Crítico	Público-Privado
57	Riesgo de captura del regulador	Bajo	Crítico	Público-Privado
58	Riesgo de cambios en la legislación pertinente	Bajo	Crítico	Público-Privado
59	Riesgo de conflicto social y/o declaración de estado de emergencia por otra causa, ajeno al contrato de alianza estratégica	Moderado	Severo	Público
60	Riesgo de paralización del proceso del contrato de alianza estratégica	Moderado	Moderado	Público
61	Riesgo de interferencia de terceros (stakeholders)	Moderado	Moderado	Público-Privado
62	Riesgo de infracciones ambientales	Muy Bajo	Moderado	Público-Privado
63	Riesgo de catástrofes naturales	Alto	Despreciable	Privado
64	Riesgo de quiebra	Moderado	Moderado	Privado
65	Riesgo de no contar con personal técnico y operativo para iniciar las pruebas de Marcha Blanca	Bajo	Alto	Privado
66	Riesgo de no contar con algún Sistema Crítico Inhabilitante	Bajo	Alto	Público
67	Riesgo de no contar con los contratos de Mantenimiento	Bajo	Alto	Privado
68	Riesgo de mala programación de oferta y/o falta de personal de conducción	Bajo	Alto	Privado
69	Riesgo de una inadecuada ejecución de la oferta de transporte	Bajo	Alto	Privado
70	Riesgo Ocurrencia de incidentes operacionales graves con pasajeros	Bajo	Alto	Privado
71	Riesgo de incidentes operacionales graves sin pasajeros	Bajo	Alto	Público

Nro.	Causa	Probabilidad	Impacto	Asignación
72	Riesgo de mal manejo de situaciones de emergencia en estaciones	Bajo	Alto	Privado
73	Riesgo de no contar con el sistema de pago	Bajo	Alto	Público
74	Riesgo de un mal mantenimiento de trenes y automatismos	Alto	Alto	Privado
75	Riesgo de un mal mantenimiento de vías	Alto	Alto	Privado
76	Riesgo de un mal mantenimiento de Sistemas Críticos	Alto	Alto	Privado
77	Riesgo de un mal mantenimiento de la infraestructura y/o equipamiento/sistemas de estaciones	Alto	Alto	Privado
78	Riesgo de un mal mantenimiento de la infraestructura de talleres	Alto	Alto	Privado
79	Riesgo por sobre costos en seguros por material rodante.	Bajo	Alto	Público
80	Riesgo de no contar con un contrato de energía de largo plazo como cliente libre	Bajo	Alto	Privado

Con la información anterior, se procede a realizar la jerarquización de las causas, de modo que sea posible conocer cuántas causas es posible ubicar en el mapa de riesgos para el análisis de riesgos en la etapa de operación del Metro de Quito

*Figura 1: Mapa de riesgos del metro de Quito*

Muy Alto	0	0	1	2	3
Alto	2	2	8	0	1
Moderado	0	2	16	4	0
Bajo	0	1	6	3	5
Muy Bajo	0	0	2	1	5
	Despreciable	Mínimo	Moderado	Severo	Crítico

Con la información de la figura anterior es posible conocer cuáles son las causas según la respectiva zona del mapa de riesgos:

*Cuadro 5: Causas jerarquizadas del Proyecto Metro de Quito*

Bajo	Medio	Alto
Riesgo en la calidad de participantes	Riesgo en la calidad de la oferta	Riesgo en la evaluación de las propuestas de los licitantes
Riesgo de gestión operacional en zonas críticas	Riesgo en la seriedad de la oferta	Riesgo en la definición de la red en superficie
Riesgo de infracciones ambientales	Riesgo en el diseño conceptual en el modelo de negocio	Riesgo de manejo de la contabilidad fiscal
	Riesgo de configuración de "elefantes blancos"	Riesgo de Demanda
	Riesgo de pérdida de incentivos a la eficiencia en la gestión de la PLMQ	Riesgo que Aliado estratégico no cumpla con

Bajo	Medio	Alto
		especificaciones del servicio para su puesta en operación
	Riesgo de demora en la suscripción del contrato de alianza estratégica, por causas atribuibles a la EPMMQ	Riesgo de sobrecostos de operación
	Riesgo de demora en la suscripción del contrato de alianza estratégica, atribuibles al proponente adjudicado	Riesgo de subestimación general del mantenimiento preventivo del equipo rodante
	Riesgo de demora en la entrega de los bienes adscritos a la preoperación/operación del contrato de alianza estratégica.	Riesgo de subestimación general del mantenimiento correctivo del equipo rodante
	Riesgo de planificación y otorgamiento de autorizaciones	Riesgo de selección adversa
	Público	Riesgo de riesgo moral (moral hazard)
	Riesgo de no contar con algún Sistema Crítico Inhabilitante	Riesgo de captura del regulador
	Riesgo de no contar con los contratos de Mantenimiento	Riesgo de cambios en la legislación pertinente
	Riesgo pago remuneración	
	Riesgo de que sistema de recaudo para PLMQ no esté listo para la operación	
	Riesgo de problemas de relaciones industriales	
	Riesgo de perturbación de servicios	
	Riesgo de accidentes del personal	
	Riesgo de daños / lesiones a terceros	
	Riesgo de discontinuidad del servicio	
	Riesgo de competencia	
	Riesgo de nivel de servicio inadecuado	
	Riesgo de abandono de responsabilidades en la operación	
	Riesgo de factores productivos inadecuado	

Bajo	Medio	Alto
	Riesgo de mala programación de oferta y/o falta de personal de conducción	
	Riesgo de una inadecuada ejecución de la oferta de transporte	
	Riesgo Ocurrencia de incidentes operacionales graves con pasajeros	
	Riesgo de incidentes operacionales graves sin pasajeros	
	Riesgo de mal manejo de situaciones de emergencia en estaciones	
	Riesgo por sobre costos en seguros por material rodante	
	Riesgo de no contar con un contrato de energía de largo plazo como cliente libre	
	Riesgo de subestimación predictiva del deterioro de la infraestructura, equipo rodante y otros activos necesarios para la operación PLMQ	
	Riesgo de un mal mantenimiento de trenes y automatismos	
	Riesgo de un mal mantenimiento de Sistemas Críticos	
	Riesgo de un mal mantenimiento de la infraestructura y/o equipamiento/sistemas de estaciones	
	Riesgo de un mal mantenimiento de la infraestructura de talleres	
	Riesgo de bancabilidad	
	Riesgo de colateral	
	Riesgo de track record	
	Riesgo de sobrevaluación de la capacidad de pago del servicio de deuda	
	Riesgo de tasa de interés	
	Riesgo inflacionario (deflacionario)	

Bajo	Medio	Alto
	Riesgo cambiario	
	Riesgo de no pago oportuno de IVA	
	Riesgo de la maldición del ganador (winner curse)	
	Riesgo de conflicto social y/o declaración de estado de emergencia por otra causa, ajeno al contrato de alianza estratégica	
	Riesgo de paralización del proceso del contrato de alianza estratégica	
	Riesgo de interferencia de terceros (stakeholders)	
	Riesgo de catástrofes naturales	
	Riesgo de quiebra	

Dentro de los riesgos identificable a ser modelados y eventualmente, transferidos, se estimó el valor monetario del riesgo de manera consistente con el modelo financiero construido, considerando principalmente:

- Riesgo de Demanda: El riesgo de que los ingresos del proyecto (a valor presente) sean menores a los estimados, en base a la demanda anual del proyecto.
- Riesgo de Operación: El riesgo de que los costos operacionales del proyecto (a valor presente) sean mayores a los estimados, en base al plan de operación provisto por la contraparte.
- Riesgo de Mantenimiento: El riesgo de que los costos de mantenimiento del proyecto (a valor presente) sean mayores a los estimados, en base al plan de mantenimiento provisto por la contraparte.

### 3. ANÁLISIS DE RIESGO DE DEMANDA

Para dar inicio al análisis de riesgo asociado a la demanda y los ingresos para un posible aliado estratégico del Metro de Quito, se partió con la base de la estimación de demanda otorgada por la contraparte (EPMMQ), en la presentación a los potenciales aliados

estratégicos, en su versión de 02 de junio del 2020, y luego ajustada en reuniones posteriores.

Los valores base de demanda otorgados son los siguientes, y se muestran en el Cuadro 6.

*Cuadro 6: Estimación de Demanda reportada por EPMMQ*

	Demand a Metro servicios expreso s	Demanda Metro estacione s	Demand a integrad a	DEMAND A TOTAL	Tcrec Demand a Metro servicios expreso s	Tcrec Demanda Metro estacione s	Tcrec Demand a integrad a	Inicio Fase 2 Demand a Extra	Inicio Fase 3 Demand a Extra
2021	34.666	72.413	157.922	265.000	1,50%	1,50%	5,00%		
2022	35.186	73.499	165.818	274.502	1,50%	1,50%	5,00%		
2023	35.713	74.601	174.108	284.423	1,50%	1,50%	5,00%		
2024	36.249	75.720	217.636	329.605	1,50%	1,50%	5,00%	20%	
2025	36.793	76.856	239.399	353.048	1,50%	1,50%	5,00%		5%
2026	37.345	78.009	251.369	366.723	1,50%	1,50%	5,00%		
2027	37.905	79.179	254.386	371.470	1,50%	1,50%	1,20%		
2028	38.474	80.367	257.438	376.279	1,50%	1,50%	1,20%		
2029	39.051	81.572	260.527	381.151	1,50%	1,50%	1,20%		
2030	39.636	82.796	263.654	386.086	1,50%	1,50%	1,20%		
2031	40.231	84.038	266.818	391.087	1,50%	1,50%	1,20%		

Fuente: EPMMQ (2020)

Los supuestos iniciales de demanda consideran:

- Para la demanda de Metro “Servicios Expresos”, un crecimiento orgánico del 1,5% constante a partir del año 2022.
- Para la demanda de Metro en Estaciones, un crecimiento orgánico del 1,5% constante a partir del año 2022.
- Para la demanda integrada, un crecimiento orgánico del 5% desde el año 2022 al 2026, considerando un crecimiento discreto del 20% para el año 2024 por el inicio de la segunda Fase de estructuración del sistema de transporte metropolitano, y un incremento discreto adicional del 5% para el año 2025 por el inicio de la tercera fase. Luego, a partir del año 2027, el crecimiento de la demanda es de un 1,2%.

### 3.1 RIESGO DE DEMANDA

#### 3.1.1 RIESGO ASOCIADO A LA PARTICIÓN MODAL (AÑO 1, AÑO 4 Y AÑO 5)

La demanda inicial corresponde a la que se ha proyectado para la primera fase, a inicios del año 2021, y que proviene de los modelos de partición modal calibrados por Trayet, considerando las actualizaciones del modelo de asignación de viajes desarrolladas por EPMMQ. Los niveles iniciales de demanda son:

- Para la demanda de Metro “Servicios Expresos”, 34.666 viajes diarios el año 2021.
- Para la demanda de Metro en Estaciones, 72.413 viajes diarios el año 2021.
- Para la demanda integrada, 157.922 viajes diarios el año 2021.

Respecto a la demanda inicial al año 2021, se tiene una estimación pesimista mínima de la demanda de 94.515 pasajeros día al año, y una estimación optimista de 344.000 pasajeros día al año. La estimación más probable es de 265.000 pasajeros al año.

Sin embargo, los valores asignados a la probabilidad de cambio de modo (sea desde el transporte privado o de otros modelos de transporte público) tiene un error endógeno de estimación, que ronda por el **32.7%** (Chalumuri et al, 2016)<sup>2</sup>, el cual no distribuye de manera simétrica, sino que, de manera asimétrica, según una distribución Weibull Tipo 1 (Ortúzar, 1994)<sup>3</sup>. Este valor es de orden de magnitud similar al reportado en Flyvbjerg

<sup>2</sup> Chalumuri, Ravi Sekhar & S., Minal & Errampalli, Madhu. (2016). Mode Choice Analysis Using Random Forrest Decision Trees. Transportation Research Procedia. 17. 10.1016/j.trpro.2016.11.119.

<sup>3</sup> Ortúzar, J. de D. & L. G. Willumsen (1994). Modelling transport. Chichester: John Wiley and Sons.

(2014)<sup>4</sup>, donde para proyectos ferroviarios la demanda tiene un error estimado, revisando 27 proyectos de infraestructura distintos, de un 39,5% de sobreestimación<sup>5</sup>. De hecho, según Flyvbjerg, un 75% de los proyectos ferroviarios tienen un tráfico real menor en un 25% o más respecto a las estimaciones iniciales. Este riesgo se repite para las fases 2 y 3, con los multiplicadores discretos de demanda del 20% y 5%, respectivamente.

### 3.1.2 Riesgo asociado a las tasas de crecimiento de la demanda

Los impulsores de demanda exógenos son aquellos que no están bajo el control directo de Metro de Quito y operadores de transporte individuales, como empleo, población, turismo, ingresos reales, automóvil propiedad y precios del combustible. A diferencia de las variables endógenas clave (es decir, tarifas y niveles de servicio), hay muy poca evidencia empírica disponible sobre la cual basar las estimaciones de elasticidad para estas variables.

Se obtuvo el nivel de la tasa de crecimiento vehículos destinados al transporte público para la provincia de Pichincha, como proxy representativo de la tasa de crecimiento de la demanda de viajes (T\_Crec\_dem%), utilizando el supuesto de oferta perfectamente adaptada<sup>6</sup> (que suele cumplirse en los sistemas de transporte público atomizado).

Se intentó correlacionar las variables más relevantes, que son:

- **El crecimiento de los ingresos utilizando como proxy el PIB per Cápita** (mayor ingreso significa más actividades realizadas por las personas y, por ende, más viajes), TC\_PIB%.
- **El crecimiento de los niveles de empleo** (más niveles de empleo significa más viajes por motivo trabajo), TC\_EMP%.
- **El crecimiento de la población para la provincia de Pichincha** (más personas significan más viajes), TC\_POB%.

El modelo utilizado corresponde a una formulación *Coubb-Douglas* del tipo:

$$1 + Tasa = (1 + \overline{TC\_PIB\%})^a \times (1 + \overline{TC\_POB\%})^b (1 + \overline{TC\_EMP\%})^c$$

<sup>4</sup> Bent Flyvbjerg (2007) Cost Overruns and Demand Shortfalls in Urban Rail and Other Infrastructure, Transportation Planning and Technology, 30:1, 9-30,

<sup>5</sup> Estas diferencias difieren por región, con diferencias medias tan alarmantes como un 60% de sobreestimación en Norteamérica, y un 54,3% en Europa.

<sup>6</sup> Quiere decir que los costos marginales de corto plazo y de largo plazo son similares, y por lo tanto, la oferta crece con la demanda en razón uno a uno.

Los parámetros a, b y c son parámetros de calibración del modelo, y corresponden además a la elasticidad entre cada tasa y la tasa de crecimiento de la demanda. El parámetro A es un factor de escala.

Sin embargo, los datos de crecimiento de población son sólo calculados cada 10 años, cuando se realiza un censo, y los parámetros de empleo se comportaban de manera poco correlacionada con el proxy de viaje, por lo que si bien, se pudieron obtener elasticidades, estas no resultaron estadísticamente significativas (es decir, con un test T de student superior a 1,68 al 90%), y el error de la estimación reflejado en el indicador  $R^2$  menor a 0,25, por lo que se descartó la calibración de elasticidades de manera directa para los datos.

Afortunadamente, para sistemas de transporte masivo como Metro, se encontraron en la literatura estimadores robustos de la elasticidad que describen estos parámetros (Steerting y Barlow, 2006)<sup>7</sup> que describen los siguientes valores:

- Elasticidad Demanda – Tasa de crecimiento de población: **0,38**
- Elasticidad Demanda – Tasa de crecimiento de ingresos (con proxy de PIB per cápita): **0,14**
- Elasticidad Demanda – Tasa de crecimiento de empleo: **0,38**

Estos estimadores, al tratarse de parámetros específicos para la demanda de transporte público, y considerando los crecimientos y no valores absolutos, pueden usarse de manera directa.

## 3.2 MODELO DE SIMULACIÓN PARA ESTIMACIÓN DEL RIESGO DE DEMANDA

### 3.2.1 DESCRIPCIÓN DEL MODELO

El modelo construido considera la aplicación de factores de riesgo por sobre los valores reportados por EPMMQ para la demanda y sus tasas de crecimiento. De esta manera, se ajustan en cada una de las iteraciones del modelo:

Para la demanda inicial, se consideró una distribución triangular con el caso medio, mínimo y máximo reportados en la sección anteriores, y los factores de crecimiento de

---

<sup>7</sup> Steerting y Barlow, 2006, Understanding Key Drivers Of Public Transport Patronage Growth - Recent South East Queensland Experience, TransLink Studies.

la demanda relativas a la implementación de las fases 2 y 3, un shock de distribución Weibull Tipo 1 con un error simulado en la estimación del 32,7%.

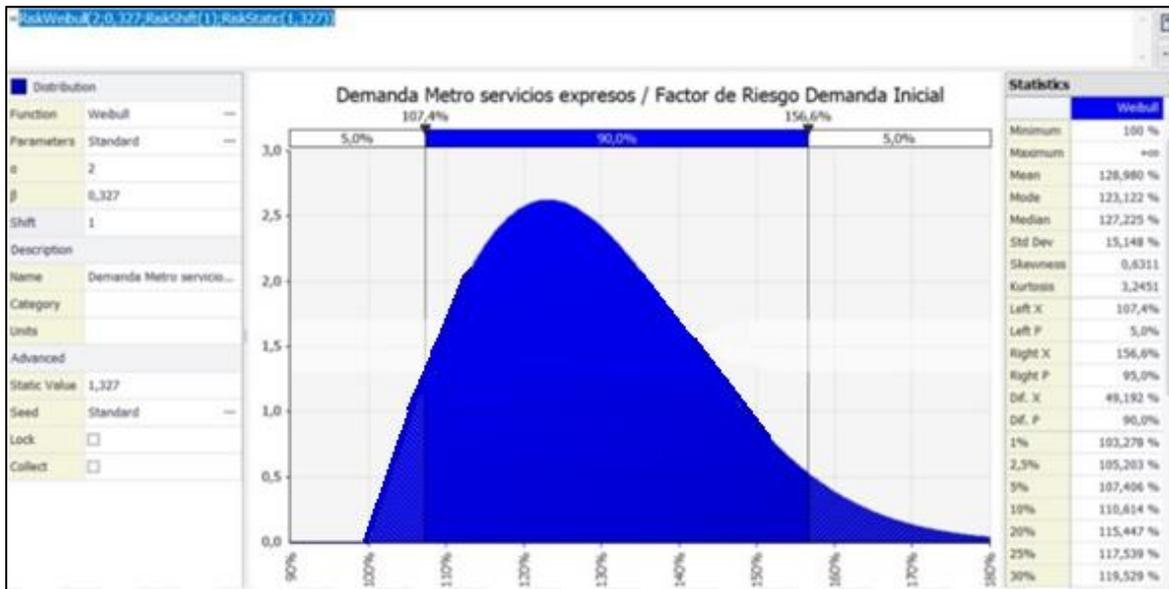


Figura 2: Distribución Weibull tipo I utilizada en las simulaciones

Para el crecimiento de la demanda, un factor de ajuste aplicados a los valores puntuales de tasa de crecimiento de demanda (según los cálculos reportados por EPMMQ) cada año a los valores reportados de tasa de crecimiento del tipo:

$$f_t = \frac{(1 + x_t)^a \times (1 + y_t)^b (1 + z_t)^c}{(1 + \overline{TC\_PIB\%})^a \times (1 + \overline{TC\_POB\%})^b (1 + \overline{TC\_EMP\%})^c}$$

Donde  $\overline{TC\_PIB\%}$ ,  $\overline{TC\_POB\%}$  y  $\overline{TC\_EMP\%}$  son los estimadores de la media de cada una de las variables,  $x_t$ ,  $y_t$ ,  $z_t$  son los valores simulados de cada una de las variables respectivamente para el año  $t$ , en base a un modelo de shocks mediante un movimiento browniano generalizado donde:

$$x_t = \overline{TC\_PIB\%} + DESV.EST(TC\_PIB\%) * \varepsilon_t$$

$$y_t = \overline{TC\_POB\%} + DESV.EST(TC\_POB\%) * \varepsilon_t$$

$$z_t = \overline{TC\_EMP\%} + DESV. EST(TC\_EMP\%) * \varepsilon_t$$

Donde  $\varepsilon_t$  es una variable aleatoria con distribución normal, con media igual a cero y varianza unitaria  $\varepsilon_t = \varepsilon_t(0,1)$ . Todas las instancias de  $\varepsilon_t$  son calculadas de manera independiente, variable a variable y año a año, con el fin de representar de la mejor manera posible la variabilidad intrínseca del proceso estocástico simulado.

De esta manera, cuando las instancias aleatorias muestren crecimiento que por el efecto conjunto del PIB per Cápita, la población de la provincia de Pichincha y el nivel de empleo resulte ser mayor o menor que la media, entonces la tasa de crecimiento tendencial (1,5% para la demanda en estaciones y servicios expresos, y un 5% para los viajes integrados) se amplificarán o reducirán en un factor  $f_t$ .

Los valores utilizados para cada una de las variables es el siguiente, en base a la información histórica (año 2000 a 2018) recolectados.

*Cuadro 7: Elasticidades, medias y desviación estándar utilizados en el modelo estocástico de riesgo*

	Elasticidad	Media	Desviación estándar
Ingresos	0,14	3,09%	2,84%
Población	0,38	0,84%	1,33%
Empleo	0,38	0,00%	2,81%

Fuente: Elaboración propia en base al Instituto Nacional de Estadísticas del Ecuador, y en base a Steerting y Barlow, 2006.

### 3.2.2 Resultados de estimación de Riesgo de Demanda

Debido a que el modelo financiero de demanda considera el valor presente de los ingresos como combinación de la demanda y la tarifa, calculada en 0,75USD/pax (fija y nominalmente constante en el periodo de evaluación, es decir, no se aplica riesgo sobre esta variable), se consideró como riesgo de demanda todo aquel resultado de instancias de demanda donde el valor presente de los ingresos sea menor al calculado en el caso base. Todas las variables, sean las funciones Weibull Tipo 1, como los multiplicadores de distribución normal uniforme aplicados a los shocks de crecimiento de demanda, se modelaron de manera independiente por variable y año.

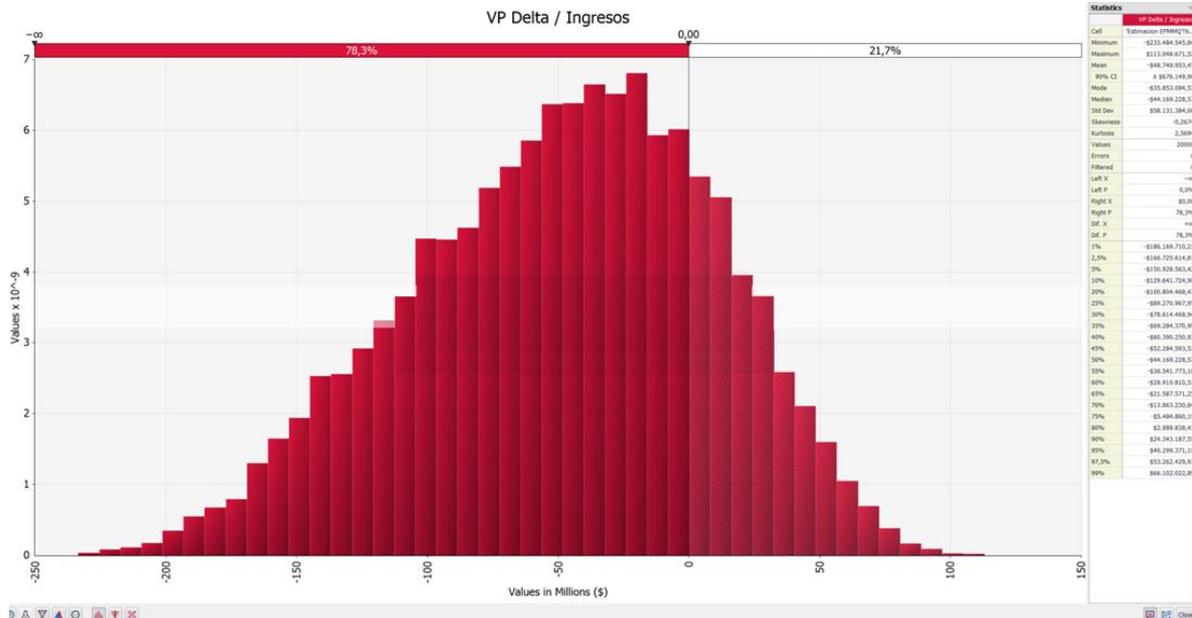


Figura 3: Distribución de probabilidad de la diferencia entre ingresos estimados e ingresos simulados, a valor presente

Se utilizó el software @Risk en su versión 8.0 realizando un total de 20.000 iteraciones de simulación estocástica.

Se obtuvieron los siguientes parámetros de para la distribución generada:

- **Media de la distribución:**  
-\$48.794.000 USD (con un intervalo de confianza al 90% de  $\pm$  \$680.142)
- **Desviación Estándar:**  
\$58.131.000 USD
- **Probabilidad de escenarios con pérdida de ingresos versus la situación determinística:**  
78,3%
- **Percentil 50 para valores de la distribución**  
-\$44.169.000
- **Percentil 95 para valores de la distribución**  
-\$150.958.000

Para la estimación del tamaño del riesgo, se utiliza la presente formulación matemática:

$$Riesgo_{x\%}^d = P(i \leq \bar{I}) * Perc_{x\%}$$

Donde:

- $Riesgo_{x\%}^d$  : Es la valoración del riesgo de demanda (d) al percentil x%.
- $P(i \leq \bar{I})$ : Es la probabilidad de que los ingresos obtenidos sean menores o igual a los ingresos estimados en la evaluación determinística en el modelo financiero.
- $Perc_{x\%}$ : Es el valor de la variable (multiplicación de probabilidad y valor de la variable de riesgo) para el percentil x%.

En base a lo anterior, se obtuvo que la probabilidad de tener ingresos por debajo de lo proyectado, dado los supuestos presentados para la simulación de Montecarlo, y en especial, a las recomendaciones y hallazgos presentados por Flyvbjerg (2014), con un valor de 60,8%.

La siguiente tabla muestra la valoración del riesgo de demanda al percentil 50% y 95%.

*Cuadro 8: Valoración del riesgo de demanda al 50% y al 95%, simulado en @Risk*

P%	Percentil 50%	Percentil 95%
78,3%	\$44.169.228	\$150.958.563
<b>Riesgo</b>	<b>\$34.584.506</b>	<b>\$118.200.555</b>

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de @RISK

## 4. ANÁLISIS DE RIESGO DE OPERACIÓN

### 4.1 ANTECEDENTES DE INFORMACIÓN.

El modelo financiero construido por esta consultora considera la información de costos operacionales valorados y construidos por el mandante, y se presentan en la siguiente tabla:

*Cuadro 9: Costos Fijos y Variables de Operación*

Costos de O&M		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
<b>Costos Fijos</b>										
Personal estratégico	Aliado	2.751.767	8.726.458	8.829.592	8.933.964	9.039.588	9.146.479	9.254.654	9.364.126	9.474.912
Software licenciamiento	y	2.543.190	416.067	416.067	416.067	416.067	416.067	416.067	416.067	416.067
Seguros responsabilidad civil y vandalismo		138.197	426.395	431.511	436.690	441.930	447.233	452.600	458.031	463.527
Seguros de bienes (infraestructura, material rodante, sistemas)		1.896.366	3.792.732	3.838.245	3.884.304	3.942.568	4.001.707	4.061.732	4.122.658	4.184.498
Seguridad Civil		1.196.000	2.392.000	2.420.704	2.449.752	2.479.149	2.508.899	2.539.006	2.569.474	2.600.308
Fiscalización Gerencia Operacional	y	3.603.095	7.206.189	7.292.663	7.380.175	7.468.737	7.558.362	7.649.063	7.740.851	7.833.741
Gastos Generales		1.984.381	2.821.929	2.863.605	2.944.221	2.977.101	3.009.938	3.043.169	3.076.799	3.110.832
Transferencia tecnológica		199.000	50.000	50.600	51.207	51.822	52.444	53.073	53.710	54.354
<b>Total Costos Fijos</b>		<b>14.178.370</b>	<b>26.806.537</b>	<b>27.135.574</b>	<b>27.507.000</b>	<b>27.845.833</b>	<b>28.188.469</b>	<b>28.535.393</b>	<b>28.886.661</b>	<b>29.242.327</b>

### Costos Variables

Energía de tracción		1.621.071	4.863.214	4.863.214	5.322.755	5.392.383	5.481.904	5.488.867	5.904.642	5.904.642
Energía auxiliar		828.971	3.315.884	3.333.267	3.355.835	3.370.203	3.370.203	3.378.736	3.378.736	3.378.736
Mtto Material Rodante		842.175	2.526.524	2.526.524	2.765.264	2.843.458	2.934.023	3.148.246	3.255.800	3.304.637
Mtto Infraestructura		629.811	3.146.425	3.496.410	3.854.242	3.902.132	3.950.630	3.999.743	4.049.479	4.099.847
Mtto Estaciones		352.340	704.679	713.135	721.693	730.353	739.117	747.987	756.963	766.046
Limpieza		855.672	1.711.344	1.731.880	1.752.663	1.773.695	1.794.979	1.816.519	1.838.317	1.860.377
Recaudo		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aranceles		174.301	522.904	529.178	586.132	600.925	618.232	626.446	681.985	690.169
<b>Total Costos Variables</b>		<b>4.994.363</b>	<b>14.604.048</b>	<b>14.698.531</b>	<b>15.646.628</b>	<b>15.873.727</b>	<b>16.125.984</b>	<b>16.234.858</b>	<b>17.107.210</b>	<b>17.201.096</b>

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por EPMMQ

Estos costos consideran una distribución determinística de los parámetros operacionales, es decir, en base al plan de operación contemplado, a valores cotizados,

a crecimientos promedio de los costos del personal calificado y semicalificado, y finalmente, a crecimientos promedio del costo de la energía.

Respecto al crecimiento de los costos atribuibles a salarios, el modelo determinístico consideró un crecimiento real del 1,2% para las remuneraciones unitarias, independiente del cargo.

Respecto a la tasa de crecimiento real de los costos de la energía, el modelo determinístico consideró precios constantes en todos los años de 8,75 Centavos de USD por Kwh, y un consumo medio de energía de tracción de 19,77 Kwh por cada Tren Kilómetro. En otras palabras, la tasa de crecimiento determinística del precio de la energía es de 0%.

Respecto a las variables, se estimó que, en base a su naturaleza, pueden presentar algún tipo de riesgo asociado al crecimiento estocástico del crecimiento de los precios de la electricidad y de la mano de obra.

*Cuadro 10: Variables de Operación Sujetas a Riesgo*

<b>Variable Operativa</b>	<b>¿A qué riesgo está sujeta?</b>
Personal Aliado estratégico	Varia Respecto al % de crecimiento de los salarios
Software y licenciamiento	No sujeta a Riesgo
Seguros responsabilidad civil y vandalismo	No sujeta a Riesgo
Seguros de bienes (infraestructura, material rodante, sistemas)	No sujeta a Riesgo
Seguridad Civil	Varia Respecto al % de crecimiento de los salarios

Fiscalización y Gerencia Operacional	Varia Respecto al % de crecimiento de los salarios
Gastos Generales	No sujeta a Riesgo
Transferencia tecnológica	No sujeta a Riesgo
Energía de tracción	Varia Respecto al % de crecimiento \$/KwH
Energía auxiliar	Varia Respecto al % de crecimiento \$/KwH
Limpieza	Varia Respecto al % de crecimiento de los salarios
Recaudo	No sujeta a Riesgo
Aranceles	No sujeta a Riesgo

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 MODELACIÓN DEL RIESGO DE OPERACIÓN

En la presente sección se explican los supuestos y datos considerados para la modelación de los principales riesgos operacionales, es decir, relativos al crecimiento de los costos de los salarios, y al crecimiento de los costos de consumo eléctrico.

### 4.2.1 MODELACIÓN DEL RIESGO DE OPERACIÓN RELATIVO A SALARIOS

Para poder modelar el riesgo asociado a la tasa de crecimiento real de salarios, se trabajó con los datos proporcionados por el INEC, en sus boletines de Índice de Empleo, Remuneraciones y Horas Trabajadas (IER)<sup>8</sup>.

Debido a que los índices proporcionados por el INEC son nominales, se utilizó la inflación de cada año en base al banco de datos de inflación por país y por año del

<sup>8</sup> <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/indice-de-empleo-remuneraciones-y-horas-trabajadas-ier/>

World Bank<sup>9</sup> para obtener las tasas de crecimiento reales salariales. El resultado del análisis se encuentra en la siguiente tabla.

*Cuadro 11: Crecimiento histórico de Salarios Reales en Ecuador*

<b>Año</b>	<b>Crecimiento Nominal de los Salarios</b>	<b>Inflación anual para Ecuador (World Bank)</b>	<b>Crecimiento Real de los Salarios</b>
2001	50,26%	37,7%	12,6%
2002	22,45%	12,5%	10,0%
2003	16,24%	7,9%	8,3%
2004	11,25%	2,7%	8,5%
2005	10,60%	2,4%	8,2%
2006	6,67%	3,3%	3,4%
2007	6,25%	2,3%	4,0%
2008	17,65%	8,4%	9,2%
2009	9,00%	5,2%	3,8%
2010	10,09%	3,6%	6,5%
2011	10,00%	4,5%	5,5%
2012	10,61%	5,1%	5,5%
2013	8,90%	2,7%	6,2%
2014	6,92%	3,6%	3,3%
2015	4,12%	4,0%	0,2%
2016	3,39%	1,7%	1,7%
2017	2,46%	0,4%	2,0%
2018	2,93%	-0,2%	3,2%
2019	2,07%	0,3%	1,8%
2020	1,52%		

<sup>9</sup> <https://datos.bancomundial.org/indicador/FP.CPI.TOTL.ZG>

Fuente: Elaboración propia en base a INEC 2020

Esta serie de datos tiene una media de 5,5% de crecimiento real, y una desviación estándar de 3,32%. Dado que se debe ser consistente con el modelo determinístico, se utilizó la media de crecimiento de los salarios (de 1,2%), pero a cada año se le aplicó un shock aleatorio con media 0% y desviación estándar de 3,32%. La expresión analítica para la tasa de crecimiento salarial será entonces dada por:

$$T_{\text{crec Salarios}}\% = 1,2\% + 3,32\% * \varepsilon_t(0,1)$$

#### 4.2.2 MODELACIÓN DEL RIESGO DE OPERACIÓN RELATIVO AL COSTO DEL KWH

Para la modelación del riesgo operativo relativo a los costos del consumo eléctrico, se utilizó un enfoque similar. Se obtuvieron los precios promedio de venta del Kwh para el sector industrial (pues el precio domiciliario tiene un alto nivel de subsidio), en base a la información proporcionada por la plataforma digital SISDAT de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCE) ecuatoriana<sup>10</sup>, en particular para sus reportes de transacciones de facturación. Se obtuvo la siguiente tasa de crecimiento del precio real por año.

Cuadro 12: Crecimiento histórico de costos del Kwh en Ecuador

Año	Crecimiento Real de la tarifa Eléctrica
2006	4,86%
2007	-9,54%
2008	1,80%
2009	5,69%
2010	2,21%
2011	3,37%
2012	5,68%
2013	3,72%

<sup>10</sup> <http://reportes.regulacionelectrica.gob.ec/>

2014	12,65%
2015	8,12%
2016	-3,63%
2017	-5,39%
2018	-3,50%
2019	0,14%

Fuente: Elaboración propia en base a ARCE 2020

Esta serie de datos tiene una media de 2,0% de crecimiento real, y una desviación estándar de 6,06%. Dado que se debe ser consistente con el modelo determinístico, se utilizó la media de crecimiento del precio del Kwh (de 0%), pero a cada año se le aplicó un shock aleatorio con media 0% y desviación estándar de 6,06%. La expresión analítica para la tasa de crecimiento salarial será entonces dada por:

$$T_{\text{crec } \$ - \text{Kwh}\%} = 0\% + 6,06\% * \varepsilon_t(0,1)$$

#### 4.3 RESULTADOS DE LA MODELACIÓN DEL RIESGO DE OPERACIÓN.

Debido a que el modelo financiero de demanda considera los costos operacionales como una línea dentro del OPEX del proyecto, que tiene un valor presente de costos al año de evaluación, se consideró como riesgo de operación todo aquel resultado de instancias de demanda donde el valor presente de los costos de operación descritos en esta sección sea mayor al calculado en el caso base. Todos los shocks aleatorios, tanto para la tasa de crecimiento de salarios como para la tasa de crecimiento de los costos de consumo eléctrico, se modelaron de manera independiente por variable y año.

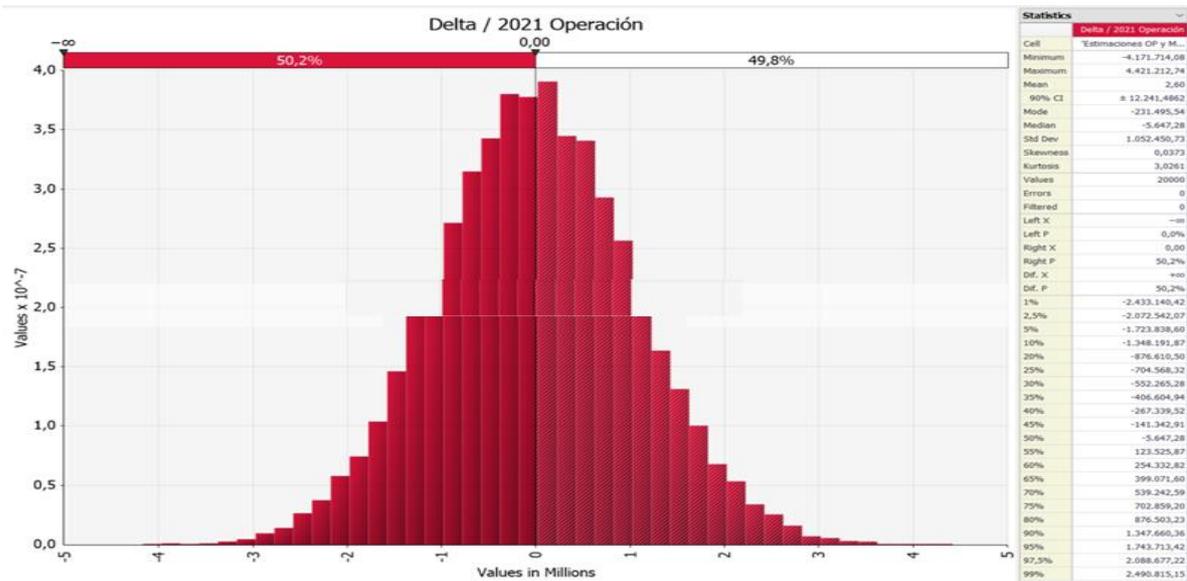


Figura 4: Distribución de probabilidad de la diferencia entre costos operacionales (relativos apersonal) estimados y simulados, a valor presente

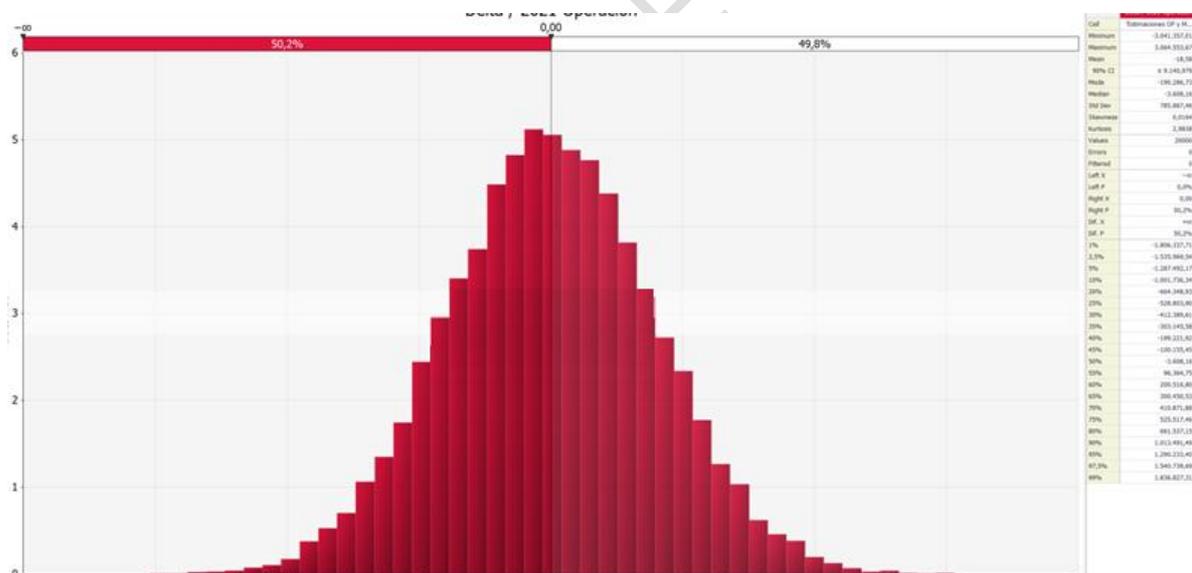


Figura 5: Distribución de probabilidad de la diferencia entre costos operacionales (relativos al consumo eléctrico) estimados y simulados, a valor presente

Se utilizo el software @Risk en su versión 8.0 realizando un total de 20.000 iteraciones de simulación estocástica.

Para la estimación del tamaño del riesgo, se utiliza la presente formulación matemática:

$$Riesgo_{x\%}^{op} = P(Coop \leq \overline{COSTOP}) * Perc_{x\%}$$

Donde:

- $Riesgo_{x\%}^{op}$  : Es la valoración del riesgo de operación (op) al percentil x%.
- $P(Coop \leq \overline{COSTOP})$  : Es la probabilidad de que los costos operacionales simulados sean mayores o iguales a los costos operacionales estimados en la evaluación determinística en el modelo financiero.
- $Perc_{x\%}$ : Es el valor de la variable (multiplicación de probabilidad y valor de la variable de riesgo) para el percentil x%.

En base a lo anterior, se obtuvo que la probabilidad de tener costos operacionales por encima de lo proyectado, dado los supuestos presentados para la simulación de Montecarlo, con un valor de 50%.

La siguiente tabla muestra la valoración del riesgo de operación al percentil 50% y 95%.

*Cuadro 13: Valoración del riesgo de operación (RELATIVO A PERSONAL) AL 50% y al 95%, simulado en @Risk*

P%	Percentil 50%	Percentil 95%
50,0%	\$-	\$1.723.838
Riesgo	\$-	\$861.919

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de @RISK

*Cuadro 14: Valoración del riesgo de Operación (RELATIVO A CONSUMO ELÉCTRICO) AL 50% y al 95%, simulado en @Risk*

P%	Percentil 50%	Percentil 95%
50,0%	\$-	\$1.287.000

Riesgo	\$-	\$643.500
--------	-----	-----------

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de @RISK

## 5. ANÁLISIS DE RIESGO DE MANTENIMIENTO

### 5.1 ANTECEDENTES DE INFORMACIÓN.

El modelo financiero construido por esta consultora considera la información de costos de mantenimiento valorados y construidos por el mandante, y se presentan en la siguiente tabla:

*Cuadro 15: Costos anuales de mantenimiento*

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Mtto Material Rodante	842.175	2.526.524	2.526.524	2.765.264	2.843.458	2.934.023	3.148.246	3.255.800	3.304.637
Mtto Infraestructura	629.811	3.146.425	3.496.410	3.854.242	3.902.132	3.950.630	3.999.743	4.049.479	4.099.847
Mtto Estaciones	352.340	704.679	713.135	721.693	730.353	739.117	747.987	756.963	766.046

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por EPMMQ

Estos costos consideran una distribución determinística de los parámetros operacionales, es decir, en base al plan de operación contemplado, a valores cotizados, y a los trenes kilómetro proyectados e infraestructura existente.

Se considera una tasa de crecimiento del costo de mantenimiento del 1,2%, el cual tiene que ver con los planes y contratos de mantenimiento proyectados, los cuales, al establecerse por contrato, en términos del valor unitario, no presentan riesgos por variabilidad. El costo del mantenimiento del tren kilómetro es de \$0,94 USD (o \$0,16 por coche kilómetro). Los costos de mantenimiento de la infraestructura se consideran como \$0,30 USD, métrica también por coche kilómetro.

Los costos de mantenimiento de estaciones provienen de distintas fuentes, de las cuales se tomaron los siguientes datos.

Cuadro 16: Costos base de mantenimiento de estaciones

DESCRIPCIÓN	VALOR	FUENTE
Costo por estaciones ascensores y escaleras	\$ 626.720,00	Deloitte
Costo por estaciones ascensores y escaleras	\$ 482.638,00	GSD
PROMEDIO COSTO MTTO ESTACIONES ASCENSORES Y ESCALERAS	\$ 554.679,00	GO
Costo estimado por Reposición de elementos (vidrios, focos, lámparas, cerámicas, porcelanatos, entre otros)	\$ 150.000,00	GO
COSTO DE MANTENIMIENTO ESTACIONES	\$ 704.679,00	

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por EPMMQ

## 5.2 MODELACIÓN DEL RIESGO DE MANTENIMIENTO

Para los costos de mantenimiento, no se obtuvo información histórica (pues el metro no se encuentra aún en operación) o basada en la literatura para estimar directamente la distribución de dichos costos. Sin embargo, es razonable asumir, dado que los costos de mantenimiento siempre van ligados al tamaño del CAPEX, que la variabilidad en los costos de inversión inicial se refleja también en los costos de mantenimiento, al tener entre ellos una proporción lineal (de hecho, en la mayoría de las evaluaciones, es consistente que los costos de mantenimiento sean un porcentaje del CAPEX).

En este caso en particular, debe dejarse explícito que los costos de mantenimiento ferroviarios son sensibles a la demanda, pues una mayor demanda requerirá de intervalos más cortos para ajustar la capacidad del sistema dada la misma cantidad de material rodante, o incluso, requiriendo una provisión adicional de éste. Sin embargo, dado que para el comparador público privado se requieren los riesgos de manera marginal, no se consideró la correlación entre el riesgo de demanda y el riesgo de mantenimiento.

Por tanto, se consideró que el riesgo de los valores base de mantenimiento tienen relación con la forma de distribución de probabilidad de los costos de inversión iniciales del proyecto en términos de la provisión de los bienes de capital necesarios para su operación futura.

Dicho lo anterior, el artículo de Flyvbjerg (2014), que fue ocupado para conocer la distribución del comportamiento aleatorio de la demanda, también reporta la distribución de los costos de inversión inicial para proyectos ferroviarios urbanos, donde en promedio, el CAPEX real versus el estimado es un 44,7% superior, con una desviación estándar de 36,4%.

Por lo tanto, a cada año se le aplicó un shock aleatorio que responde a los datos proporcionados en el estudio anteriormente citados. A cada costo de mantenimiento anual, se le multiplicó por un factor  $f_i$  calculado de la siguiente manera:

$$f_i = 44,7\% + 36,4\% * \varepsilon_t(0,1)$$

Debe notarse que la media de los factores es positiva, y en promedio, se obtendrán valores del mantenimiento en cada simulación por sobre los valores proyectados en la evaluación determinística la gran mayoría de las iteraciones. Esto refleja la gran incertidumbre que tienen las modelaciones del CAPEX y, por consiguiente, los costos de mantenimiento asociados.

La probabilidad de que se active el riesgo de mantenimiento es de un 87%, debido a que la proporción entre la media y la desviación estándar es de  $z=1,16$ , y el valor P correspondiente a dicho es el calculado.

### **5.3 RESULTADOS DE LA MODELACIÓN DEL RIESGO DE MANTENIMIENTO.**

Debido a que el modelo financiero de demanda considera los costos de mantenimiento como una línea dentro del OPEX del proyecto, que tiene un valor presente de costos al año de evaluación, se consideró como riesgo de mantenimiento todo aquel resultado de instancias de demanda donde el valor presente de los costos de mantenimiento descritos en esta sección sea mayor al calculado en el caso base. Todos los shocks aleatorios, modelaron de manera independiente por variable y año.

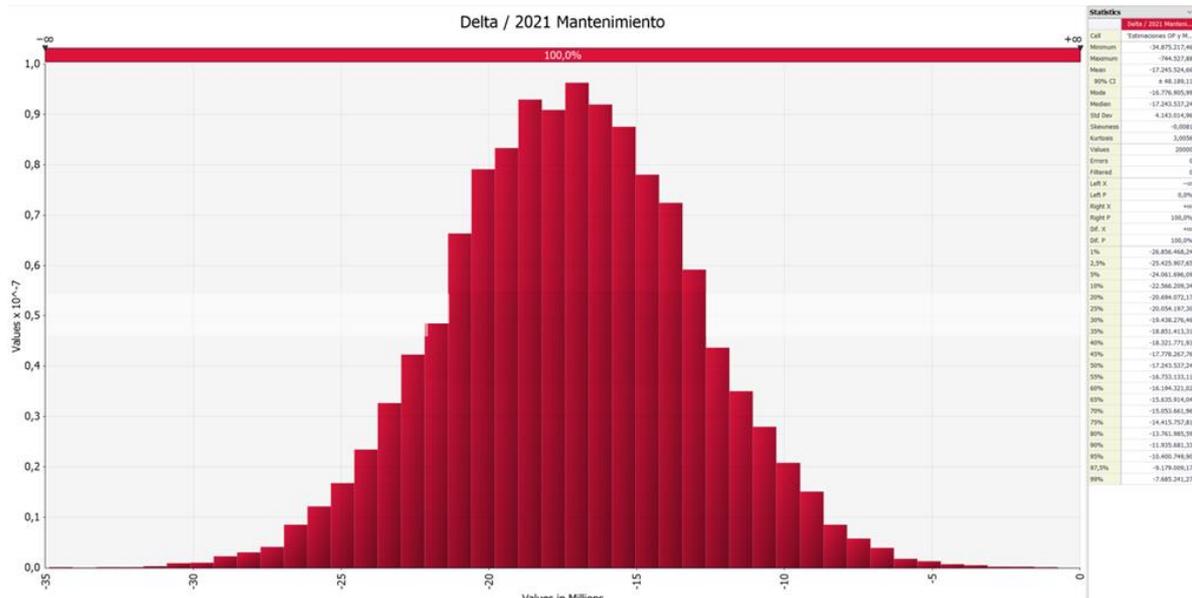


Figura 6: Distribución de probabilidad de la diferencia entre costos de Mantenimiento estimados y simulados, a valor presente

Se utilizó el software @Risk en su versión 8.0 realizando un total de 20.000 iteraciones de simulación estocástica.

Se obtuvieron los siguientes parámetros de para la distribución generada:

- **Media de la distribución:**  
\$-17.245.000 (con un intervalo de confianza al 90% de  $\pm$  \$31.302)
- **Desviación Estándar:**  
\$4.143.000 USD
- **Probabilidad de escenarios con pérdida de ingresos versus la situación determinística:**  
87%
- **Percentil 50 para valores de la distribución**  
-\$ 17.243.537
- **Percentil 95 para valores de la distribución**  
-\$ 24.061.696

Para la estimación del tamaño del riesgo, se utiliza la presente formulación matemática:

$$Riesgo_{x\%}^{mt} = P(Mt \leq \overline{Mt}) * Perc_{x\%}$$

Donde:

- $Riesgo_{x\%}^{mt}$  : Es la valoración del riesgo de operación (op) al percentil x%.
- $P(Mt \leq \overline{Mt})$ : Es la probabilidad de que los costos de mantenimiento simulados sean mayores o iguales a los costos de mantenimiento estimados en la evaluación determinística en el modelo financiero.
- $Perc_{x\%}$ : Es el valor de la variable (multiplicación de probabilidad y valor de la variable de riesgo) para el percentil x%.

La siguiente tabla muestra la valoración del riesgo de demanda al percentil 50% y 95%.

*Cuadro 17: Valoración del riesgo de demanda al 50% y al 95%, simulado en @Risk*

P%	Percentil 50%	Percentil 95%
87%	\$17.243.537	\$24.061.696
<b>Riesgo</b>	\$15.001.877	\$20.933.676

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de @RISK

## 6. RESUMEN DE RESULTADOS

La siguiente tabla muestra el resultado de los riesgos asociados a la demanda, la operación y el mantenimiento en base a lo reportado en el presente capítulo.

*Cuadro 18: Valoración de riesgos del proyecto al percentil 50% y 95%*

Riesgo	Cálculo al Percentil 50%	Cálculo al Percentil 95%
Riesgo de Demanda	\$34.584.506	\$118.200.555
Riesgo de Operación (personal)	\$0	\$861.919
Riesgo de Operación (electricidad)	\$0	\$643.500
Riesgo de Mantenimiento	\$15.001.877	\$20.933.676

Como puede observarse, el riesgo de demanda es el mayor de todos, principalmente porque existen muchos factores de incertidumbre; la demanda base, y las tasas de crecimiento de cada tipo de demanda, lo que impacta directamente en la desviación estándar de la distribución de probabilidad resultante.

El riesgo de operación resulta ser relativamente bajo, pues existe una baja variabilidad en los factores determinantes, que son los crecimientos de los salarios y de los costos de la energía, ninguno superando una desviación estándar del 7%.

El riesgo de mantenimiento resulta ser relevante, principalmente porque los hallazgos de variabilidad respecto a la realidad y las proyecciones reportadas por Flyvbjerg son notablemente volátiles relativas a los costos de inversión inicial, y se asumió que la misma distribución para los costos de mantenimiento.

## 7. ANEXO: RIESGOS IDENTIFICADOS

Como parte de esta tarea, se identificaron los principales riesgos asociados al régimen operativo del proyecto, de manera de poder alimentar de mejor forma la herramienta del comparador público privado. Estos riesgos se presentan en base a su descripción, efecto y mecanismo de mitigación.

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFFECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
<b>Riesgos de planeamiento del proceso licitatorio</b>			
Riesgo en la calidad de participantes	El proceso de licitación sólo atrae a empresas de calidad no idónea para prestar los servicios de operación de la PLMQ, lo que implica que pueden ser solo observadores, estar poco interesados y no contar con las condiciones técnicas, logísticas y financieras adecuadas para desarrollar el contrato de alianza estratégica durante todo su horizonte.	El Consorcio/Aliado estratégico que brinda servicio PLMQ no es la más idónea. Puede ser que el Consorcio incluya a un aliado estratégico con poca experiencia en operar el servicio o en técnicas de mantenimiento.	La precalificación genera condiciones que definen que el perfil del participante sea un consorcio, donde uno de sus integrantes o los profesionales que lo conforman tienen experiencia en la operación y mantenimiento de sistema de transporte Metro por un número determinado de años.
			La EPMQ debe contar con un equipo experto, interno o externo, en sistema de metro y delegaciones al sector privado que apoyen y conduzcan el proceso de licitación.
			Incorporación de barreras a la entrada, estableciendo requerimiento de boletas de garantía por participar en el proceso y presentación de estados financieros que acrediten solvencia patrimonial prolongada.
Riesgo en la evaluación de las propuestas de los licitantes	La EPMQ elige a un Oferente de calidad no idónea y/o una propuesta de servicio inferior a la deseada, como resultado de una evaluación equivocada.	El aliado estratégico externo que toma el proyecto no es el mejor para el logro de los objetivos de calidad de servicio para la operación de la PLMQ. O en su defecto, el servicio ejecutado es de menor calidad con respecto al que pudo elegirse entre los postores que aplicaron al proceso.	La EPMQ debe contar con equipo técnico idóneo (interno o externo) para el proceso de precalificación, evaluación de ofertas técnicas y evaluación de los aspectos administrativos, con experiencia en esta clase de proyectos y en procesos de licitación público-privado.  La evaluación debe acompañarse de una comprobación técnica - administrativa de los antecedentes entregados por las empresas oferentes.

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
			<p>La matriz de evaluación de los Oferentes debe ser consistente con los requisitos de calidad exigida y presentada en sus propuestas metodológicas. Debe evitarse requisitos para participar muy laxos o exigencias técnicas difíciles de cumplir, que hagan que buenas empresas se unan en participar.</p>
<p>Riesgo de escaso número de Oferentes en la licitación</p>	<p>El proceso de licitación solo logra convocar a un reducido número de empresas calificadas, interesadas en participar de la operación de la PLMQ. Esto implicaría que la PLMQ no podría maximizar los evidentes beneficios de un proceso competitivo.</p>	<p>La eficiencia económica lograda por el proceso competitivo del contrato de alianza estratégica es menor por la ausencia de competencia en el proceso licitatorio.</p>	<p>Identificación y capacidad de transmitir la totalidad de los negocios relacionados con el proyecto a fin de maximizar el potencial económico y mejorar los indicadores de rentabilidad para el inversionista.</p> <p>Implementación de una estrategia de comunicación y promoción suficiente para atraer el interés de Empresas y mantener un barómetro permanente del interés de participación durante el proceso de precalificación.</p> <p>Invitar a las potenciales empresas a un proceso de Diálogos Competitivos, para informar y recibir inquietudes y sugerencias sobre el proyecto de operación de la PLMQ.</p>
<p>Riesgo en la calidad de la oferta</p>	<p>La oferta elegida no es la mejor entre las presentadas y/o no corresponde a los estándares requeridos por la EPMMQ.</p>	<p>El servicio ejecutado por el postor ganador es de menor calidad y/o costos con respecto al que pudo, elegirse entre los postores que aplicaron al proceso.</p>	<p>Diseño apropiado y riguroso de las bases de licitación de tal manera que identifique y califique positivamente las capacidades y metodologías de trabajo deseadas del aliado estratégico de la PLMQ.</p>

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFEECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
			<p>Diseño de un mecanismo de licitación que genere los mayores incentivos de mercado, de manera que es el oferente el que decide el riesgo que está dispuesto a aceptar en el negocio y lo elige a través del mecanismo de licitación de manera competitiva.</p> <p>Rigurosidad en la evaluación de ofertas técnicas que permita asegurar la suficiencia y validez de los antecedentes presentados.</p> <p>Asesoramiento altamente especializado en conocimiento y experiencia al interior de la comisión evaluadora.</p> <p>Constituir como contraparte un equipo permanente de acompañamiento técnico en todo el proceso de adjudicación, con responsabilidades claramente asignadas.</p>
Riesgo en la seriedad de la oferta	La oferta ganadora no es sostenida por el Oferente adjudicado y retrasa el inicio de la operación del servicio de la PLMQ.	Se retrasa la puesta en operación del PLMQ, siendo necesario proceder a negociar con el segundo oferente mejor calificado. En el peor de los escenarios declaración de "Desierto" del proceso y necesidad de iniciar otro, con los consecuentes costos adicionales y la valoración social del tiempo adicional	<p>Establecimiento de la obligatoriedad de presentación de una garantía de seriedad de la oferta por un monto suficientemente representativo que minimiza la posibilidad de incumplimiento de los oferentes.</p> <p>Estudiar el establecimiento de los mecanismos legales que capaciten a la EPMMQ rápidamente para tomar la segunda mejor opción, llegada la necesidad de prescindir del primero.</p>
<b>Riesgos de diseño de la transacción de la Alianza Estratégica</b>			
Riesgo en el diseño conceptual en el modelo de negocio	Los elementos de diseño de negocio de los proyectos no los hace suficientemente atractivos	E proyecto no es atractivo para los potenciales aliados estratégicos externos o	La EPMMQ debe contar con un equipo especializado en

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
	para el mercado, o al menos para un número significativo de eventuales postulantes.	para serlo requieren excesivos soportes financieros públicos.	<p>diseño de negocios y transacciones</p> <p>Definición clara de los términos de referencia de técnicos exigibles al Aliado estratégico Externo y de los compromisos asumidos por la EPMMQ.</p> <p>Análisis y estimación de las proyecciones económicas, incluyendo todos los componentes de ingresos y egresos que permitan valorizar el proyecto con la modelación económico-financiera.</p> <p>Implementar un proceso expedito de absolución de consultas para permitir la incorporación oportuna de cambios al modelo que asegure la presentación de ofertas calibradas a los requerimientos de la EPMMQ.</p>
Riesgo en la definición de la red en superficie	La configuración de la red en superficie y los sistemas de alimentación necesarias para la operación de la PLMQ, son inconsistentes con criterios que hagan atractivo el proyecto para los postores o con criterios de desarrollo territorial de los espacios regionales correspondientes.	No se logra modificar la red de superficie existente necesaria para el desarrollo exitoso de la operación de la PLMQ. Esto hace un proyecto poco atractivo al aliado estratégico externo, requiriendo más soporte financiero público de lo que se tiene programado.	<p>Definición de criterios adecuados para la adecuación de la red de alimentación en superficie sobre la base de retorno privado y planeamiento estratégico territorial.</p> <p>Ejecución de la reorganización de la red de integración y alimentación para la operación exitosa de la PLMQ, por parte de la autoridad municipal.</p> <p>Realización de la modelación técnica de la red en superficie para la integración y alimentación de la operación de la PLMQ.</p> <p>Realización de la modelación económico-financiera preliminar de las redes de integración en superficie.</p>

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFFECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
Riesgo de configuración de "elefantes blancos"	Los servicios actuales de la red de transporte público exceden los requerimientos de la demanda de viajes.	Se genera sobre inversión que representa un excesivo gasto público	<p>Estimación robusta y confiable de la demanda de viajes del proyecto proyectada en el horizonte del contrato de alianza estratégica.</p> <p>Aplicación de una metodología de valoración social de la red de transporte en superficie basado en el costo-beneficio.</p> <p>Definición de políticas para las delegaciones de la red de transporte en superficie que permita proteger el diseño del negocio de la PLMQ, de las intromisiones políticas nacionales y subnacionales.</p>
Riesgo de manejo de la contabilidad fiscal	El tratamiento contable de los aportes derivados del cofinanciamiento se dificulta por peculiaridades de la ocurrencia de los desembolsos.	Se complica la contabilidad pública de los aportes fiscales municipales al proyecto de alianza estratégica, porque la EPMMQ puede perder capacidad de predecir sus compromisos con antelación y de incorporarlos en el presupuesto fiscal en presencia de pasivos contingentes.	<p>Reducción de los mecanismos de garantías de ingresos mínimos para no generar imprevisiones presupuestarias.</p> <p>Innovación de los procedimientos de la contabilidad fiscal para adecuar el tratamiento de los pasivos contingentes.</p>
Riesgo de pérdida de incentivos a la eficiencia en la gestión de la PLMQ	El diseño del negocio puede generar pocos incentivos a una gestión eficiente de la operación de PLMQ adjudicadas.	No se optimiza el nivel de servicio para los usuarios ni los impactos en las zonas de influencia ni el ahorro fiscal.	<p>Cuidadoso diseño contractual que favorezca el ahorro de costos de operación y mantenimiento y la mejora del servicio por parte del asociado externo.</p> <p>Incentivo a que las actividades de operación y de mantenimiento se realicen conjuntamente (bundling) para efectos de generar economías de escala y eficiencia en costos.</p>

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFEECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
			<p>Incentivos para optimizar la tasa de retorno sobre el capital invertido a base de cobro directo en lo posible, lo que genera, a su vez, mayores incentivos a realizar aportes de capital porque se está en presencia más directa de la relación riesgo-retorno.</p> <p>Apoyo al incentivo privado en mantener adecuadamente los tramos de las redes con la finalidad de crear fidelidad comercial con los usuarios.</p>
<b>RIESGOS DE PREOPERACIÓN</b>			
<b>Riesgos de gestión de la transferencia de bienes adscritos a preoperación/operación</b>			
Riesgo de demora en la suscripción del contrato de alianza estratégica, por causas atribuibles a la EPMMQ	El contrato de alianza estratégica no se suscribe en la fecha programada y retrasa el inicio de la preoperación de la PLMQ, generando perjuicios financieros al aliado estratégico externo.	No se pueden empezar las tareas de puesta en marcha de la preoperación de la PLMQ, lo que retrasa la operación comercial y afecta financieramente al aliado estratégico externo y a la ciudadanía por no disponer del servicio.	<p>Definición de una fecha tope de suscripción del contrato en las mismas bases de licitación, expresadas como un T+k, donde T es la fecha de adjudicación del contrato y "k" es el máximo número de días previsto entre la adjudicación y la firma del contrato.</p> <p>La EPMMQ asume una penalidad por atraso en suscripción del contrato más allá de determinado número de días de la fecha prevista en las bases.</p>
Riesgo de demora en la suscripción del contrato de alianza estratégica, atribuibles al proponente adjudicado	El contrato de alianza estratégica no se suscribe en la fecha programada y retrasa el inicio de las obras, generando perjuicios al bienestar de los ciudadanos	No se inicia la operación de la PLMQ lo que resulta en un perjuicio político para la EPMMQ y una pérdida de bienestar social	<p>Declaración de proveedor incumplido</p> <p>Ejecución de garantía de seriedad de oferta e inicio de proceso judicial al oferente incumplido.</p> <p>Resolución de adjudicación al proponente calificado como segundo en el proceso licitatorio para la operación PLMQ</p>

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFFECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
Riesgo de demora en la entrega de los bienes adscritos a la preoperación/operación del contrato de alianza estratégica.	Incumplimiento en la entrega de los bienes adscritos al contrato de alianza estratégica en concordancia con un programa previamente comprometido, por parte del Municipio de Quito	No se pueden empezar la preoperación de la PLMQ, lo que retrasa la operación comercial y afecta financieramente al aliado estratégico externo y a la ciudadanía por no disponer del servicio.	<p>Identificación temprana de la necesidad y disponibilidad de los bienes/activos que comprenden el contrato de alianza estratégica.</p> <p>Contar con los bienes /activos liberados y a nombre del Municipio de Quito antes del inicio de la fase de preoperación.</p> <p>Responsabilidad asumida por la EPMMQ respecto del atraso en entrega de los bienes/activos que comprende el contrato de alianza estratégica, compensando los mayores costos por sobreplazo originados al aliado estratégico.</p>
Riesgo de planificación y otorgamiento de autorizaciones	Permisos no concedidos necesarios para el inicio de la preoperación de la EPMMQ y de otros organismos públicos.	Retrasos en la ejecución de la preoperación de la PLMQ, por demoras debido a falta de planificación de las autoridades encargadas de las autorizaciones.	<p>Asignación apropiada de las responsabilidades entre las partes para obtener las autorizaciones.</p> <p>Definición por parte de la EPMMQ de un claro marco de procesos y procedimientos para resolver problemas y costos de las demoras que afecten al Aliado estratégico Externo.</p> <p>Mantenimiento de una relación estrecha del aliado estratégico externo con las autoridades apropiadas durante la totalidad del desarrollo del proyecto y del proceso de implementación.</p> <p>Facilidad en el proceso de autorizaciones en la medida de lo posible, por parte de la EPMMQ.</p>
Riesgo de no contar con personal técnico y operativo para iniciar las pruebas de Marcha Blanca	El Aliado estratégico no cuenta o no haya capacitado al total del personal necesario para iniciar la Marcha Blanca.	Cumplir con el protocolo de Marcha Blanca es requisito indispensable para el posterior inicio de la Operación Comercial con pasajeros, en	<p>Contar con un robusto plan de Reclutamiento y Selección.</p> <p>Contar con instructores para cada una de las especialidades a ser entrenadas.</p>

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFFECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
		consecuencia, se tendría un retraso en la inauguración de la línea, con el inminente impacto patrimonial y reputacional.	<p>Contar con un acabado plan de Entrenamiento compatible con el cronograma de Marcha Blanca.</p> <p>En el caso particular del personal de conducción, garantizar que se alcance el número mínimo de horas prácticas.</p>
Riesgo de no contar con algún Sistema Crítico Inhabilitante	Riesgo de alguno de los Sistemas Críticos Inhabilitantes no obtengan la certificación requerida. Como son, por ejemplo, el Sistema de Automatismo de Conducción, Sistema de Señalización, Sistema de Comunicaciones.	No poder iniciar la Operación Comercial con pasajeros, con el inminente impacto patrimonial y reputacional.	<p>Contar con un riguroso plan de pruebas de los sistemas, en particular, lo que guarda relación con los Sistemas Críticos Inhabilitantes.</p> <p>Contar con Asesoría Especializada para el proceso o como acompañamiento al proceso.</p>
Riesgo de no contar con los contratos de Mantenimiento	En el caso que el Aliado estratégico no ejecute directamente las funciones de mantenimiento de trenes y sistemas críticos, el no contar con los principales contratos de mantenimiento (trenes, sistemas, infraestructura, etc.)	Imposibilidad de operar o recuperar la operación ante contingencias.	<p>Detallada planificación del proceso de contratación, incluida como una actividad relevante durante la Pre-Operación.</p> <p>Involucrar al Aliado estratégico en el proceso.</p> <p>Contar acompañamiento de asesoría especializada</p>
<b>RIESGOS DE OPERACIÓN</b>			
<b>Riesgos recaudatorios</b>			
Riesgo de Demanda	La demanda de viajes es menor al previsto, entre la demanda de viajes real y la demanda de viajes proyectado.	Problemas financieros por reducción de los ingresos recaudados.	Consideración de márgenes de seguridad del Aliado estratégico Externo en los costos de operación de tal forma de poder ajustar costos si se producen desviaciones severas y sostenidas entre la demanda de viajes real y la proyectada

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFEECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
			Elaboración de estudios detallados de demanda a cargo de expertos reconocidos en ingeniería de transporte, tanto para la EPMMQ como para el aliado estratégico externo. Incorporación de garantías de ingresos mínimos al diseño financiero del proyecto.
Riesgo pago remuneración	La remuneración pactados en contrato de alianza estratégica, para el Aliado estratégico se retrasa.	Problemas financieros por reducción de los ingresos recaudados.	Establecimiento de penalidades a la EPMMQ por retrasos injustificados en la remuneración del aliado estratégico de la PLMQ. Establecimiento de garantías de ingresos mínimos o de otros mecanismos de compensación que involucren pagos directos al Aliado estratégico.
Riesgo de que sistema de recaudo para PLMQ no esté listo para la operación	El sistema de recaudo no se encuentra listo y operativo para la operación comercial de la PLMQ.	Problemas financieros por reducción de los ingresos recaudados.	Contar con un sistema alternativo de cobro de tarifas a los usuarios, autónomo y seguro.
Riesgos de operación			
Riesgo de problemas de relaciones industriales	Aumento de los costos o de los plazos para la operación comercial de la PLMQ, debido a problemas de relaciones industriales como huelgas, paralizaciones y reclamos salariales.	Problemas financieros por aumento de los costos de operación y mantenimiento.	Registro de seguimiento y rendimiento comprobado del Aliado estratégico y sus contratistas en la gestión de las relaciones industriales. Cumplimiento del Aliado estratégico con la reglamentación laboral vigente y pagos al día, tanto con los trabajadores como con las instituciones de previsión, seguros y leyes sociales. Participación del Aliado estratégico y sus contratistas locales que conocen la realidad laboral del país.

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFFECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
Riesgo de perturbación de servicios	Perturbación del servicio debido a acciones de la EPMMQ.	Problemas financieros por aumento de los costos de operación y mantenimiento a razón de las demoras subsecuentes.	Inclusión de una cláusula en el contrato de alianza estratégica que penalice a la EPMMQ a favor del aliado estratégico externo por días perdidos, compensándolo pecuniariamente por las consecuencias financieras como el daño emergente o el lucro cesante.
Riesgo de accidentes del personal	Accidentes del personal del Aliado estratégico Externo ocurridos durante la realización de tareas propias de la operación de la PLMQ.	Problemas financieros por aumento de los costos por reparación civil de accidentes.	<p>Contar con Manuales de Procedimientos Operacionales</p> <p>Seguro de accidentes para eventos asegurables</p> <p>Contar con Reglamento Interno de Higiene y Seguridad, de acuerdo con las mejores prácticas de la industria</p> <p>Capacitación adecuada del personal en procedimientos de la operación</p>
Riesgo de daños / lesiones a terceros	Daños y/o lesiones ocurridos durante la operación y/o mantenimiento de la PLMQ.	Problemas financieros por aumento de los costos por reparación civil de daños y perjuicios.	<p>Contratación de los seguros pertinentes por parte del aliado estratégico.</p> <p>Aplicar a subcontratistas el Reglamento Interno de Higiene y Seguridad, de acuerdo con las mejores prácticas de la industria</p> <p>Capacitación adecuada del personal en procedimientos de la operación</p> <p>Resguardos estipulados por el aliado estratégico externo en los diversos subcontratos para compensar a terceros que puedan resultar afectados.</p>

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFFECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
Riesgo que Aliado estratégico no cumpla con especificaciones del servicio para su puesta en operación	La actividad del aliado estratégico y los niveles de servicio no cumple con lo que estaba previsto en el contrato de alianza estratégica en cuanto a sus especificaciones técnicas para su puesta en servicio de los usuarios.	Ejecución de actividades estándares insuficientes en relación a las especificaciones contractuales que no permiten entregar la calidad de servicios pactados en contrato de alianza estratégica	Revisión de la planificación operacional y sistema de niveles de servicio, por parte del aliado estratégico y un equipo de especialistas independientes, contratado por el aliado estratégico.
			Fiscalización del cumplimiento de plan operacional y niveles de servicio por parte de la EPMMQ
			Ejecución de multas por parte de la EPMM, para compensar la falla de la calidad de los niveles de servicio de operación de la PLMQ
			El aliado estratégico establece resguardos en los subcontratos.
Riesgo de discontinuidad de servicio	Interrupción parcial o permanente de los servicios de operación de la PLMQ- atribuible a terceros, ya sea público o privado.	Problemas financieros por aumento de los costos por efecto de lucro cesante y cobertura de costos fijos.	El Aliado estratégico Externo toma seguros respecto a lucro cesante.
			Compensación por la EPMMQ en caso de que las interrupciones sea atribuibles al sector público.
			Obligación de solicitud de autorización para obras adyacentes a la línea a de MQ.
			Detallados planes operacionales y de manejo de contingencias.
Riesgo de competencia	Implementación de sistemas de transporte público alternativo y sustituto, al Metro de Quito	Problemas económico-financiero por la reducción del tráfico registrado en el contrato de alianza estratégica de la PLMQ, al generarse tráfico derivado.	Establecimiento de una cláusula de garantía de demanda mínima compensatoria comprometida por la EPMQ a favor del Aliado estratégico Externo.
			Estudios ex ante confiables y robustos que demuestren los efectos de elasticidad precio cruzada de la demanda entre el sistema competitivo a ser implementado y el sistema Metro

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFEECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
			Contratación de seguros del Aliado estratégico para mitigar parte del deterioro de los ingresos del contrato de alianza estratégica.
Riesgo de sobrecostos de operación	Aumento no previsto de los costos de operación del contrato de alianza estratégica.	Problemas financieros por aumento de los costos de operación por encima de los previsto en las estimaciones originales.	<p>Capitalización financiera, por parte del aliado estratégico, a generar economías de escala y subaditividad de costos en la operación de la PLMQ.</p> <p>Costos de Operación y Mantenimiento establecidos a partir de una cotización de suma alzada.</p> <p>Seguimiento permanente del presupuesto operacional y presupuesto de inversiones</p>
Riesgo de nivel de servicio inadecuado	El Aliado estratégico no logra niveles de servicio en la operación de la PLMQ acorde con las especificaciones contractuales.	Nivel de servicio de la PLMQ por debajo de lo requerido para el usuario final	<p>Especificaciones detalladas en el contrato de cumplimiento de estándares de servicio.</p> <p>Multas y penalidades al aliado estratégico por no cumplimiento de los estándares de servicio contratados.</p> <p>Fiscalización del cumplimiento de plan operacional y niveles de servicio por parte de la EPMMQ</p>
Riesgo de abandono de responsabilidades en la operación	El Aliado estratégico no cumple con el contrato de servicio, una vez iniciada la operación de la PLMMQ	El servicio de la PLMMQ se ve interrumpida, perjudicando el bienestar del usuario.	<p>Estipulación contractual de garantías de cumplimiento de contrato por parte de la EPMMQ.</p> <p>Estipulación de penalidades o multas por incumplimiento del cumplimiento a favor de la EPMMQ.</p>
Riesgo de factores productivos inadecuados	El Aliado estratégico Externo está en la incapacidad de reclutar el personal competente y/o	Estrés económico-financiero por aumento de los costos de operación y mantenimiento por	Subcontratación y/o adquisición de maquinaria y equipamiento de calidad por parte del aliado estratégico externo.

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFFECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
	de contar con maquinaria y equipos adecuados y/o contar con contratos de mantenimiento de sistemas / Material Rodante adecuados.	encima de los previsto en las estimaciones originales debido a deficiente dotación y/o calidad de factores.	<p>Reclutamiento y capacitación al personal a estándares apropiados para las labores del contrato de alianza estratégica, para la operación de la PLMQ.</p> <p>Imposición de multas y penalidades por atrasos y/o deficiencias en el nivel del servicio de operación de la PLMQ.</p>
Riesgo de mala programación de oferta y/o falta de personal de conducción	El Aliado estratégico no cuenta con los sistemas y/o la expertise para efectuar una adecuada programación tanto de la oferta de trenes como del personal de conducción	Daño a la calidad de servicio y no cumplimiento de indicadores de contratados. Impacto en la reputación.	Contando con un sistema robusto (manual o software especializado) y personal idóneo y entrenado.
Riesgo de una inadecuada ejecución de la oferta de transporte	Que, si bien existe una planificación correcta, la implementación de dicha planificación es inadecuada.	Daño en la calidad de servicio y no cumplimiento de indicadores de contratados. Impacto en la reputación.	<p>Rigurosos procesos de selección del personal y su entrenamiento.</p> <p>Adecuados manuales de ejecución.</p> <p>Sistema de seguimiento, identificación de mejores prácticas y de mejora continua.</p>
Riesgo Ocurrencia de incidentes operacionales graves con pasajeros	Colisión, descarrilamiento con pasajeros por error de conducción.	Daño a los activos y bienes por efecto de pago de indemnizaciones y reposición de activos. Pérdida de capacidad de transporte, calidad de servicio y daño reputacional.	<p>Rigurosos planes de selección de conductores y reguladores, capacitación y reentrenamiento.</p> <p>Permanente seguimiento y chequeo psicológico y de salud del personal de conducción.</p> <p>Detallados planes operacionales y de manejo de contingencias.</p>

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFFECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
			Seguros contra accidente de pasajeros y daños a terceros.
Riesgo de incidentes operacionales graves sin pasajeros	Colisión entre trenes o de un tren contra elementos al interior del taller.	Daño patrimonial. Pérdida de capacidad de transporte y calidad de servicio.	Rigurosos planes de selección, capacitación y reentrenamiento. Detallados planes operacionales. Contratación de seguros.
Riesgo de mal manejo de situaciones de emergencia en estaciones	Como producto de interrupciones de servicio como: incidentes, cortes de prolongados de energía, evacuación de trenes en túneles, incendios, etc. Por mal manejo de protocolos por parte del personal de estaciones se tenga pasajeros lesionados o incluso muertos.	Daño patrimonial por efecto de pago de indemnizaciones y daño reputacional.	Rigurosos procesos de selección del personal y su entrenamiento. Adecuada Estrategia de Manejo de Contingencias. Sistema de seguimiento, identificación de mejores prácticas y de mejora continua.
Riesgo por sobre costos en seguros por material rodante.	Frente a la obligación de tener que asegurar la flota contra incidentes en la operación o atentados el costo sea muy alto.	Impacto presupuestario para Metro Quito o el Municipio.	Negociación anticipada de los seguros. Acompañamiento con Asesoría Especializada en el proceso de negociación. Evaluación de alternativa de autoseguro, como lo hacen muchos metros.
Riesgo de no contar con un contrato de energía de largo plazo como cliente libre	No contar a tiempo con un contrato de energía de largo plazo y que permita dar estabilidad a los costos.	Impacto presupuestario para el Municipio, que puede poner en riesgo la continuidad operacional de metro.	Negociación anticipada del contrato de energía. Acompañamiento con Asesoría Especializada en el proceso de negociación.
<b>Riesgos de predictibilidad del mantenimiento</b>			

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFFECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
Riesgo de subestimación predictiva del deterioro de la infraestructura, equipo rodante y otros activos necesarios para la operación PLMQ	Falta de capacidad predictiva del deterioro de la infraestructura, equipo rodante y otros activos, lo que conlleva a realizar inversiones extraordinarias en mantenimiento.	Problemas financieros por aumento de los costos de mantenimiento por encima de los previsto en las estimaciones originales.	Selección de un adecuado modelo predictivo para estimar el comportamiento del deterioro de los activos adscritos a la operación de la PLMQ y previstos en el contrato de alianza estratégica
			Provisión de un margen de protección financiero por parte del aliado estratégico.
			Establecer contrato de mantenimiento de Material Rodante basado en un adecuado modelo de mantenimiento, que contemple las acciones de mantenimiento predictivo, preventivo, correctivo y grandes revisiones. Debe también contener las acciones y costos de vandalismo sobre el MR.
Riesgo de gestión operacional en zonas críticas	Interrupción parcial o permanente del servicio que lleva consigo una pérdida de ingresos, debido a la presencia de zonas críticas, definidas como sectores o subsistemas de la PLMQ, que presentan un gran riesgo geológico, social o de otra índole.	Problemas financieros por aumento de los costos de operación y mantenimiento por encima de los previsto en las estimaciones originales.	Contratación de seguros por parte del Aliado estratégico Externo respecto a zonas críticas de la operación de la PLMQ.
			Compensación financiera por parte de la EPMMQ si los daños superan los seguros comprometidos.
			Eventual suspensión o termino anticipado del contrato de alianza estratégica si no se llega a acuerdo en compensación de daños sobre los seguros comprometidos
Riesgo de subestimación general del mantenimiento preventivo del equipo rodante	Los costos de mantenimiento preventivo del equipo rodante son mayores que lo esperado	Problemas financieros por aumento de los costos de mantenimiento por encima de los previsto en las estimaciones originales.	Establecer contrato de mantenimiento de Material Rodante basado en un adecuado modelo de mantenimiento, que contemple las acciones de mantenimiento predictivo, preventivo, correctivo y grandes revisiones. Debe también contener las acciones y costos de vandalismo sobre la PLMQ.

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
			El Aliado estratégico debe establecer la estrategia apropiada de mantenimiento preventivo para conservar los estándares de servicio exigidos contractualmente
Riesgo de subestimación general del mantenimiento correctivo del equipo rodante	Los costos de mantenimiento correctivo del equipo rodante que aumentan debido a subestimación inicial	Estrés económico-financiero por aumento de los costos de mantenimiento por encima de los previsto en las estimaciones originales.	El Aliado estratégico Externo debe definir una estrategia para el tratamiento del mantenimiento periódico preventivo con el objeto de alcanzar y sostener el estándar de servicio exigido, considerando el estado de la infraestructura que se le entrega y las obras de construcción, de manera que el costo del mantenimiento correctivo se mantenga dentro de los valores presupuestados.
Riesgo de un mal mantenimiento de trenes y automatismos	El Aliado estratégico no cuenta con los sistemas y/o la expertise para efectuar una adecuada programación o control del mantenimiento de trenes y automatismos efectuado por él o por un tercero.	Alta tasa de averías que impacta la disponibilidad de trenes, degradación de la oferta de transporte y los correspondientes niveles de servicio requeridos. Generando impactos financieros y económicos por pérdida de pasajeros y reputacionales.	<p>Contar con profesionales idóneos tanto para la ejecución como para el seguimiento y altamente capacitados</p> <p>Procesos de planificación que consideren las especificaciones del fabricante.</p> <p>Contar con software especializado de programación y control.</p>
Riesgo de un mal mantenimiento de vías férreas	El Aliado estratégico no cuenta con los sistemas y/o la expertise para efectuar una adecuada programación o control del mantenimiento de las vías férreas efectuado por él o por un tercero.	Aumento del desgaste prematuro de las ruedas de los trenes, reducción forzada de la velocidad de circulación con impacto en la oferta de transporte y los niveles de servicio, suspensiones de servicio, descarrilamiento de trenes con daño a pasajeros.	<p>Contar con profesionales idóneos y altamente capacitados, tanto para la ejecución como para el seguimiento de la calidad de mantenimiento de las vías férreas.</p> <p>Procesos de planificación que consideren las especificaciones del fabricante.</p> <p>Contar con software especializado de programación y control del mantenimiento de las vías férreas.</p>

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFFECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
Riesgo de un mal mantenimiento de Sistemas Críticos	El Aliado estratégico no cuenta con los sistemas y/o la expertise para efectuar una adecuada programación o control del mantenimiento de los Sistemas Críticos (Señalización, Eléctricos, Comunicaciones, etc.) efectuado por él o por un tercero.	Impacto en la oferta de transporte, reducción forzada de la velocidad de circulación, imposibilidad de circulación de la totalidad de trenes, suspensiones de servicio y en general impacto en los indicadores de calidad. Esto puede traer impacto patrimonial por menos pasajeros transportados y reputacionales.	<p>Contar con profesionales idóneos tanto para la ejecución como para el seguimiento y altamente capacitados.</p> <p>Procesos de planificación que consideren las especificaciones del fabricante.</p> <p>Contar con software especializado de programación y control.</p>
Riesgo de un mal mantenimiento de la infraestructura y/o equipamiento/sistemas de estaciones	El Aliado estratégico no cuenta con los sistemas y/o la expertise para efectuar una adecuada programación o control del mantenimiento de la infraestructura o equipamiento electromecánico / sistemas (escalas mecánicas, ascensores, CCTV, etc.) efectuado por él o por un tercero.	Impacto en la calidad de servicio, riesgo de accidentes de pasajeros. Adicionalmente, impacto reputacional.	<p>a) Contar con profesionales idóneos tanto para la ejecución como para el seguimiento y altamente capacitados.</p> <p>b) Procesos de planificación que consideren las especificaciones del fabricante.</p> <p>c) Contar con software especializado de programación y control.</p>
Riesgo de un mal mantenimiento de la infraestructura de talleres	El Aliado estratégico no cuenta con los sistemas y/o la expertise para efectuar una adecuada programación o control del mantenimiento de la infraestructura y sistemas de talleres efectuado por él o por un tercero.	Impacto en los procesos de mantenimiento de trenes y sistemas. Aumento en la potencialidad de accidentes de trabajadores y daño a los activos.	<p>a) Contar con profesionales idóneos tanto para la ejecución como para el seguimiento.</p> <p>b) Contar con sistemas de programación y control.</p>
Riesgo de bancabilidad	No obtención del financiamiento apropiado (valores, deuda) porque el proyecto no puede levantar los fondos suficientes en los mercados financieros.	El proyecto no puede ser financiado porque no es bancable	<p>Evaluación financiera exhaustiva y completa del proyecto antes de la adjudicación del contrato de alianza estratégica.</p> <p>Requerimiento del compromiso de financiamiento antes del inicio de la intervención</p>

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
			<p>Establecimiento de soportes estatales explícitos (garantías de ingresos mínimos o pagos diferidos en el tiempo, peajes sombra, etc.) e indirectos (garantías parciales de riesgo, etc.)</p> <p>El Aliado estratégico debe evaluar la capacidad del mercado de capitales y la probabilidad de ulteriores crisis financieras</p> <p>El Aliado estratégico puede buscar fuentes alternativas de financiamiento, como el mercado de capitales foráneo o aumentos de capital</p>
Riesgo de colateral	El aliado estratégico no posee las garantías necesarias para levantar el financiamiento requerido.	El proyecto no puede ser financiado porque no es bancable	<p>El contrato permite al aliado estratégico ceder los derechos y obligaciones en casos puntuales y específicos.</p> <p>Las bases de precalificación solicitan experiencia financiera adecuada a los licitantes.</p> <p>Los accionistas del Aliado estratégico Externo aportan garantías corporativas o personales para la obtención del colateral.</p>
Riesgo de track record	El Aliado estratégico no tiene historia de ingresos que permitan avalar su capacidad de repagar la deuda.	El proyecto no puede ser financiado porque no es bancable	<p>Entrega de información suficiente para que los bancos puedan proyectar el volumen potencial de negocios para el aliado estratégico.</p> <p>Establecimiento de una garantía de ingresos mínimos o de sistemas de pagos diferidos comprometidos de la EPMMQ.</p> <p>El aliado estratégico y sus accionistas pueden aportar garantías corporativas o personales.</p>

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFFECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
Riesgo de sobrevaluación de la capacidad de pago del servicio de deuda	El Aliado estratégico sobreestima la capacidad económica del proyecto, y consecuentemente el flujo de caja es menor al estimado	La deuda queda impaga y el proyecto incurre en gastos financieros adicionales por moras.	Elaboración de un estudio adecuado de evaluación económico-financiera del proyecto antes de la presentación de propuestas de licitación.
			La responsabilidad de la EPMMQ radica en proporcionar la mayor cantidad de información posible, para una adecuada evaluación por parte del Aliado estratégico y los financistas.
			La EPMMQ establece el requerimiento de un nivel de garantías adecuado para evitar el incentivo a abandonar el contrato de alianza estratégica o desmejorar el servicio prestado.
Riesgos de impacto macroeconómico			
Riesgo de tasa de interés	Las tasas de interés fluctúan en forma desfavorable para el Aliado estratégico encareciendo los créditos que asume.	Aumento del costo financiero del contrato de alianza estratégica.	La variación antes del cierre financiero se puede controlar con la contratación de forwards y otros instrumentos de cobertura, o cerrando las condiciones del financiamiento en una etapa previa al desembolso efectivo de los fondos.
			La variación después del cierre financiero se puede controlar contratando el financiamiento a tasa fija, o contratando forwards y otros instrumentos de cobertura.
			Establecimiento de garantías de ingreso o de soportes de pagos diferidos en el tiempo para abaratar la cobertura de deuda (DSCR) y las expectativas de no pago.

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFFECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
Riesgo inflacionario (deflacionario)	La tasa de inflación es significativamente diferente de la prevista, lo que afecta el equilibrio económico-financiero del contrato de alianza estratégica, tanto negativamente como positivamente (deflación)	Aumento (disminución) de los costos de operación y de mantenimiento cotizados en moneda nacional.	<p>Establecimiento de una fórmula de revisión de las tarifas del servicio de la PLMQ, basada sustancialmente en la inflación.</p> <p>El aliado estratégico asume las pérdidas (ganancias) por el descalce temporal entre el desembolso de los mayores fondos por inflación, y el momento en que comienza a percibir los ingresos con tarifa reajustada por inflación (deflación)</p>
Riesgo cambiario	El tipo de cambio entre la moneda del financiamiento y de ingresos fluctúa en forma adversa al Aliado estratégico Externo.	Aumento del costo financiero del contrato de alianza estratégica.	El aliado estratégico contrata el financiamiento en moneda local y se financia en los mercados bancario y de capitales nacionales.
Riesgo de no pago oportuno de IVA	Los pagos por IVA del Estado al Aliado estratégico se producen con atraso.	Problemas financieros del proyecto porque tiene que financiarse el faltante hasta que se produzcan los desembolsos.	Mecanismos de compensación al aliado estratégico en el contrato de alianza estratégica, incorporando el efecto de tasa de interés.
Riesgo de la maldición del ganador (winner curse)	El licitante que gana la licitación fue demasiado optimista en sus estimaciones de costos y de demanda proyectada.	El Aliado estratégico tiene incentivos a la renegociación del contrato de alianza estratégica una vez iniciada la operación para sostener el equilibrio económico-financiero del contrato de alianza estratégica.	<p>El aliado estratégico puede ejecutar acciones de señalización (signaling), entregado garantías no solicitadas a la EPMMQ.</p> <p>Se solicitan garantías de cumplimiento de contrato lo suficientemente altas para disuadir ofertas temerarias</p>
Riesgo de selección adversa	El Aliado estratégico conoce aspectos del negocio que son relevantes para la EPMMQ pero que son desconocidos por éste.	El Aliado estratégico puede obtener ventajas extras de la transacción derivadas de la información oculta a la EPMMQ que puede manejar.	El aliado estratégico puede ejecutar acciones de señalización (signaling), revelando información solicitada por la EPMMQ en proceso de "Diálogos Competitivos" o proceso licitatorio.

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFFECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
			La EPMMQ solicita a los oferentes que presentan voluntariamente garantías de seriedad de oferta
Riesgo de riesgo moral (moral hazard)	El Aliado estratégico puede realizar acciones que afecten la valoración de la transacción que hace la EPMMQ sin que éste pueda controlarlo y/o imponer su criterio opuesto de manera fundada.	El Aliado estratégico puede obtener ventajas extras de la transacción derivadas de las acciones ocultas que puede realizar.	La EPMMQ puede llevar adelante un proceso de "escudriñamiento" (screening) en la que los proponentes se autoseleccionen, revelando su verdadero "tipo" como oferentes temerarios o no. El diseño del negocio y contrato de alianza estratégica que evita comportamientos y alinea los incentivos entre las partes, para evitar costos excesivos.
Riesgo de captura del regulador	El Aliado estratégico puede influir en las decisiones de monitoreo y control que ejerce el regulador del contrato.	El Aliado estratégico puede lograr que el regulador flexibilice los requerimientos contractuales y sea permisivo a otorgar beneficios extraordinarios al contrato de alianza estratégica.	Implementar mecanismos de auditoría externa y controles de instancias externas al Municipio de Quito Sistema de veeduría ciudadana y sometimiento a controles esporádicos de organismos de control ciudadana
Riesgo de cambios en la legislación pertinente	Cambio en la legislación y/o regulación y/o en los estándares (técnicos, ambientales, etc.)	Alteraciones de las condiciones del equilibrio económico-financiero.	El sector público se compromete a no implementar una política discriminatoria. Compensación del sector público ante acciones adversas de la institucionalidad relacionada.
Riesgo de conflicto social y/o declaración de estado de emergencia por otra causa, ajeno al contrato de alianza estratégica	Protestas, paros o huelgas que interfieran con el desarrollo del proyecto.	Demoras para el desarrollo de la operación y mantenimiento. Eventualmente puede implicar pérdidas de activos del contrato de alianza estratégica por destrozos físicos.	Manejo de crisis de carácter previsor por parte del Estado para mitigar rápidamente esta clase de acciones. Compensaciones de lucro cesante y daño emergente al aliado estratégico por parte de la EPMMQ.

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFFECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
Riesgo de paralización del proceso del contrato de alianza estratégica	En cualquier etapa del contrato de alianza estratégica, por decisión política se deja de desarrollar el proyecto de operación de la PLMQ bajo el esquema contractual.	Paralizaciones y/o demoras para el desarrollo de la operación de la PLMQ.	<p>Establecimiento de mecanismos y cláusulas contractuales que faciliten el abandono del proyecto con las compensaciones al aliado estratégico en tiempo corto.</p> <p>Compensaciones de lucro cesante y/o daño emergente al aliado estratégico por parte de la EPMMQ.</p>
Riesgo de interferencia de terceros (stakeholders)	Aumento de los plazos y daño a las obras activos adscritos a la operación de la PLMQ, debido a interferencias de terceros	Paralización parcial o definitiva del contrato de alianza estratégica, para la operación de la PLMQ.	<p>Acción y enfoque conjunto del aliado estratégico y la EPMMQ en la gestión de los asuntos comunitarios de los distintos actores que conviven en las proximidades del área del contrato de alianza estratégica.</p> <p>Participación en el diseño técnico y financiero de los proyectos de representantes de las poblaciones que son impactadas por el proyecto.</p> <p>Construcción de canales de comunicación y coordinación permanente con los actores (stakeholders)</p> <p>Contratación de un Seguro que cubran la paralización de la operación de la PLMQ.</p>
Riesgo de infracciones ambientales	Infracción medioambiental, obstrucciones geológicas, climáticas, físicas, entre otras	Deterioro del medio ambiente.	<p>Multas y penalidades para el constructor con un plazo para las investigaciones de auditoría ambiental independiente.</p> <p>Contratación de seguros ambientales por parte del aliado estratégico por todo el horizonte del contrato de alianza estratégica.</p>
Riesgo de catástrofes naturales	Hechos de la naturaleza que destruyen activos y obra adscrita a la		El Aliado estratégico toma los seguros adecuados.

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFEECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
	operación del contrato de alianza estratégica y desajustan al equilibrio financiero del proyecto de operación de la operación PLMQ.	Paralización definitiva del contrato de alianza estratégica.	<p>Si los seguros no cubren el valor de reposición de los bienes preexistentes, se activa cláusula de suspensión del contrato de alianza estratégica y el Aliado estratégico Externo y la EPMMQ negocian las compensaciones necesarias para la reconstrucción de la infraestructura y arranque de operación de la PLMQ.</p> <p>De no ser posible el acuerdo de reanudación del contrato de alianza estratégica, se procede a su caducidad, reconociendo la EPMQ las compensaciones respectivas.</p>
Riesgo de quiebra	Divergencias persistentes y sostenidas entre el potencial económico-financiero esperado con respecto a la performance efectiva llevan al negocio contractual a la quiebra.	Paralización definitiva del contrato de alianza estratégica.	<p>En el contrato de alianza estratégica debe incluirse una cláusula que penalice al Aliado estratégico Externo por días perdidos por problemas financieros</p> <p>El aliado estratégico externo asume la quiebra con recursos propios.</p>

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFEECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
<b>Riesgos Operacionales en la Pre-Operación</b>			
Riesgo de no contar con personal técnico y operativo	El Aliado estratégico no cuenta o no haya capacitado al total	Cumplir con el protocolo de Marcha Blanca es requisito indispensable para el	a) Contar con un robusto plan de

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
para iniciar las pruebas de Marcha Blanca	del personal necesario para iniciar la Marcha Blanca.	posterior inicio de la Operación Comercial con pasajeros, en consecuencia, se tendría un retraso en la inauguración de la línea, con el inminente impacto patrimonial y reputacional.	<p>Reclutamiento y Selección.</p> <p>b) Contar con instructores para cada una de las especialidades a ser entrenadas.</p> <p>c) Contar con un acabado plan de Entrenamiento compatible con el cronograma de Marcha Blanca.</p> <p>d) En el caso particular del personal de conducción, garantizar que se alcance el número mínimo de horas prácticas.</p>
Riesgo de no contar con algún Sistema Crítico Inhabilitarte	Riesgo de alguno de los Sistemas Críticos Inhabilitarte no obtengan la certificación requerida. Como son, por ejemplo, el Sistema de Automatismo de Conducción, Sistema de Señalización, Sistema de Comunicaciones.	No poder iniciar la Operación Comercial con pasajeros, con el inminente impacto patrimonial y reputacional.	<p>a) Contar con un riguroso plan de pruebas de los sistemas, en particular, lo que guarda relación con los Sistemas Críticos Inhabilitarte.</p> <p>b) Contar con Asesoría Especializada para el proceso o como acompañamiento al proceso.</p>
Riesgo de no contar con los contratos de Mantenimiento	En el caso que el Aliado estratégico no ejecute directamente las funciones de mantenimiento de trenes y sistemas críticos, el no contar con los principales contratos de mantenimiento (trenes, sistemas, infraestructura, etc.)	Imposibilidad de operar o recuperar la operación ante contingencias.	<p>a) Detallada planificación del proceso de contratación, incluida como una actividad relevante durante la Pre-Operación.</p> <p>b) Involucrar al Aliado estratégico en el proceso.</p> <p>c) Contar con asesoría</p>

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
			especializada como acompañamiento.
<b>Riesgos Operacionales en Régimen Comercial</b>			
Riesgo de mala programación de oferta y/o falta de personal de conducción	El Aliado estratégico no cuenta con los sistemas y/o la expertise para efectuar una adecuada programación tanto de la oferta de trenes como del personal de conducción	Daño a la calidad de servicio y no cumplimiento de indicadores contratados. Impacto en la reputación.	Contando con un sistema robusto (manual o software especializado) y personal idóneo y entrenado.
Riesgo de una inadecuada ejecución de la oferta de transporte	Que, si bien existe una planificación correcta, la implementación de dicha planificación es inadecuada.	Daño a la calidad de servicio y no cumplimiento de indicadores contratados. Impacto en la reputación.	a) Con rigurosos procesos de selección del personal y su entrenamiento. b) Adecuados manuales de ejecución. c) Sistema de seguimiento, identificación de mejores prácticas y de mejora continua.
Riesgo Ocurriencia de incidentes operacionales graves con pasajeros	Colisión, descarrilamiento con pasajeros por error de conducción.	Daño patrimonial por efecto de pago de indemnizaciones y reposición de activos. Pérdida de capacidad de transporte, calidad de	a) Rigurosos planes de selección de conductores y reguladores, capacitación y reentrenamiento.

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
		servicio y daño reputacional.	b) Permanente seguimiento y chequeo psicológico y de salud del personal de conducción. c) Detallados planes operacionales y de manejo de contingencias. d) Seguros contra accidente de pasajeros y daños a terceros.
Riesgo de incidentes operacionales graves sin pasajeros	Colisión entre trenes o de un tren contra elementos al interior del taller.	Daño patrimonial. Pérdida de capacidad de transporte y calidad de servicio.	a) Rigurosos planes de selección, capacitación y reentrenamiento. b) Detallados planes operacionales. c) Contratación de seguros.
Riesgo de mal manejo de situaciones de emergencia en estaciones	Como producto de interrupciones de servicio como: incidentes, cortes de prolongados de energía, evacuación de trenes en túneles, incendios, etc. Por mal manejo de protocolos por parte del personal de estaciones se tenga pasajeros lesionados o incluso muertos.	Daño patrimonial por efecto de pago de indemnizaciones y daño reputacional.	a) Rigurosos procesos de selección del personal y su entrenamiento. b) Adecuada Estrategia de Manejo de Contingencias. c) Sistema de seguimiento, identificación de mejores prácticas y de mejora continua.
Riesgo de no contar con el sistema de pago	No contar con sistema de validación en estaciones y/o sistema de pago.	Daño patrimonial. Eventual imposibilidad de operar u operar sin poder cobrar.	a) Tener desarrollado el plan de implementación en la línea, compatible con los plazos de

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
			<p>implementación del sistema de pago.</p> <p>b) Definir un plan B que permita iniciar la operación sin contar con sistema de validación y pago electrónico.</p>
Riesgos de Mantenimiento en Régimen Comercial			
Riesgo de un mal mantenimiento de trenes y automatismos	El Aliado estratégico no cuenta con los sistemas y/o la expertise para efectuar una adecuada programación o control del mantenimiento de trenes y automatismos efectuado por él o por un tercero.	Alta tasa de averías que impacta la disponibilidad de trenes, degradación de la oferta de transporte y los correspondientes niveles de servicio requeridos. Generando impactos económicos por pérdida de pasajeros y reputacionales.	<p>a) Contar con profesionales idóneos tanto para la ejecución como para el seguimiento y altamente capacitados</p> <p>b) Procesos de planificación que consideren las especificaciones del fabricante.</p> <p>c) Contar con software especializado de programación y control.</p>
Riesgo de un mal mantenimiento de vías	El Aliado estratégico no cuenta con los sistemas y/o la expertise para efectuar una adecuada programación o control del mantenimiento de las vías efectuado por él o por un tercero.	Aumento del desgaste prematuro de las ruedas de los trenes, reducción forzada de la velocidad de circulación con impacto en la oferta de transporte y los niveles de servicio, suspensiones de servicio, descarrilamiento de trenes con daño a pasajeros.	<p>a) Contar con profesionales idóneos tanto para la ejecución como para el seguimiento y altamente capacitados.</p> <p>b) Procesos de planificación que consideren las</p>

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
			<p>especificaciones del fabricante.</p> <p>c) Contar con software especializado de programación y control.</p>
<p>Riesgo de un mal mantenimiento de Sistemas Críticos</p>	<p>El Aliado estratégico no cuenta con los sistemas y/o la expertise para efectuar una adecuada programación o control del mantenimiento de los Sistemas Críticos (Señalización, Eléctricos, Comunicaciones, etc.) efectuado por él o por un tercero.</p>	<p>Impacto en la oferta de transporte, reducción forzada de la velocidad de circulación, imposibilidad de circulación de la totalidad de trenes, suspensiones de servicio y en general impacto en los indicadores de calidad. Esto puede traer impacto patrimonial por menos pasajeros transportados y reputacionales.</p>	<p>a) Contar con profesionales idóneos tanto para la ejecución como para el seguimiento y altamente capacitados.</p> <p>b) Procesos de planificación que consideren las especificaciones del fabricante.</p> <p>c) Contar con software especializado de programación y control.</p>
<p>Riesgo de un mal mantenimiento de la infraestructura y/o equipamiento/sistemas de estaciones</p>	<p>El Aliado estratégico no cuenta con los sistemas y/o la expertise para efectuar una adecuada programación o control del mantenimiento de la infraestructura o equipamiento electromecánico / sistemas (escalas mecánicas, ascensores, CCTV, etc.) efectuado por él o por un tercero.</p>	<p>Impacto en la calidad de servicio, riesgo de accidentes de pasajeros. Adicionalmente, impacto reputacional.</p>	<p>a) Contar con profesionales idóneos tanto para la ejecución como para el seguimiento y altamente capacitados.</p> <p>b) Procesos de planificación que consideren las especificaciones del fabricante.</p> <p>c) Contar con software especializado de programación y control.</p>

RIESGO ESPECÍFICO	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	EFECTO PRINCIPAL	MECANISMOS DE MITIGACIÓN
Riesgo de un mal mantenimiento de la infraestructura de talleres	El Aliado estratégico no cuenta con los sistemas y/o la expertise para efectuar una adecuada programación o control del mantenimiento de la infraestructura y sistemas de talleres efectuado por él o por un tercero.	Impacto en los procesos de mantenimiento de trenes y sistemas. Aumento en la potencialidad de accidentes de trabajadores y daño a los activos.	a) Contar con profesionales idóneos tanto para la ejecución como para el seguimiento. b) Contar con sistemas de programación y control.
<b>Otros Riesgos</b>			
Riesgo por sobre costos en seguros por material rodante.	Frente a la obligación de tener que asegurar la flota contra incidentes en la operación o atentados el costo sea muy alto.	Impacto presupuestario para Metro Quito o el Municipio.	a) Negociación anticipada de los seguros. b) Acompañamiento con Asesoría Especializada en el proceso de negociación. c) Evaluación de alternativa de autoseguro, como lo hacen muchos metros.
Riesgo de no contar con un contrato de energía de largo plazo como cliente libre	No contar a tiempo con un contrato de energía de largo plazo y que permita dar estabilidad a los costos.	Impacto presupuestario para el Municipio, que puede poner en riesgo la continuidad operacional de metro.	a) Negociación anticipada del contrato de energía. b) Acompañamiento con Asesoría Especializada en el proceso de negociación.