

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

**ESCUELA DE DOCTORADO**



**TESIS DOCTORAL**

**PROGRAMA DE DOCTORADO EN INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE Y TERRITORIO**

**APORTACIONES A LA DEFINICIÓN DEL EQUILIBRIO  
CONCESIONAL EN LÍNEAS DE FERROCARRILES  
METROPOLITANOS URBANOS:  
ESTUDIO DE CONCESIONES EN AMÉRICA LATINA**

**AUTOR: Efraín Bastidas Zelaya**

**DIRECTOR: Dr. Ricardo Insa Franco**

**Valencia, diciembre de 2022**

*Dedicado a Amelie,  
inspiración de mi vida, hija mía.*

## AGRADECIMIENTOS

Una investigación doctoral y la redacción de la memoria escrita de dicha tesis, no pueden ser nunca un esfuerzo único del candidato a doctor. En esta línea es justo presentar agradecimientos a aquellas personas o instituciones que han colaborado, aportado o incluso han sido profundamente decisivas en este trabajo.

En primer lugar, un enorme agradecimiento hacia el doctor Ricardo Insa, mi director de tesis, quien ha tenido la paciencia para guiarme paso a paso, desde el momento en que se determinaba el tema de investigación hasta cuando ya hemos podido ir concretando los aportes de esta y cerrando la investigación. La sólida experiencia académica de Ricardo y su maravillosa calidad humana han sido fundamentales.

Agradecimiento a Pakita Moreano, por el apoyo durante más de una década al desarrollo de mis estudios, dándome motivación para avanzar en mi carrera académica y profesional. A mi madre Blanquita Zelaya, por los valores y mística de trabajo que me inculcó desde la niñez, y a mis hermanos Odilie y Giovanni, compañeros de vida que siempre han estado pendientes de mí.

A quien fue mi jefe en Metro, Edgar Jácome, por su guía y en especial por siempre creer en mí, tanto en lo académico como en lo profesional. Has sido un tutor en mi vida.

A los colegas de ingeniería de transporte, en la administración pública ecuatoriana y en la banca multilateral, por los aprendizajes que he ido desarrollando con ellos.

Al SENESCYT, pues con la beca otorgada por la institución pude concretar mis estudios doctorales, ojalá sigan existiendo becas para los investigadores ecuatorianos.

A mis compañeros de la Empresa Metro de Quito, que siempre han estado pendientes de cuanto voy avanzando en el cierre de la tesis y finalmente, y no por ello en menor importancia a mis amigos, que siempre me han apoyado en las buenas y en las malas, y cuya fe en mí ha sido capital para no desmayar.

## RESUMEN

La región de América Latina ha tenido un fuerte crecimiento poblacional en las últimas décadas con una concentración a la par en núcleos urbanos, generando ciudades de gran tamaño. Junto a esos procesos demográficos, se ha generado la necesidad de construir sistemas de transporte público, y en las grandes ciudades latinoamericanas han surgido sistemas de metro, que en ocasiones surgen de inversión estrictamente de fondos públicos y en otros casos de una participación mixta con concesiones donde existe inversión pública pero también de las empresas privadas ante una época que ha generado una oleada de construcción de sistemas de metro en la región.

La presente tesis realiza un estudio del estado del arte con un análisis de los modelos de gestión y administración de los sistemas de metro, partiendo desde el estudio de los actores y participantes en cada una de las macro etapas de los proyectos de desarrollo de un sistema de metro, avanzando en las relaciones de los niveles de gobierno con capacidad de inversión y gestión, grados de libertad al momento de diseñar un sistema de metro y experiencia para administrar el proyecto, alternativas de financiamiento para los proyectos de metro, riesgos asociados y mecanismos de mitigación de los mismos, y de manera especial los modelos de contratación y concesiones de metros.

La investigación continúa con una revisión de los sistemas de metro existentes en América Latina, con un estudio descriptivo de las características físicas y de servicio de cada operación, así como los parámetros de demandas y económicas. Mediante una comparación con metros en otras regiones del mundo se logra una determinación de los elementos singulares que caracterizan a los metros de América Latina.

El penúltimo capítulo de la investigación estudia los casos de concesiones en la región tanto de éxito como de fracaso, con un análisis de cuáles son los factores críticos en unos y otros casos. Y en base a ello se cierra la tesis con un último capítulo que genera una propuesta de un caso práctico para desarrollar una concesión con los aprendizajes adquiridos, para el mediano y largo plazo del sistema del Metro de Quito.

## **ABSTRACT**

The Latin American region has had a strong population growth in recent decades with a concentration in urban centers, generating very populous cities. Together with these demographic processes, the need to build public transportation systems has arisen, and metro systems have emerged in large Latin American cities, which sometimes arise from investment strictly from public funds and in other cases from a mixed participation with concessions, where public investment is shared with that of private companies, at a time when a wave of construction of metro systems has been generated in the region.

This thesis carries out a study of the state of the art with an analysis of the management models of the metro systems, starting from the study of the actors and participants in each of the macro stages of the development projects of a system of metro, advancing in the relations of levels of government with investment and management capacity, degrees of freedom when designing a metro system and experience to manage the project, financing alternatives for metro projects, associated risks and mechanisms of mitigating them, and especially the contracting models of metro concessions.

The research continues with a review of the existing metro systems in Latin America, with a descriptive study of the physical and service characteristics of each operation, as well as the demand and economic parameters. Through a comparison with metro systems in other regions of the world, a determination of the unique elements that characterize Latin American metros is achieved.

## RESUM

La regió d'Amèrica Llatina ha tingut un fort creixement poblacional en les últimes dècades amb una concentració a l'una en nuclis urbans, generant ciutats de gran grandària. Al costat d'aqueixos processos demogràfics, s'ha generat la necessitat de construir sistemes de transport públic, i en les grans ciutats llatinoamericanes han sorgit sistemes de metre, que a vegades sorgeixen d'inversió estrictament de fons públics i en altres casos d'una participació mixta amb concessions on existeix inversió pública però també de les empreses privades davant una època que ha generat una onada de construcció de sistemes de metre a la regió.

La present tesi realitza un estudi de l'estat de l'art amb una anàlisi dels models de gestió i administració dels sistemes de metre, partint des de l'estudi dels actors i participants en cadascuna de les macro etapes dels projectes de desenvolupament d'un sistema de metre, avançant en les relacions dels nivells de govern amb capacitat d'inversió i gestió, graus de llibertat al moment de dissenyar un sistema de metre i experiència per a administrar el projecte, alternatives de finançament per als projectes de metre, riscos associats i mecanismes de mitigació d'aquests, i de manera especial els models de contractació i concessions de metres.

La investigació continua amb una revisió dels sistemes de metre existents a Amèrica Llatina, amb un estudi descriptiu de les característiques físiques i de servei de cada operació, així com els paràmetres de demandes i econòmiques. Mitjançant una comparació amb metres en altres regions del món s'aconsegueix una determinació dels elements singulars que caracteritzen als metres d'Amèrica Llatina.

El penúltim capítol de la investigació estudia els casos de concessions a la regió tant d'èxit com de fracàs, amb una anàlisi de quins són els factors crítics en uns i altres casos. I sobre la base d'això es tanca la tesi amb un últim capítol que genera una proposta d'un cas pràctic per a desenvolupar una concessió amb els aprenentatges adquirits, per al mitjà i llarg termini del sistema del Metre de Quito.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	PRESENTACIÓN .....	1
1.1	ANTECEDENTES .....	1
1.2	INTRODUCCIÓN .....	2
1.3	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO .....	4
2	DEFINICIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	9
2.1	OBJETIVOS .....	9
2.1.1	Objetivo Principal .....	9
2.1.2	Objetivos Específicos .....	9
2.2	HIPÓTESIS .....	10
2.3	METODOLOGÍA .....	11
2.4	EXPLICACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACIÓN Y DE LA MEMORIA .....	14
3	ESTUDIO ANALÍTICO DEL MARCO CONCEPTUAL: ELEMENTOS DEL DESARROLLO Y GESTIÓN DE UN PROYECTO DE METRO .....	16
3.1	CICLO DE VIDA Y ETAPAS DE LOS PROYECTOS DE METRO .....	16
3.2	EMPRESAS CONCURRENTES EN UN PROYECTO DE METRO .....	18
3.3	TIPOLOGÍA DE EMPRESAS PARTICIPANTES EN UN PROYECTO DE METRO ACORDE A PROPIEDAD DEL CAPITAL ACCIONARIO .....	26
3.4	NIVEL DE GOBIERNO Y ÁMBITO TERRITORIAL .....	29
3.5	NIVEL DE EXPERIENCIA DEL PROMOTOR DEL PROYECTO Y GRADOS DE LIBERTAD .....	33
3.6	GESTIÓN DEL RIESGO EN PROYECTOS DE METRO .....	36
3.7	JUSTIFICACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LOS PROYECTOS DE METRO .....	39
3.8	FINANCIAMIENTO EN LOS PROYECTOS DE METRO .....	43

3.8.1	Modelos de Financiamiento en infraestructuras de transporte.....	44
3.8.1.1	Financiación Pública Presupuestaria .....	44
3.8.1.2	Financiación Pública No Presupuestaria .....	46
3.8.1.3	Financiación Privada .....	46
3.8.1.4	Financiación Mixta .....	47
3.8.2	Mecanismos de obtención de créditos para proyectos de metro en América Latina, y organismos participantes .....	49
3.8.2.1	Créditos de la Banca Multilateral de Desarrollo.....	49
3.8.2.2	Créditos de la Banca Comercial de Inversión .....	53
3.8.2.3	Créditos de la Banca de Exportación e Importación y de las Agencias de Créditos de Exportación .....	54
3.8.2.4	Los Mecanismos Crediticios de China .....	56
3.9	DEFINICIÓN Y TIPOLOGÍAS DE CONCESIÓN, ASOCIACIÓN PÚBLICO-PRIVADA Y MODELOS ESTRATÉGICOS DE CONTRATACIÓN PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN PROYECTO DE METRO .....	58
3.9.1	Factores que determinan la tipología de modelos estratégicos de contratación.....	59
3.9.2	Modelo convencional por “Capas de contratación” .....	66
3.9.3	Modelo Design – Build (DB).....	66
3.9.4	Modelo Build – Operate – Transfer (BOT) .....	67
3.9.5	Modelo Equip – Operate – Transfer (EOT) .....	68
3.9.6	Modelo Design – Build – Finance – Operate – Transfer (DBFOT) .....	68
4	ANÁLISIS DE LAS LÍNEAS DE METRO EN AMÉRICA LATINA .....	71
4.1	LISTADO DE LOS SISTEMAS DE METRO EN AMÉRICA LATINA .....	76
4.2	TIPOLOGÍAS Y LISTADO DE OPERADORES DE LOS SISTEMAS DE METRO EN AMÉRICA LATINA .....	77
4.2.1	Sistemas de metro operados por el propio promotor de la obra.....	78

4.2.2	Sistemas de metro operados íntegramente por la concesión a un operador privado .....	79
4.2.2.1	Necesidad de un socio con amplias capacidades técnicas o administrativas en operaciones de tipo “greenfield” .....	80
4.2.2.2	Necesidad de incrementar la eficiencia operacional y financiera, al tiempo de reducir gastos para el sector público, en operaciones de tipo “brownfield” .....	80
4.2.2.3	Necesidad de desarrollar un sistema de metro, sin que involucre crecimiento de la burocracia estatal, y reduciendo las inversiones y financiamiento del sector público .....	81
4.2.3	Líneas individuales concesionadas a un operador privado.....	82
4.2.4	Operadores de los sistemas y líneas de metro de América Latina .....	83
4.3	ESTUDIO ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO DE LOS SISTEMAS DE METRO EN AMÉRICA LATINA .....	84
4.3.1	Parámetros físicos y del servicio provisto .....	89
4.3.2	Parámetros de demanda y datos financieros .....	92
4.4	COMPARATIVA DE LOS SISTEMAS DE METRO DE AMÉRICA LATINA FRENTE A LOS DE OTRAS REGIONES DEL MUNDO.....	106
4.4.1	Pasajeros por longitud de red .....	108
4.4.2	Índice de cobertura y porcentaje de ingresos no tarifarios .....	111
4.4.3	Valor de la tarifa o precios del pasaje frente al SMV .....	114
5	ESTUDIO DE LAS CONCESIONES DE METRO EN AMÉRICA LATINA Y FACTORES DE ÉXITO Y FRACASO.....	117
5.1	CONCESIONES DE METRO EN AMÉRICA LATINA.....	117
5.2	CONCESIONES DE TIPOLOGÍA EOT (EQUIP – OPERATE – TRANSFER) FRENTE A CONCESIONES DE TIPOLOGÍA DFBOT (DESIGN – FINANCE – BUILD – OPERATE – TRANSFER) EN LA REGIÓN DE LATINOAMÉRICA .....	119
5.2.1	Concesiones de Tipología EOT (Equip – Operate – Transfer).....	120

5.2.1.1	Metro de Lima, Línea 1 .....	120
5.2.1.2	Metro de Sao Paulo, Línea 4 .....	123
5.2.1.3	Metro de Río de Janeiro, todas las líneas.....	125
5.2.2	Concesiones de Tipología DFBOT (Design – Finance – Build – Operate – Transfer) .....	128
5.2.2.1	Metro de Lima, Línea 2 y tramo de Línea 4.....	129
5.2.2.2	Metro de Sao Paulo, Línea 6 .....	133
5.2.2.3	Metro de Salvador de Bahía.....	136
5.2.2.4	Tren Urbano de San Juan de Puerto Rico .....	140
5.3	DIFERENCIAS ENTRE CONCESIONES DE TIPOLOGÍA EOT (EQUIP – OPERATE – TRANSFER) Y LAS DFBOT (DESIGN – FINANCE – BUILD – OPERATE – TRANSFER), Y FACTORES DE ÉXITO O FRACASO .....	144
6	APRENDIZAJES PARA DESARROLLAR UN MODELO DE CONCESIÓN EXITOSO Y PROPUESTA DE UN CASO PRÁCTICO.....	148
6.1	PROPUESTA DE UN MODELO DE CONCESIÓN, EN BASE A LAS LECCIONES APRENDIDAS EN LA INVESTIGACIÓN.....	148
6.1.1	DISEÑOS .....	149
6.1.2	FINANCIAMIENTO .....	151
6.1.3	CONSTRUCCIÓN Y EQUIPAMIENTOS .....	152
6.1.4	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	153
6.2	PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE ANÁLISIS.....	154
6.3	CASO DE APLICACIÓN PRÁCTICA PARA EL MODELO DE CONCESIÓN PROPUESTO: EL METRO DE QUITO .....	156
6.3.1	Historia y descripción.....	156
6.3.2	Las Proyecciones Del Metro De Quito A Corto Plazo.....	160
6.3.3	Estudio De Alternativas A Mediano Y Largo Plazo .....	164

6.3.4	Perspectivas para el Metro de Quito una vez que el contrato de operación culmine .....	167
6.3.4.1	Las condiciones de la administración pública de Ecuador.....	167
6.3.4.2	Posibilidades de expansión de la red del Metro de Quito.....	168
6.3.5	Propuesta de modelo de concesión aplicado a la ciudad de Quito .....	169
7	CONCLUSIONES, APORTES DE LA INVESTIGACIÓN Y FUTURAS LÍNEAS .....	174
7.1	CONCLUSIONES .....	174
7.2	APORTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	179
7.3	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN .....	180
8	BIBLIOGRAFÍA .....	181

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS

## ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Flujograma de disposición de la información. ....	13
Ilustración 2:Empresas participantes en un proyecto de metro con áreas de negocios a las que pertenecen. . ....	20
Ilustración 3: Km de la red y número de estaciones en cada sistema de metro de América Latina. . ....	90
Ilustración 4: Comparación del tamaño de la flota (número de vagones) frente a la antigüedad media (en años). . ....	91
Ilustración 5: Demanda anual de los sistemas de metro de América Latina. . ....	94
Ilustración 6:Porcentajes de viajeros con pago de tarifa completa y con pago de tarifa reducida o exentos de pago en los sistemas de metro de América Latina: .....	95
Ilustración 7: Coeficiente de cobertura y porcentual de ingresos no tarifarios para los sistemas de metro de América Latina. Fuente: .....	99
Ilustración 8: Gastos de explotación por número de viajeros y por kilómetros recorridos. ....	102
Ilustración 9: Relación de plantilla de trabajadores por millón de viajeros transportados. ....	103
Ilustración 10: Pasajeros Anuales por Longitud de Red para sistemas de metro seleccionados. ....	110
Ilustración 11: Estaciones de la Línea 1 del Metro de Quito. . ....	158

## TABLAS

Tabla 1: Comparativo de las tipologías de niveles de gobierno y los efectos en las eficiencias que pueden tener cada uno en las variables citadas. ....	33
Tabla 2: Comparativa del nivel de experiencia del promotor del proyecto frente a los grados de libertad y la confianza en su autogestión. ....	36
Tabla 3: Modelos contractuales acorde a las etapas de enfoque del contrato.....	63
Tabla 4: Modelos estratégicos contractuales acorde a las etapas del proyecto y la participación de los actores. Ajuste para líneas y sistemas de metro en América Latina. ....	66
Tabla 5: Modelos estratégicos de contratación ajustados para metros en América Latina y los factores de definición del modelo contractual.. ....	70
Tabla 6: Comparación entre sistemas férreos: tranvías, metros y trenes de cercanías. . ....	73
Tabla 7: Listado de sistemas de metro por ciudad y año de inauguración.....	76
Tabla 8: Lista de nuevos sistemas de metro en construcción en América Latina.....	77
Tabla 9: Listado de sistemas de metros en América Latina con sus promotores o propietarios y operadores concesionados cuando corresponda... ....	84
Tabla 10: Fuentes de datos de los sistemas de metro en ciudades de América Latina. . ....	88
Tabla 11: Cifras sobre parámetros físicos y servicio generado de cada sistema de metro. ....	89
Tabla 12: Demanda de cada sistema de metro y cifras de pasajeros con pago tarifa completa y con tarifa reducida o exentos de pago.. ....	92
Tabla 13: Datos sobre subvenciones a la explotación en los sistemas de metro de América Latina.. ....	96
Tabla 14: Datos de Coeficiente de cobertura y de la ratio de Ingresos no tarifarios frente a gastos de explotación... ....	98
Tabla 15: Análisis de correlación estadística entre coeficiente de cobertura y porcentual de ingresos no tarifarios .....	100

Tabla 16: Datos de parámetros de Gastos de explotación frente a número de viajeros, frente a kilómetros recorridos y ratio de plantilla de empleados por cada millón de pasajeros.....	101
Tabla 17: Correlación estadística entre gastos de explotación por número de viajeros y gastos de explotación por kilómetros recorridos.....	102
Tabla 18: Correlación estadística entre gastos de explotación por número de viajeros y plantilla por millón de viajeros.....	103
Tabla 19: Correlación estadística entre el coeficiente de cobertura frente a los gastos de explotación por número de viajeros..	104
Tabla 20: Correlación estadística entre el coeficiente de cobertura frente a los gastos de explotación por kilómetros recorridos.....	104
Tabla 21: Correlación estadística entre el coeficiente de cobertura, frente a la plantilla por millón de viajeros..	105
Tabla 22: Listado de Metros por regiones con nombre comercial, empresa propietaria y fuentes de información.....	107
Tabla 23: Pasajeros por Longitud de Red para sistemas de metro seleccionados.....	109
Tabla 24: Índice de cobertura y porcentaje de ingresos no tarifarios para sistemas de metro seleccionados.....	113
Tabla 25: Porcentaje del salario mínimo vital (SMV) necesario para pagar 100 boletos para sistemas de metro seleccionados, a precios de dólares de 2014.....	116
Tabla 26: Base de datos de concesiones de sistemas de Metro en Latinoamérica..	118
Tabla 27: Listado de concesiones de tipo Equip - Operate - Transfer en Latinoamérica .....	120
Tabla 28: Concesiones EOT, resultados de la concesión para las partes y usuarios, y fuentes bibliográficas.....	127
Tabla 29: Concesiones DBFOT en Latinoamérica..	129
Tabla 30: Concesiones DFBOT, resultados de la concesión para las partes y usuarios, y fuentes bibliográficas.....	143
Tabla 31: Etapas del Desarrollo de la Línea 1 del Metro de Quito, actores y tipos de contratos..	165

## GLOSARIO INTERNACIONAL

Se presenta un glosario internacional que aporta en el conocimiento del mundo de desarrollo de sistemas de metros, tanto a nivel de ingeniería como de temas contractuales. Aun siendo que se habla la misma lengua, en muchos casos el entorno de la región de América Latina no usa la misma terminología que en la península ibérica.

ESPAÑA	AMÉRICA LATINA
Obra	Proyecto
Proyectos	Diseños de ingeniería, estudios de ingeniería
UTE	Consortio, asociación de empresas
Coches	Vagones (Mex, Col, Ecu, Pan, Chi) Carros (Mex, Bra)
Dirección facultativa	Fiscalización de obra, Interventoría
Ingeniería de caminos canales y puertos	Ingeniería civil
Tren de cercanías	Trenes suburbanos
Gestoría	Administración
Cuentas anuales	Balances financieros
Cuenta de pérdidas y ganancias	Estado de resultados
Inmovilizado material	Activos Fijos
Consejero Delegado	Presidente Ejecutivo / Gerente General / CEO
Presidente del Consejo de Administración	Presidente del Directorio/Chairman
Estudio de viabilidad	Estudio de factibilidad
Pliego de Prescripciones Técnicas	Términos de Referencia
Pliego de Prescripciones Administrativas	Pliegos
Carril	Riel
Material Móvil	Material Rodante
Aparato de vía	Cambiavías

*Nuestra recompensa se encuentra en el  
esfuerzo y no en el resultado.  
Un esfuerzo total es una victoria completa  
(Mahatma Gandhi)*

# **1 PRESENTACIÓN**

Este primer capítulo presenta los antecedentes que llevaron a la realización de la tesis doctoral, una introducción sobre la temática, y la justificación e importancia del estudio.

## **1.1 ANTECEDENTES**

El presente documento recoge la memoria de la investigación doctoral del alumno Efraín Alfredo Bastidas Zelaya para la obtención de la titulación de Doctor en infraestructuras de Transporte en la Universidad Politécnica de Valencia.

A lo largo de su vida académica y en el ejercicio de su profesión, Efraín Bastidas cuenta con la particularidad de que ha entrelazado la actividad técnica de ingeniería con las ciencias administrativas, de manera especial al haber trabajado por cuatro años en el desarrollo del entonces incipiente proyecto de la Línea 1 del Metro de Quito, donde participó como Gerente de Material Rodante e Instalaciones, conjugando tecnología y administración, y después en calidad de Gerente General de este sistema, llevándolo a la operación. Lo propio en el ámbito académico, pues ha dictado cursos de gerencia y administración de transporte en postgrados en varias universidades ecuatorianas y ha escrito artículos de investigación sobre la administración del transporte

Es por ello, que la temática de las concesiones ferroviarias despertó de forma particular un fuerte interés de investigación, más aún, cuando descubre que en su país Ecuador no existen virtualmente ningún tipo de estudios sobre concesiones ferroviarias y que incluso, en toda Latinoamérica son muy pocos los estudios que recogen estos casos de concesiones ferroviarias urbanas. Más adelante, al participar como presentador en Colombia, exponiendo una investigación sobre las buenas prácticas para concesiones ferroviarias, encuentra que el caso del Metro de Bogotá presenta gigantescas interrogantes a sus propios funcionarios y a la población en general. Similares casos le

sucedan en viajes a Perú y a Centroamérica, con muestras de que en la región muy poco se ha estudiado sobre el tema.

Esta carencia de investigaciones en Latinoamérica brinda a Efraín Bastidas un enorme aliciente para abordar el tema de las concesiones ferroviarias urbanas en Latinoamérica, por ser una forma de aportar en el descubrimiento, registro y análisis de lo que han sido las buenas y malas prácticas concesionales y las conclusiones que se pueden generar para futuros modelos concesionales, que cuenten con una planificación apropiada.

## **1.2 INTRODUCCIÓN**

El concepto de concesión tiene muchas acepciones dependiendo de los entornos y las regiones donde se lo use. El diccionario del español jurídico de la Real Academia de la Lengua define este concepto de la siguiente manera: “Acto administrativo que implica el otorgamiento del derecho de explotación o gestión, por un período determinado, de bienes y servicios por parte de una administración pública o empresa a otra, generalmente privada” (Diccionario del español Jurídico - RAE, 2020).

Sin embargo, no se trata de un concepto único o acotado sobre un específico tema, pues este mismo diccionario cita 22 diferentes subtemas vinculados a concesión. En otras obras jurídicas se mencionan largos tratados sobre diversos formatos de concesiones. La Unión Europea define a su vez una concesión como “un tipo de asociación entre el sector público y una empresa, por lo general privada, que ha demostrado su capacidad de valor añadido en la ejecución de obras o en la provisión y administración de servicios” (European Commission, 2016) y busca zanjar la diferencia entre lo que es una concesión y aquellas actividades que no lo son, estableciendo tipologías de contratos o actividades entre el sector público y privado que no quedan abarcadas por la definición de concesión

El otro concepto que está muy fuertemente relacionado es el de las Asociaciones Público-Privadas, el cual dependiendo de la legislación de cada país o región puede comprender el mismo ámbito de acción, o que las concesiones sean un tipo de Asociación Público-Privada. En el caso de la definición de la Comisión Europea, esta establece que “Las concesiones que involucran socios privados son una forma de

Asociación Público-Privada. Si bien las APP nunca se han definido en la legislación de contratación pública de la Unión Europea, generalmente se entiende que son una cooperación entre una autoridad pública y un socio privado, donde esta última conlleva riesgos que tradicionalmente son asumidos por el sector público y a menudo contribuye a la financiación del proyecto” (European Commission, 2014).

La revisión de la bibliografía muestra que los conceptos de “Concesión” y de “Asociación Pública-Privada” pueden tener muchas acepciones en diferentes entornos legales y así mismo pueden ser muy ambiguos si es que no existe un claro marco que defina su espacio de acción. Es por ello por lo que, en el tercer capítulo de este documento, se tratará de manera profunda lo que involucra cada uno de ellos, tanto en sus participantes, como en las actividades, responsabilidades y riesgos que asume cada uno de ellos.

Por temas de terminología a utilizarse a lo largo de este documento, se mencionarán los dos conceptos en principio de forma genérica, y luego conforme se profundice en el estudio de las tipologías de concesiones y asociaciones público-privadas estableciendo las características, parámetros y diferencias de cada una de ellas, se expresará de forma más específica el formato o tipo de concesión que se estén utilizando.

En cuanto al equilibrio concesional, entendiendo que en las concesiones que se analizarán a lo largo del trabajo, participan de forma conjunta tanto el sector público como el privado, conviene primero definir cuáles son los objetivos que persiguen tanto la administración pública como la privada. En el caso de las administraciones públicas, según Morejón (2016) “estas son organizaciones a las que les corresponde la satisfacción de los intereses generales de sus respectivas colectividades”, mientras que la misma autora identifica que el objetivo central de la administración privada es la generación de lucro o rentabilidad sobre la inversión y empresa desarrollada (Morejón, 2016).

Con ello se puede ver que el objetivo central del promotor de un proyecto de metro (administración pública) no será el mismo que el del concesionario (administración privada). Más sin embargo sus posturas pueden encontrarse a medio camino en el accionar de un proyecto de metro, toda vez que por un lado la entidad pública quiere ofrecer un buen servicio a sus ciudadanos al tiempo que se da un buen cuidado de los

fondos públicos, así como de los activos, mientras que la empresa privada, el concesionario, busca retorno financiero mediante un trabajo prolijo y eficiente. Es entonces ahí donde surge la aplicación del concepto de equilibrio concesional, entendiéndose que en una concesión que otorgue la administración pública a un privado, un verdadero equilibrio concesional se logrará si se cumplen las perspectivas tanto del público como el privado, expresados bajo los siguientes conceptos:

#### ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

- Lograr una buena calidad de servicio a los ciudadanos, a los pasajeros del sistema de metro, visto desde variables específicas o parámetros capaces de ser medidos, como lo son cumplimiento de horarios, regularidad en las frecuencias, limpieza y seguridad de instalaciones, disposición de información al viajero, entre otras.
- Conservación de los bienes públicos que componen el sistema de metro, estaciones, túneles o viaductos con rieles, equipamientos electromecánicos y de telecomunicaciones y control, cocheras y talleres de mantenimiento. Dicha conservación debe darse mediante un manejo en condiciones de seguridad idóneas y el apropiado mantenimiento.
- Manejo ambiental responsable

#### EMPRESA PRIVADA

- Lograr el esperado retorno financiero sobre la inversión, cumpliendo así con las estrategias de los accionistas.
- Mantener y hacer crecer la reputación de la empresa privada, de cara a los stakeholders o grupos de interés.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO**

El fenómeno de urbanización y concentración de la población en las grandes ciudades y áreas metropolitanas ha llevado a que el transporte público tenga un peso sustancial en la dinámica de las urbes, y dentro de las diversas soluciones modales de transporte público los ferrocarriles metropolitanos urbanos, comúnmente llamados metros,

facilitan la realización de muchos viajes que se producen en las grandes ciudades. Estudios citan que los 10 sistemas de metros más grandes del mundo transportaron más de 22,000 millones de pasajeros en el 2013, equivalente a tres veces la población mundial (Brage-Ardao et al., 2015).

Las grandes ciudades latinoamericanas no han escapado al auge de los sistemas de metro, empezando por Buenos Aires que montó su primera línea del subterráneo en 1913, y para las décadas de los años 60s, 70s y 80s algunas ciudades brasileñas, mexicanas, venezolanas, chilenas y una colombiana se sumaron al grupo de ciudades que cuentan con líneas de metro. La mayoría de esas líneas tuvieron adopción masiva por parte de la población, y hoy funcionan con altas demandas de pasajeros. Los sistemas de metro en América Latina con mayor carga de pasajeros son el Metro de México con 5,5 millones de pasajeros al día, Metro de Sao Paulo con similar cifra, y el Metro de Santiago en Chile con 2,3 millones de pasajeros al día (ALAMYS, 2013; Metro de México, 2015a).

Si bien es cierto que hasta los años ochenta varias ciudades de América Latina habían construido líneas de metro, la crisis económica que vivió la región en esa misma década (conocida como la “década perdida”) paralizó la construcción de nuevas líneas de metro para evitar incurrir en grandes deudas de largo plazo. Se buscaron soluciones alternas y una de ellas fue la construcción de sistemas de Bus Rapid Transit (BRT), que surgieron en Curitiba, seguidos por sistemas en Quito (Trolebús de Quito) y Bogotá (Transmilenio)(Pardo, 2009).

A pesar de que a finales de los años noventa e inicios del nuevo milenio hubo un boom por la construcción de sistemas en América Latina, los recurrentes problemas de que han adolecido varios de esos sistemas (Hidalgo & Graftieaux, 2008) llevaron a que se pierda motivación por apuntar a los BRTs como solución única en la región, y la mirada retornó hacia los sistemas de metro, una vez las crisis económicas habían menguado en la región. En los últimos 12 años, nuevas ciudades se han sumado al que hasta entonces era un selecto grupo de urbes que contaban con metros en América Latina. Entre ellas están Santo Domingo, Panamá, Lima y Quito, que ya han construido su primera línea de

metro, y algunas de estas ciudades ya empezaron la construcción de su segunda y hasta tercera línea de metro.

Cada una de estas ciudades escogió un diferente modelo estratégico de construcción y gestión para sus ferrocarriles urbanos metropolitanos, y aunque el objetivo final es entregar un servicio de transporte masivo de tipo metro a sus pobladores, los caminos escogidos a nivel de diseño, financiamiento, construcción y operación han sido completamente diferentes.

A la amplia diversidad de tipologías estratégicas para abordar el desarrollo y gestión de un proyecto de metro, se suma la variabilidad que existe en cuanto a niveles de inversión que conlleva la construcción de una línea de metro, y es así que de una muestra de más de 40 proyectos a nivel mundial se encontró que cada kilómetro de metro oscilaba entre 50 a 150 millones de dólares (Flyvbjerg et al., 2008), lo cual lleva a enormes montos de inversión para cada nueva línea de metro que se construye, en el orden de miles de millones de dólares, pero con una alta desviación estándar en los datos de precio por kilómetro. A esa complejidad constructiva y de montos de financiamiento para proyectos de metro, hay que adicionar la tendencia de sobrecostes por encima del presupuesto inicial de la obra. Concretamente en el caso de los proyectos férreos, se cita un promedio de 45% por encima del presupuesto (Flyvbjerg, 2007). Las causas primordiales en el 70% a 75% de los casos estaban relacionadas con pobres o ineficientes diseños, retrasos en la construcción, inadecuado financiamiento y falta de coordinación entre las empresas o actores involucrados en el desarrollo del proyecto (Cantarelli et al., 2010); es decir, en últimas instancias, esos sobrecostes corresponden a factores resultantes de la buena o mala selección de los modelos estratégicos de diseño, procura, construcción y administración de la obra.

Ya finalizada la construcción de la obra de metro, la etapa de operación y mantenimiento también presenta grandes desafíos, especialmente en cuanto a su sostenibilidad financiera. Según datos recopilados por la Asociación Latinoamericana de Metros y Subterráneos-ALAMYS, únicamente 5 sistemas de metro en la región tienen un coeficiente de cobertura de 100%, esto quiere decir que sus ingresos operativos equiparan a los egresos operacionales (ALAMYS, 2013), mientras que para el caso de los

otros 16 operadores afiliados a esta asociación, se presentan déficits financieros a nivel de operación, los cuales deben ser cubiertos mediante subsidios o asignaciones presupuestarias especiales, lo que en último resultado puede convertirse en una pesada carga económica para las finanzas de una ciudad. Todo ello muestra el peso que tiene la decisión por seleccionar la estrategia más apropiada para diseño, construcción y operación de una línea de metro.

Ante estas complejidades, muchas veces las administraciones públicas plantean como solución el desarrollo de una concesión o una asociación público-privada con el objetivo de atraer financiamiento y experiencia del sector privado, así como lograr eficiencias propias de los privados, al tiempo que permite que el sector público se apalanque para el desarrollo de los proyectos.

La revisión de los registros históricos de los resultados financieros y operativos de las concesiones de metro nos muestra que no toda concesión termina en buen puerto. Es así que si bien es cierto existen algunas muy exitosas, que han dejado satisfacción financiera al concesionario a la par que buen manejo administrativo y apropiados estándares de calidad para el promotor de la obra o quien concede y buenos niveles de servicio para los usuarios, por otro lado han existido concesiones muy insatisfactorias para las partes, incluyendo algunas en donde no se han terminado las obras ferroviarias o el concesionario ha abandonado sus operaciones o por razones legales ha sido obligado a retirarse de la concesión. Esta variabilidad en procedimientos y resultados muestra que la planificación de una concesión pasa por delicados ajustes de variables y condiciones contractuales que deben ser apropiadamente estipulados.

Finalmente, es necesario puntualizar que hay muy pocos estudios sobre los modelos concesionales de metros en América Latina, en parte porque la región estuvo muy dedicada a la construcción de BRTs (como ya se mencionó anteriormente), y en parte porque las concesiones de obras civiles de grandes montos de inversión no han sido utilizadas de manera frecuente por los gobiernos de la región, sino hasta recién en las últimas dos décadas.

En la presente tesis se pretende realizar, en primera instancia, un estudio teórico sobre la temática y luego, un análisis sobre las concesiones de metro en América Latina con

aquellos casos de éxito, así como de fracaso, identificando las características que definieron el proceder de esas concesiones, y generando un modelo de actuación con las recomendaciones fundamentales para la apropiada estructuración de un proceso concesional de metro en la región.

## **2 DEFINICIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

En este capítulo se presentan los objetivos e hipótesis de la investigación y se plantea la metodología según la cual se abordará el trabajo para alcanzar esos objetivos y corroborar la hipótesis planteada. Como último elemento de este capítulo, se presenta una descripción de la estructura completa sobre la investigación doctoral y la memoria que la recoge.

### **2.1 OBJETIVOS**

El trabajo de investigación presente recoge un gran objetivo general, el cual a su vez convoca una serie de objetivos específicos que apoyan en alcanzar la visión planteada en el objetivo principal.

#### **2.1.1 Objetivo Principal**

Como se mencionó en el primer capítulo de este documento, en Latinoamérica hay muy pocos estudios que aborden el tema de las concesiones para ferrocarriles metropolitanos urbanos o metros de tal forma que se vuelve imprescindible mediante esta investigación generar aportes sobre el conocimiento de los modelos concesionales de metro en América Latina, enfocándose a la obtención de guías sobre el equilibrio concesional, es decir, aquella condición contractual y de operación que permite la satisfacción tanto del promotor o dueño de la operación de metro, como por parte del concesionario.

#### **2.1.2 Objetivos Específicos**

Para la consecución del objetivo principal es necesario completar los siguientes objetivos específicos:

- Caracterizar los diferentes modelos de concesiones ferroviarias que existen a nivel mundial.

- Estudiar las tipologías y mecanismos de financiamiento de las infraestructuras de ferrocarriles metropolitanos urbanos a las cuales se pueden acceder en la región de América Latina.
- Desarrollar un estudio recopilatorio detallado de las condiciones de operación en los metros de América Latina con el fin de generar un análisis que permita encontrar las diferencias en variables de operación con los metros de otras regiones del mundo.
- Estudiar que tanta importancia tiene el ámbito de la sostenibilidad financiera de una obra de metro en Latinoamérica y como se aborda la cuestión de cubrir las inversiones y gastos en bienes de capital<sup>1</sup> (CAPEX) y en gastos de operación (OPEX).
- Compilar información sobre los casos de concesiones de metros en Latinoamérica agrupándolos según los modelos concesionales que se han encontrado a nivel mundial.
- Encontrar las variables y factores que llevan al éxito o al fracaso de las concesiones de metro en Latinoamérica.
- Plantear una propuesta teórica de un modelo de concesión óptimo para el Metro de Quito

## 2.2 HIPÓTESIS

El planteamiento de la hipótesis para esta investigación pasa por dos grandes complejidades que deben ser abordadas, la primera respecto a la problemática de que el equilibrio concesional es de por sí bastante difícil de obtener, pues supone cumplimiento de objetivos operativos y de niveles de servicio para el promotor de la obra, al tiempo que satisfacción económica para el operador o concesionario. La segunda complejidad estriba en que el análisis para Latinoamérica es todavía más difícil, toda vez que hay muy pocos estudios sobre concesiones en la región, con algunos casos

---

<sup>1</sup> A las inversiones y gastos en bienes de capital en el ámbito anglosajón se les suele denominar con las siglas de CAPEX por *Capital Expenditures* y a los gastos de operación se les suele denominar OPEX por *Operational Expenditures*. Esa terminología es muy utilizada en el mundo de las finanzas y en Latinoamérica en el sector público cuando se analizan inversiones.

puntuales evaluando lo sucedido en una u otra ciudad y ninguno de ellos abordando un comparativo o análisis de las concesiones de metro de forma sistémica en la región.

A pesar de estas dificultades como punto de partida, el proceso investigativo empuja a la búsqueda de las causas raizales de éxitos o fracasos en las concesiones de metro. Por tanto, se definirá la hipótesis de esta investigación de la siguiente forma: “Es posible identificar las variables y dimensiones de análisis que expliquen cómo se logra el equilibrio concesional en las operaciones de ferrocarriles urbanos metropolitanos en Latinoamérica”.

## **2.3 METODOLOGÍA**

Por la naturaleza de esta investigación, el principal método de recopilación de información será por fuentes bibliográficas, tanto de artículos científicos publicados en revistas indexadas, como de reportes o registros de los procesos de construcción, operación y concesión de líneas de metro generados por los siguientes actores:

- Los propios operadores de metro, en sus reportes corporativos anuales o informes de gestión.
- Por asociaciones gremiales de metros y subterráneos que realizan estudios comparativos en el mundo de los metros, como son ALAMYS (Asociación Latinoamericana de Metros y Subterráneos), y COMET (Community of Metros Benchmarking Group).
- Por entidades que realizan estudios y análisis de concesiones y asociaciones público – privadas, como la European Commission y el International Monetary Fund.
- Finalmente, por la banca multilateral de desarrollo, en especial por parte del Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo y la CAF – Banco de Desarrollo de América Latina.

La información recopilada desde estas cuatro tipologías de fuentes ha sido trabajada en dos grandes partes, expuestas a continuación:

- la primera concerniente al estado del arte, donde se han tomado datos, criterios y análisis para generar la base teórica sobre la que se soporta la información.
- Y la segunda parte es más bien relativa a los datos de la configuración de los sistemas de metro, así como la información sobre operación y administración de los sistemas de metro, en donde toda esta información es utilizada como base para cálculos comparativos directos entre los sistemas de metro o a su vez para la generación de ratios o variables que permitan la comparación de sistemas.

Los dos ámbitos de trabajo de la información han permitido que se desarrollen los cuatro grandes cuerpos de la investigación y de la memoria del trabajo desarrollado, que son los siguientes que corresponden:

- Estado del Arte
- Estudio descriptivo y comparativo de las líneas de metro en América Latina
- Estudio de concesiones en América Latina
- Caso de estudio de un modelo óptimo de concesión

A su vez, el primer cuerpo del estudio del arte es también fuente de información tanto para el estudio descriptivo y comparativo de las líneas de metro en América Latina, para el estudio de concesiones en la región, y para el caso de estudio de un modelo óptimo de concesión. También la información del estudio descriptivo y comparativo de líneas de metro de la región fue utilizada tanto para ajustar detalles sobre el estudio de concesiones en América Latina.

Finalmente, los 4 grandes cuerpos de estudio que se han mencionado participan en poder cubrir tanto el objetivo general, como los otros seis objetivos específicos que se han indicado en la presentación de objetivos

En la ilustración #1 que se presenta a continuación se detalla un flujograma que muestra cómo se ha usado la información:

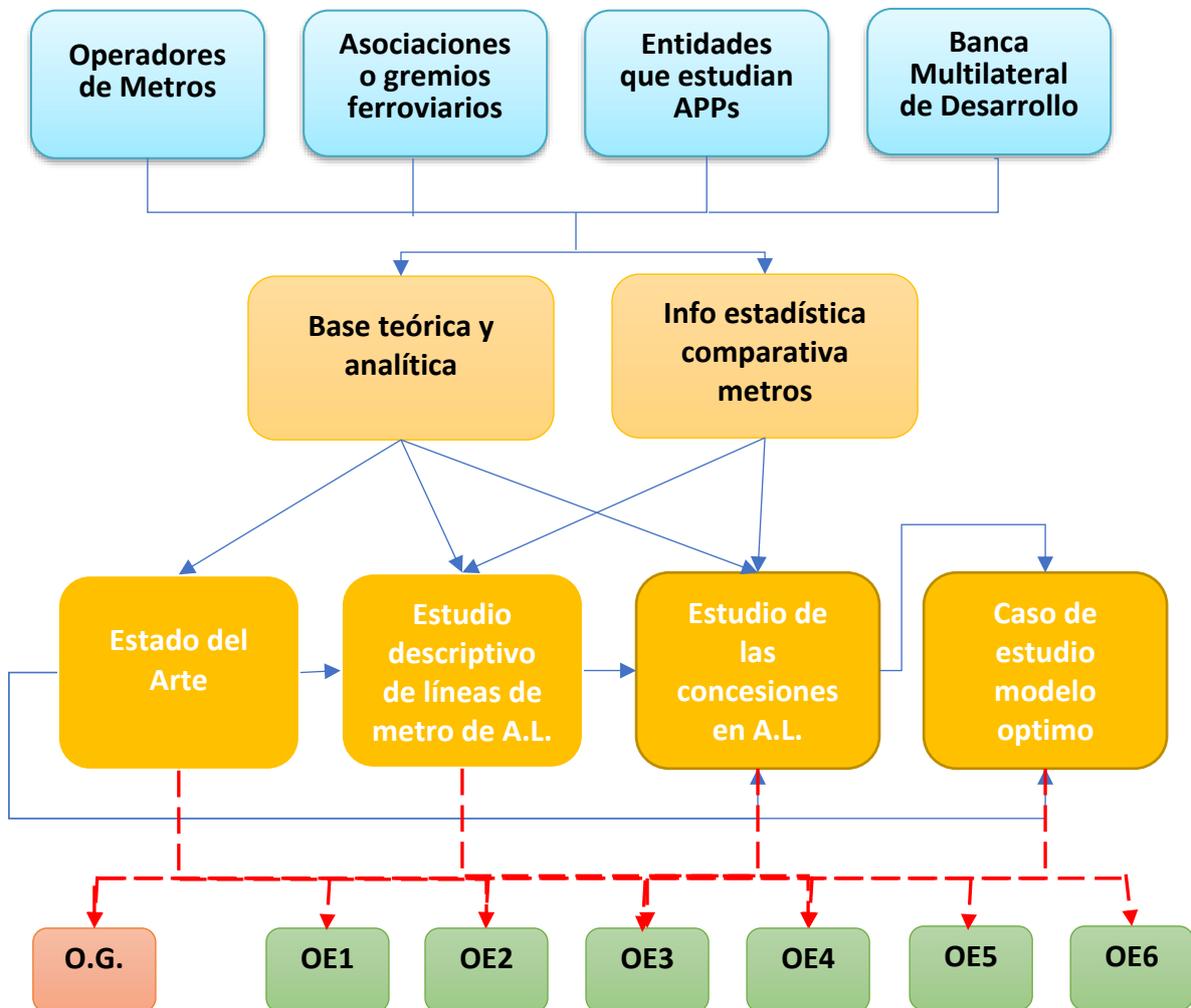


Ilustración 1: Flujo de disposición de la información. Fuente: elaboración propia

## 2.4 EXPLICACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACIÓN Y DE LA MEMORIA

Esta investigación sobre concesiones de ferrocarriles urbanos en América Latina ha involucrado diversas facetas de trabajo académico y profesional a lo largo de varios años, que no siempre es posible resumir en un documento como esta memoria de la tesis. Sin embargo, se ha tratado de desarrollar un proceso coherente y una estructura que progresivamente muestre la evolución en el estudio.

En el **capítulo uno** se realiza la presentación de la tesis, exponiendo las razones que llevaron al investigador a escoger la temática, explicando de qué se habla cuando se trata sobre concesiones y exponiendo la importancia y complejidades que tiene el mundo de las concesiones de ferrocarriles metropolitanos urbanos, de manera especial en América Latina.

En el **capítulo dos** se presentan los elementos con los cuales se define y acota la investigación, desde los objetivos planteados, pasando por la hipótesis, la metodología que ha sido utilizada y finalmente la estructura que tiene la memoria de la tesis.

En el **capítulo tres** se expone el “estado del arte” relativo a los elementos de desarrollo y gestión de un proyecto de metro o ferrocarril urbano metropolitano, partiendo desde cómo son las fases de planificación y ejecución de un proyecto de metro, continuando por la convocatoria y tipología de empresas que participan en uno de estos proyectos, luego un análisis sobre la propiedad y administración del proyecto según el nivel del gobierno público encargado del metro, para seguir con un análisis de la gestión del riesgo, luego los modelos y mecanismos de financiamiento para proyectos de metro, y finalmente los modelos estratégicos de contratación para el diseño, construcción y operación de un proyecto de metro.

En el **capítulo cuatro** se presenta un análisis detallado sobre las líneas de metro de América Latina, partiendo por un estudio estadístico descriptivo de los sistemas de metro en la región, para proseguir con una comparativa de los metros de América Latina frente a otras regiones del mundo, y finalmente revisar aquellos factores preponderantes presentes en los sistemas de metros en América Latina.

El **capítulo cinco** contiene un estudio de las concesiones de metro en América Latina y los factores de éxito y fracaso en las mismas. Se parte por revisar las concesiones que han existido en la región en ámbitos de ferrocarriles metropolitanos urbanos, y la comparación entre los modelos predominantes de concesiones.

En el **capítulo seis** se presenta una propuesta teórica de un modelo de concesión óptimo como una aplicación práctica de la investigación, recogiendo los resultados de esta. Un caso específico que se trata es el del plan de expansión para el Metro de Quito.

El **capítulo siete** contiene las conclusiones del trabajo, los aportes de la investigación y las futuras líneas de investigación.

En el **capítulo ocho** se incluyen las referencias bibliográficas que fueron utilizadas en el trabajo.

### **3 ESTUDIO ANALÍTICO DEL MARCO CONCEPTUAL: ELEMENTOS DEL DESARROLLO Y GESTIÓN DE UN PROYECTO DE METRO**

Para comprender los procesos y variables que intervienen en los modelos concesionales del transporte ferroviario metropolitano urbano (también designado con la palabra acortada “metro”, la cual tiene un uso extendido tanto a nivel de la población en general como de los ingenieros y técnicos) en América Latina, es necesario remitirse primeramente a la comprensión de los diferentes elementos que afectan el desarrollo de los proyectos de metro, y su posterior puesta en marcha, operación y gestión. Con el apoyo de la bibliografía, en este capítulo se exponen de forma descriptiva esos elementos que afectan el desarrollo y gestión de un proyecto de Metro.

#### **3.1 CICLO DE VIDA Y ETAPAS DE LOS PROYECTOS DE METRO**

En el análisis de la estrategia de desarrollo de un proyecto se debe considerar que existen varias etapas sucesivas que son parte del ciclo de vida del proyecto. Los proyectos de infraestructuras de transporte tienen ciclos de vida finitos y de relativamente fácil predicción, pues se conoce el alcance del proyecto, el tiempo y el costo requerido para lograr dicho alcance. Según la Guía del PMBOK®, la biblia de planificación y administración de proyectos, las fases que componen un proyecto con ciclo de vida predictivo son las siguientes (Project Management Institute, 2013):

1. Requisitos
2. Factibilidad
3. Planificación
4. Diseño
5. Construcción
6. Pruebas
7. Entrega.

Otros autores definen de manera más concreta los proyectos en tres grandes etapas o fases (Cosio, 2011):

1. Pre-inversión, que incluye la prefactibilidad, factibilidad y el diseño
2. Inversión o ejecución, y
3. Operación.

Aun cuando muchas veces los conceptos son similares, para evitar confusiones en cuanto a los términos utilizados, y para poder adaptarlo a los proyectos específicos de transporte, a lo largo de este documento se identificarán esas tres macro etapas de un proyecto de metro ajustando levemente su nomenclatura de tal manera que se presentará las macro etapas de desarrollo de un proyecto de metro así:

1. Estudios de ingeniería y diseños (incluyendo prefactibilidad, factibilidad y diseños)
2. Construcción de obra civil y provisión de equipos electromecánicos
3. Gestión del servicio u operación

Esta última clasificación de las etapas del proyecto es bastante útil para el estudio de los proyectos de transporte ferroviario, pues los actores involucrados no suelen ser los mismos en las tres grandes etapas citadas.

Es así como en la primera macro etapa de los proyectos destacan muchas empresas o burós de consultoría de estudios y diseños de ingeniería, compuestas por equipos de ingenieros consultores que cubren esta primera etapa haciendo estudios de factibilidad y diseños ingenieriles. Ya para la segunda etapa correspondiente a la construcción de la obra y provisión de equipos, los especialistas en este ámbito son grandes empresas constructoras de obra civil, muchas de ellas estructuradas y funcionando como corporaciones multinacionales con departamentos especializados en la construcción de diversos tipos de infraestructuras. Finalmente, para la tercera etapa de operación existen empresas especializadas en gestión ferroviaria, concentradas en la puesta en marcha y administración del negocio de transporte, resaltando dentro de ellas los operadores de metros de otros países que buscan ganar contratos en nuevos mercados y las empresas que administran autopistas y otros sistemas con cobros de peajes.

En el ámbito del transporte de pasajeros en metros, la macro etapa que demanda un conocimiento más específico es la tercera gran etapa, la correspondiente a la operación de metros, pues esta exige experiencia tecnológica característica de esta tipología de transporte de pasajeros. La gestión del servicio u operación de metros no es una actividad donde puede incursionar cualquier empresa novata, pues requiere dominar una serie de aspectos técnicos propios a riesgo de graves complicaciones tecnológicas de operación que pueden llevar a pérdidas monetarias muy altas, o inclusive a poner en peligro la vida de los pasajeros.

En cualquier caso, es importante aclarar que hay algunas empresas de gran tamaño que están integradas verticalmente a lo largo de las tres macro etapas, de tal forma que son capaces de llevar un proyecto de transporte ferroviario desde los estudios de ingeniería, pasando por la construcción e incluso con otras subsidiarias propias o departamentos de trabajo dedicados a la operación de metros.

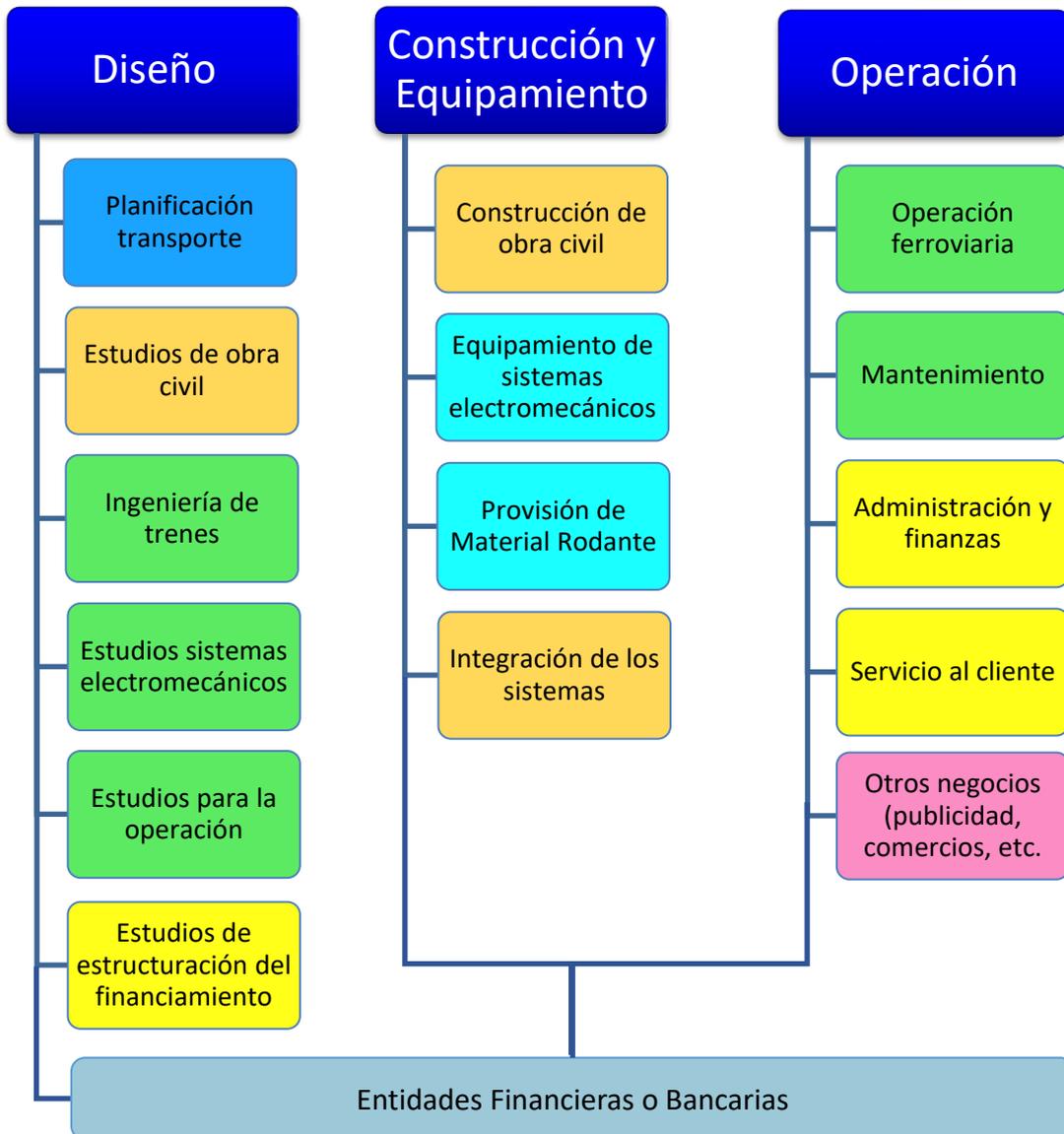
### **3.2 EMPRESAS CONCURRENTES EN UN PROYECTO DE METRO**

A lo largo de las macro etapas mencionadas en el numeral anterior, un proyecto de ferrocarril urbano metropolitano cuenta con la participación de varias empresas que colaboran sea en el desarrollo de estudios, como en la construcción y equipamiento o en la fase de operación. Es importante el análisis de estas empresas concurrentes por las características que tienen cada una de ellas y porque dentro del conjunto que representa el proyecto de metro desempeñan funciones muy diferentes e incluso separadas en ocasiones como compartimentos estancos, aunque para el público en general e incluso en ocasiones para las propias administraciones públicas promotoras, no hay una claridad sobre cuales son estas diferencias. El autor de esta tesis pudo corroborar que los técnicos o ingenieros de administración de transporte de la Municipalidad de Quito, con motivo de la construcción de la Línea 1 del Metro de Quito, confundían las actividades que cada una de las empresas podía desarrollar, y ya que los estudios de este proyecto los estaba haciendo Metro de Madrid, asumían con frecuencia que la propia empresa Metro de Madrid iba a construir la obra civil del Metro de Quito,

concepto absolutamente errado ya que Metro de Madrid no construye obras civiles de gran magnitud, es sólo un operador.

En la ilustración #2 se identifica las empresas que están directamente involucradas en un proyecto de metro. Se describe a continuación las actividades que realizan esas empresas:

- **PLANIFICACIÓN DE TRANSPORTE.** Son empresas que realizan estudios y modelado de demanda de pasajeros e integración de modos de transporte. Sus productos finales principales serán la identificación de los sectores donde deben ser ubicadas las estaciones de metro para servir al mayor número de ciudadanos, el pronóstico del número de pasajeros que moverá una línea o sistema de metro, y la distribución por estaciones de los pasajeros según horarios de alta y baja demanda. Pueden ser empresas del sector privado especializadas en el modelado de demanda de pasajeros o empresas públicas asociadas a las administraciones de transporte público.
- **ESTUDIOS DE OBRA CIVIL.** Caben dos tipologías principales de empresas: aquellas firmas independientes de consultoría e ingeniería dedicadas a estudios del área de obras civiles, o las filiales que dependen de grandes empresas constructoras o sus departamentos de estudios y diseño de ingeniería. En ambos casos, su especialidad es el análisis y diseño de la ingeniería civil y estructural, sin por ello ser expertos en operación ferroviaria o planificación del transporte. El resultado de estos estudios son los diseños de ingeniería de obras civiles, lo cual en España se suele denominar “el proyecto”
- **INGENIERÍA DE TRENES.** Este tipo de ingeniería también se puede denominar de material rodante o de material móvil. En este ámbito caben aquellos especialistas en el análisis de las características de los trenes requeridos para la operación de una línea de metro, así como en su composición y el cálculo del número de vagones necesarios. Existen diferentes alternativas de especialistas en el área de ingeniería de trenes: empresas privadas de estudios de ingeniería dedicadas a estos análisis, consultores independientes con amplias experiencias previas como gerentes o directores en empresas de metro, y los departamentos de consultoría de los propios operadores ferroviarios.



**Leyenda:**

- |   |   |
|---|---|
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #90EE90; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Operadores Ferroviarios    | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FFD700; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Constructoras            |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #00BFFF; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Expertos en modelado       | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #00FFFF; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Proveedores industriales |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FFFF00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Gestores de Administración | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FF69B4; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Comercio y Marketing     |

*Ilustración 2: Empresas participantes en un proyecto de metro con áreas de negocios a las que pertenecen. Fuente: Elaboración propia*

- ESTUDIOS DE SISTEMAS ELECTROMECAÑICOS. De forma similar al de la tipología anterior, los expertos en sistemas electromecánicos definen las características y cantidades necesarias de los sistemas electromecánicos y ferroviarios que son necesarios para la buena operación de una línea de metro. Entre estos sistemas se incluyen: subestaciones eléctricas, distribución de energía a trenes y a estaciones, señalización ferroviaria, sistema de ticketing o venta y control de títulos de transporte, movilidad vertical como escaleras mecánicas y ascensores, ventilación y aire acondicionado (en caso de existir), protección contra incendios, sistemas de comunicaciones y puesto de control central. Nuevamente, tanto ingenieros particulares con larga experiencia actuando como consultores independientes, como empresas privadas de ingeniería y operadores de metro participan en los estudios y diseños de estos sistemas.
- ESTUDIOS PARA LA OPERACIÓN. Este tipo de diseños y estudios permitirán la proyección de cuáles serían los formatos y características de la operación ferroviaria de la futura línea de metro. Al igual que en las dos tipologías anteriores, dominan este ámbito los ingenieros consultores privados expertos en operación, al igual que las empresas públicas operadoras ferroviarias que cuentan con un departamento dedicado a consultorías externas.
- ESTUDIOS DE ESTRUCTURACIÓN DEL FINANCIAMIENTO. El promotor del proyecto de metro suele necesitar de una entidad que le ayude a calcular las necesidades de inversión, a estructurar el portafolio de financiamiento e incluso a iniciar y cumplir los trámites necesarios para la obtención de los créditos, es decir a realizar los pasos de protocolos requeridos por las entidades crediticias para el otorgamiento del crédito, es decir la “diligencia debida”<sup>2</sup>. Caben en este ámbito consultores independientes expertos en financiamiento o firmas privadas gestoras de administración de empresas con especialidad en financiamiento.

---

<sup>2</sup> Diligencia debida es una traducción literal de la frase en inglés “*due diligence*” que es utilizada frecuentemente en los ámbitos corporativos para la serie de pasos de revisión legal y contractual para créditos de gran tamaño, inversiones inmobiliarias, fusiones de empresas y otro tipo de acciones empresariales

- **CONSTRUCCIÓN DE OBRA CIVIL.** Usualmente los contratos de construcción los ganan dos tipologías de empresas: 1) gigantescas constructoras de obra civil que se encuentran globalizadas y que suelen facturar cientos o miles de millones de dólares al año, o 2) consorcios o uniones temporales de empresas donde participan medianas y grandes constructoras de obra civil con facturaciones de decenas a centenas de millones de dólares al año, tanto locales (del propio país donde se construye la obra) como empresas de presencia internacional. Todo depende de si la obra civil se licita o contrata en un solo paquete o en varios tramos como una división de contratos de construcción. Y ya que el monto de inversión en obra civil suele representar un porcentaje altamente mayoritario dentro del costo total de una línea de metro, eso lleva a que las empresas constructoras suelen tener la batuta por encima de las otras empresas involucradas en las tres macro etapas de diseño, construcción y operación de un ferrocarril metropolitano urbano.

Este tipo de empresas no sólo se dedican a la construcción de líneas de metro, sino también a construir hospitales, represas hidroeléctricas, carreteras, puentes, entre otras obras, casi siempre ligadas a las necesidades de las administraciones públicas. En cualquier forma, es exigencia usual que tengan experiencia en diseño y construcción de túneles y viaductos. Para el caso de América Latina, solamente algunos países cuentan con grandes constructoras de obra civil, como es el caso de Brasil, México y Argentina, y muchas empresas europeas, en especial de España e Italia, han ganado varios contratos en la región.

- **EQUIPAMIENTO DE SISTEMAS ELECTROMECÁNICOS.** En esta tipología caben tanto grandes empresas manufactureras o proveedoras de equipos industriales (para quienes el negocio ferroviario es sólo uno entre sus varias líneas de productos) que son capaces de proveer virtualmente todos los variados sistemas electromecánicos, o pequeñas y medianas empresas proveedoras de equipos específicos, como por ejemplo un proveedor especializado sólo para ventilación, u otro especializado sólo en protección contra incendios. En algunos casos, empresas constructoras de obra civil de muy gran tamaño cuentan con departamentos capaces de proveer parte de los sistemas electromecánicos.

Cabe especial mención uno de los equipos electromecánicos, la señalización ferroviaria, elemento vital que permite controlar y dar seguridad a la operación de los trenes. En el área de la señalización ferroviaria, y en especial en la tecnología que se está imponiendo del CBTC (Communications Based Train Control) solamente 5 empresas a nivel mundial son capaces de ofrecer soluciones con tecnología propietaria, y todos los demás se ven obligados a subcontratarlos o a esperar que ellos lideren el paquete de equipamientos electromecánicos.

- **PROVISIÓN DE MATERIAL RODANTE.** Esta actividad concentra a pocos conglomerados industriales manufactureros que son capaces de fabricar trenes a la medida de cada cliente. Son empresas que a su haber llevan miles de vagones fabricados y que por lo general tienen plantas de manufactura o ensamblaje de los trenes en diferentes países. Varias de estas empresas proveedoras de material rodante también disponen de divisiones que proveen sistemas electromecánicos.
- **INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS.** En la segunda gran etapa de un proyecto de metro, la de construcción y equipamiento, intervienen empresas de diferentes tipologías. Por un lado, están las constructoras de obra civil, que son empresas expertas en desarrollar obras de concreto y acero, y por otro lado están los conglomerados industriales y empresas manufactureras expertas en la provisión de sistemas electromecánicos y material rodante. Básicamente dos tipologías de empresas muy diferentes, las primeras adaptadas a trabajar in situ, en la propia obra, pues mueven toda su capacidad organizacional y de acción al lugar donde se desarrolla el proyecto, y compuestas de personal proveniente de carreras técnicas de geología, ingeniería civil o similares; y las segundas adaptadas a trabajar desde sus grandes centros de manufactura en sus propios países de origen, ajustándose a los requerimientos de los pedidos de los clientes, y compuestas de personal proveniente de carreras de ingeniería mecánica, electrónica o similares. Pero al final de esta etapa, trenes, equipos electromecánicos y obra civil deben estar perfectamente acoplados para que no existan fallas ni errores en la siguiente etapa de la operación. Por ello surge la importante tarea que requiere empresas integradoras de los sistemas, que

garanticen que las interfaces entre unos y otros elementos sean resueltas de la virtualmente sin fallas.

Debido a que la obra civil suele ser el segmento más costoso en un proyecto de metro, abarcando alrededor de 60% a 80% del presupuesto total de la obra, las grandes empresas constructoras de obra civil han abordado esta necesidad incorporando subsidiarias o departamentos de trabajo dependientes que se especializan en la integración de sistemas.

- OPERACIÓN FERROVIARIA. Ya en la tercera macro etapa de un proyecto de metro, la actividad de operación ferroviaria requiere de empresas capaces de llevar día a día las tareas necesarias para una eficiente operación y funcionamiento del sistema de metro. En este punto se pueden distinguir dos opciones de empresas, aquellas provenientes de la propia administración pública y otras que son generadas desde la empresa privada. Entre las últimas es frecuente encontrar a proveedores de material rodante.
- MANTENIMIENTO. Al igual que en el grupo anterior de operación ferroviaria, el mantenimiento es imprescindible para el correcto funcionamiento de la operación de un sistema de metro. Y también, de la misma forma que en el anterior grupo, pueden existir empresas encargadas del mantenimiento que provengan tanto del sector privado, como las de derecho público. Dentro del mantenimiento, es importante destacar la necesidad de considerar los procesos denominados *overhaul* o *Medium Life Upgrade* (MLU), que pueden tener unos costos muy considerables y que les permiten a los sistemas de metros que sus trenes y equipos electromecánicos y de telecomunicaciones sean modernizados y pueda el sistema completo de metro tener una vida útil de varias décadas más. Un ejemplo de ello es el esfuerzo que ha estado desarrollando Metro de Medellín para modernizar su flota original de trenes que ya ha cumplido un cuarto de siglo de operación.
- ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS, Y SERVICIO AL CLIENTE. Estos dos ámbitos pueden ser manejados directamente por la misma empresa encargada de la operación ferroviaria, como por empresas independientes gestoras de administración. Con frecuencia también son admitidas empresas que hacen supervisión de la administración y servicio al cliente, esto sobre todo en los casos

donde ha existido un modelo concesional, y el propietario de la obra (la administración pública) demanda la verificación de que las cuentas financieras son claras, y que el servicio es acorde a lo ofertado en los contratos de concesión. Estas empresas de supervisión y auditoría operacional, en la mayoría de los casos son del sector privado.

- OTROS NEGOCIOS. En esta actividad caben muchas tipologías de empresas, como tipos de negocios estén involucrados, aunque con alta frecuencia todas estas empresas son del sector de capital privado.

Están en primer lugar las firmas de publicidad encargadas de manejar todo el negocio propagandístico, de imagen de marca, y en general del mercadeo que se realice al interior y exterior de trenes, en espacios publicitarios de las estaciones y en los medios de comunicación dirigidos al público que disponga el operador del sistema de metro.

También se encuentran con frecuencia las empresas de telecomunicaciones, puesto que existen oportunidades de negocios para telefonía móvil o celular en trenes y estaciones subterráneas, o en algunos proyectos en la infraestructura fija tipo “*backbone*” como la fibra óptica que discurre por túneles o viaductos o a su vez en el negocio de transmisión de datos.

En algunas operaciones de metros existen también dentro de las estaciones tiendas comerciales dirigidas al público, sean estas de tamaño minorista (Pymes<sup>3</sup>) o cadenas de tiendas pertenecientes a grandes corporaciones.

Finalmente, un cuarto grupo de empresas la componen aquellas que trabajan con desarrollos de bienes raíces, asociados a las estaciones de metro, o en casos excepcionales como en el Metro de Hong Kong (Cervero & Murakami, 2009) en donde el propio promotor del proyecto, es decir la administración pública, genera grandes desarrollos inmobiliarios (edificios residenciales o centros comerciales alrededor de la estación de metro) que son administrados por empresas privadas

---

<sup>3</sup> En ámbitos económicos se denominan Pymes al grupo de pequeñas y medianas empresas, término que representa aquellos negocios que van desde los autónomos hasta pequeños grupos de empleados y a la par de facturación. No existe criterio uniforme respecto a los montos de facturación máxima o de empleados, para ser considerados como Pymes por cuanto depende de la legislación de cada país.

Como se puede colegir, hay muchas empresas involucradas en un proyecto de metro desde su concepción hasta su operación, y estas cuentan con diferentes ámbitos de actividad y experiencia, lo cual demanda diseños de ingeniería muy bien logrados y precisión en las interfaces entre una y otra actividad para evitar costosos errores en el futuro.

### **3.3 TIPOLOGÍA DE EMPRESAS PARTICIPANTES EN UN PROYECTO DE METRO ACORDE A PROPIEDAD DEL CAPITAL ACCIONARIO**

En el desarrollo de un proyecto de metro, la tipología de empresa acorde al capital accionario tiene relevancia por su capacidad de acción y las facultades que les otorga la ley; es decir, si es que los actores se desenvuelven en la esfera pública o en la privada debido al tipo de contratos o relaciones que pueden existir entre las partes. Por poner un ejemplo de las particularidades a nivel contractual, en muchos países de América Latina la ley permite que entre empresas públicas puedan existir contratos directos sin necesidad de una licitación (SERCOP, 2014).

Para entender las relaciones que se generan en el proyecto, se debe observar la participación que tiene cada uno de los actores. Por una parte, se encuentra el “promotor del proyecto” y ya que el transporte público masivo en las ciudades es un asunto de interés o bien público, y que en todos los casos se trata de una empresa o institución del sector público o gubernamental, sea del gobierno central o de la nación, como de un gobierno municipal, autonómico o regional.

El promotor del proyecto será el encargado de administrar el desarrollo del proyecto y quien levantará licitaciones o procesos contractuales con el fin de encontrar empresas que se encarguen de las etapas ya mencionadas en la gestión del proyecto. El promotor del proyecto también será quien firmará los contratos con los otros actores involucrados. Del otro lado, se encuentran “los contratistas” que participan de diferente modo y existen diferentes tendencias de acuerdo con cada una de las macro etapas en las que están involucrados:

En la primera macro etapa del ciclo de vida, correspondiente a los estudios de ingeniería, existen empresas consultoras que provienen tanto del sector público como del privado. Especialmente en el entorno europeo se encuentran varias empresas consultoras que son patrocinadas y fondeadas por ministerios o agencias gubernamentales. Como ejemplo está la firma INECO asociada a la Administración General del Estado español, concretamente del Ministerio de Fomento de España, y que realiza estudios de ingeniería civil y de transporte (INECO, 2016). A esas consultoras hay que sumar la cada vez mayor presencia de operadores de metro con muchos años de experiencia que entre sus servicios ofertan la asesoría en estudios y diseños para nuevos proyectos. Ejemplo de este tipo de operadores de metro haciendo consultorías o diseños de sistemas de metro es la *Régie Autonome des Transports Parisiens* – RATP (Empresa Autónoma de Transportes Parisinos), que es la empresa operadora de los diferentes modos de transporte público de París, entre ellos el Metro de París (RATP, 2016), o la empresa Metro S.A. que es la operadora del Metro de Santiago (Metro de Santiago, 2015a), todas ellas empresas de propiedad del estado, y que además de realizar operaciones ferroviarias en sus propias ciudades, han incursionado en el exterior a negocios de consultorías y diseños de ingeniería ferroviaria. Y claro está, desde el sector privado hay muchas firmas de consultoría que realizan estudios de factibilidad, cálculos y diseños de ingeniería para proyectos de metro.

En la segunda macro etapa del ciclo de vida, correspondiente a la construcción, los contratistas que participan en la construcción y provisión de equipos para líneas de metro son empresas de muy grande calibre, están entre las más grandes constructoras del mundo y es muy frecuente que se asocien en forma de consorcios o Uniones Temporales de Empresas -UTE- para compartir riesgo y capacidades operativas. En el caso de América, Europa y Oceanía todas las constructoras capaces de hacer metros son empresas de capital privado, y por la revisión bibliográfica no se tiene registro de ninguna constructora de propiedad estatal, ni de ningún operador de metro de estas regiones que haya construido una línea de metro completa<sup>4</sup>. Únicamente en Asia,

---

<sup>4</sup> Algunas administraciones públicas o promotores de proyectos han gestionado y ejecutado construcciones de obras civiles en líneas de metro, pero en ámbitos reducidos, al estilo de mejoras o pequeñas expansiones de obra, pero en ningún caso se han dado construcciones de líneas de metro completas, de varios km de longitud.

particularmente en China, se encuentran constructoras de muy gran tamaño de propiedad accionaria estatal, como el caso de la constructora china CREC - *China Railway Group Limited* - una de las empresas constructoras más grandes del mundo y con presencia en 90 países, y dentro de su historial cuenta que ha construido proyectos de trenes metropolitanos urbanos por un total de más de 2000 km de longitud, pero que para fines prácticos ante los clientes trata de fungir u operar cual si fuera una constructora occidental de gestión privada, a pesar de ser una empresa del gobierno central chino (CREC, 2015).

La tercera macro etapa del ciclo de vida, correspondiente a la operación, puede ser llevada a cabo tanto por una empresa desarrollada por el propio promotor de la obra, que vendría a ser también una empresa de propiedad estatal, como por parte de una empresa contratada para operar y brindar el servicio sea esta estatal o privada. Es muy usual en todas las regiones del planeta, que los gobiernos públicos a través de las entidades promotoras de los proyectos planteen la creación de una empresa estatal o de capital accionario público para la operación de una línea de metro, aunque si los funcionarios y empleados de dicha empresa no tienen experiencia, se requiere del acompañamiento durante algunos años de un operador experimentado que brinde asistencia técnica.

Un ejemplo clásico de una empresa de derecho público creada y encargada de la operación de un metro es en el caso del Metro de Medellín, donde los promotores de la obra son los gobiernos del Municipio de Medellín y del Departamento de Antioquia, que se asociaron en partes iguales, y para la construcción y futura operación del metro crearon la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Limitada – ETMVA, que tiene propiedad estatal (ETMVA, 2013).

A nivel de empresas privadas, es frecuente la participación de las constructoras de gran calibre con divisiones propias dedicadas a la operación de esas mismas obras, o también es usual encontrar a operadores que pertenecen o están corporativamente vinculados a fabricantes de trenes, toda vez que ellos ofrecen el material rodante como su participación dentro de un consorcio público privado, siendo un claro ejemplo de ello la empresa *Alternate Concepts Inc.*, empresa privada asociada al grupo corporativo

Siemens, y que participó en una Asociación Pública Privada (APP) para la construcción y explotación del Tren Urbano de San Juan, Puerto Rico, contrato que incluía precisamente como aporte financiero para la concesión la entrega del material rodante por parte del conglomerado Siemens (Alternate Concepts Inc., 2017; Railway Gazette International, 1999; Railway Technology, n.d.).

### **3.4 NIVEL DE GOBIERNO Y ÁMBITO TERRITORIAL**

Los proyectos de metro tienen diferentes tipos de promotores acorde al nivel de gobierno y ámbito territorial, y estos niveles posibles muestran mayor o menor capacidad de gestión, especialmente en dos ámbitos: la eficiencia en planificación de movilidad y demanda, y la eficiencia en obtención de créditos.

En la revisión bibliográfica, se ha encontrado que, atendiendo a esta clasificación del promotor de la obra según el nivel de gobernanza y ámbito territorial (Revesz, 2006), existen tres posibilidades:

- Gobierno central o gobierno nacional, a nivel de todo un país
- Gobierno regional, a nivel de una región, departamento, comunidad autónoma o estado federado
- Gobierno local, a nivel de una ciudad o municipio

En el caso de los proyectos de metro cuyo promotor es el gobierno central o nacional, este usará la representación de ministerios de transporte o fomento, o de entidades adscritas a la presidencia del gobierno o a esos ministerios, que generalmente son entidades formadas expresamente para ese fin. Ejemplo de ello es el Metro de Santo Domingo en República Dominicana, en el cual el promotor ha sido el gobierno de la nación a través de la OPRET -Oficina Para el Reordenamiento del Transporte- entidad creada el 11 de septiembre de 2005 bajo el decreto 477-05 del presidente de la República Dominicana, cuyo objetivo central se concibió como el desarrollo del Metro de Santo Domingo, y que recibió asignación o rango de secretaría de estado (OPRET, 2012) .

El segundo caso corresponde a los proyectos de metro donde el promotor es el gobierno regional, pudiendo ser el gobierno de la provincia o departamento, estado federado o comunidad autónoma, y tiene cierto nivel de apoyo del gobierno central o nacional. Este es el caso del Metro de Madrid, cuyo promotor ha sido la Comunidad Autónoma de Madrid por intermedio de la entidad pública denominada Consorcio Regional de Transportes de Madrid (CRTM, 2015), quien actúa como la autoridad de transporte público para la ciudad de Madrid y todos los municipios de la comunidad autónoma. Si bien esta entidad tiene como mayor financiador a la Comunidad de Madrid o sea al gobierno regional, también tiene apoyo financiero del Ministerio de Fomento de España y del Ayuntamiento de Madrid, es decir, se ubica a medio camino entre apoyo de los gobiernos nacional, regional y local.

La tercera tipología de esta dimensión corresponde a los gobiernos locales como promotores de los proyectos ferroviarios urbanos. Al hablar de gobiernos locales se hace referencia al gobierno de las ciudades, municipalidades, distritos metropolitanos y otras denominaciones que pueda tener una entidad político-administrativa altamente urbanizada. Un ejemplo muy notorio donde el promotor es el gobierno de la ciudad, corresponde al Metro de la Ciudad de México, también llamado Sistema de Transporte Colectivo de la Ciudad de México -STC-, en el cual el gobierno de la ciudad es el dueño en su totalidad de las instalaciones y equipos y es quien planifica y ejecuta la expansión de la red de Metro (Sistema de Transporte Colectivo, 2015). Al igual que en el caso de los gobiernos regionales, el gobierno central puede tener participación, otorgando fondos gratuitos o cedidos al gobierno de la ciudad para el desarrollo de los proyectos ferroviarios urbanos.

La importancia que tiene esta dimensión del nivel de gobierno y ámbito territorial subyace en dos elementos principales, en los cuales se encuentran serias diferencias en el nivel de gobierno, la primera en cuanto a conocimiento de la ciudad y capacidad para desarrollar planificación de transporte y movilidad local, y la segunda en relación con la capacidad de financiamiento.

A continuación, se amplía estos conceptos:

- a) ***Eficiencia en la planificación de la movilidad y la demanda.*** Debido a que un gobierno local conoce mucho mejor las condiciones de la ciudad, está así mismo más capacitado para planear un sistema integrado de transporte que tenga al proyecto de metro como uno de sus elementos principales. Por esta razón, también es más posible que los pronósticos de demanda de un gobierno local sean más acertados, y es menos probable que si el promotor es un gobierno nacional, ese proyecto ferroviario acierte en los pronósticos de demanda y lleve una apropiada carga de pasajeros.

La planificación de la demanda es crucial en una línea de metro, pues aquellas líneas que no tienen buena demanda, que sus trenes no viajan con apropiada carga de pasajeros, se enfrentan a pagar gastos de operación y mantenimiento sin obtener los suficientes ingresos por tarifas de pasajeros, y en último término, caen en la necesidad de permanentes subsidios por parte de los gobiernos. Ejemplo de las dificultades que han tenido los gobiernos nacionales para planificar la movilidad y con ello pronosticar apropiadamente la demanda ha sido el caso de Santo Domingo, cuya línea de Metro fue construida sin resolver los problemas de los sistemas de transporte en superficie, sin que se genere integración con los buses urbanos existentes (Pizarro, 2013), lo cual genera una demanda de pasajeros inferior a la de líneas similares en longitud y número de estaciones.

- b) ***Eficiencia en capacidad y condiciones de créditos para financiamiento.*** Cuando se habla de créditos de la banca comercial internacional, banca de inversión o de la banca privada en general<sup>5</sup>, los gobiernos locales o municipales no son fácilmente considerados como sujetos de crédito por parte de esta banca privada, especialmente en países en vías de desarrollo. De hecho, muchas ciudades que buscan construir proyectos ferroviarios urbanos no son consideradas como sujetos de crédito por parte de los mercados financieros (de Mello, 2001). En otras ocasiones, son los gobiernos regionales, provinciales,

---

<sup>5</sup> Banca comercial internacional es aquella banca de capital accionario privado y que tiene fines de lucro. Ejemplo de este tipo de banca son las corporaciones Crédit Suisse (Suiza), Deutsche Bank (Alemania), BNP Paribas (Francia), Citigroup y Morgan Stanley (Estados Unidos)

autonómicos o de estados federados los que pueden tener problemas de credibilidad bancaria (Pinna, 2015).

Mientras tanto, en el caso de los gobiernos nacionales, estos si son considerados como posibles receptores de créditos bajo la figura de la “garantía soberana”, que es el aval exigido por la banca comercial internacional para aprobación de créditos de grandes montos, como los vinculados a los proyectos de metros.

En el caso de la banca multilateral de desarrollo<sup>6</sup>, aunque hay casos en los que los gobiernos locales han accedido a créditos de este tipo de banca, en general se presentan muchas dificultades para obtener el aval para los créditos. Por otro lado, mediante la “garantía soberana” los gobiernos nacionales tienen mayor facilidad de acceder a líneas de créditos de este tipo de organismos financieros, que ofrecen mejores condiciones para los créditos frente a la banca comercial de inversión: tasas más bajas y períodos de repago más amplios e incluso algunos ofrecen período de gracia dónde sólo se pagan intereses y no se amortiza deuda (Calderón Alcas, 2005).

Como medida general, los gobiernos nacionales obtienen mejores condiciones crediticias que los gobiernos provinciales o municipales (de Mello, 2001).

Como conclusión de este punto, se observa que cada ámbito de nivel de gobierno maneja o tiene una serie de capacidades en forma de las eficiencias de planificación de la movilidad y la eficiencia de obtención de créditos, existiendo puntos fuertes y débiles que influirán en los resultados de planificación y gestión del proyecto. Se lo resume en la tabla No. 1.

NIVEL DE GOBIERNO	EFICIENCIA EN PLANIFICAR MOVILIDAD Y DEMANDA	EFICIENCIA EN OBTENCIÓN DE CRÉDITOS
Gobierno Local	ALTA	BAJA
Gobierno Regional	MEDIA	MEDIA

---

<sup>6</sup> Banca multilateral de desarrollo es aquel tipo de banca cuya finalidad es promover el desarrollo económico de una nación, o de una determinada región o grupo de países y que no tiene el lucro como objetivo primordial de su quehacer. Algunos ejemplos de banca multilateral de desarrollo y la región a la que atienden son: Banco Mundial (en todo el mundo), Banco Interamericano de Desarrollo - BID (América Latina y el Caribe), Banco Europeo de Inversiones – BEI (Unión Europea), CAF Banco de Desarrollo de América Latina (América Latina y el Caribe)

Gobierno Nacional	BAJA	ALTA
-------------------	------	------

Tabla 1: Comparativo de las tipologías de niveles de gobierno y los efectos en las eficiencias que pueden tener cada uno en las variables citadas. Fuente: Elaboración propia

### 3.5 NIVEL DE EXPERIENCIA DEL PROMOTOR DEL PROYECTO Y GRADOS DE LIBERTAD

Al momento de planificar una obra de ferrocarril urbano metropolitano, tiene gran peso específico el nivel de experiencia del promotor del proyecto. En este caso hay dos opciones correspondientes a esta dimensión:

- Proyectos de tipo “*greenfield*”
- Proyectos de tipo “*brownfield*”

Esta terminología en inglés de amplio uso en los proyectos de construcción de infraestructuras de transporte hace referencia a la existencia o no de similares experiencias previas de un proyecto. Aun cuando esta terminología es muy usada en el mundo de los proyectos de infraestructura, y diversos autores de artículos científicos citan la condición de proyecto *greenfield/brownfield* como una variable explicativa dentro de los proyectos de infraestructura de transporte, (Amos, 2004; Gago De Santos, 2014; Wojewnik-Filipkowska, 2012), lamentablemente no se ha explorado a profundidad el efecto que esta dimensión tiene sobre el desarrollo de una obra de metro, aun cuando tiene alta relevancia al momento de la planificación de estos proyectos.

Cabe aclarar que si bien es cierto la gran mayoría de países ha tenido algún tipo de proyecto ferroviario construido a finales del siglo XIX o inicios del siglo XX, la diferencia entre dichos proyectos y los modernos proyectos de metros es abismal. Por ejemplo, casi todas las capitales o grandes ciudades latinoamericanas construyeron líneas de tranvía alrededor del año 1900, pero esas primitivas líneas de tranvía, a nivel de experiencia en diseño, construcción y operación, tienen muy poca relación con proyectos modernos de líneas de metro.

Los proyectos de tipo *greenfield*, que se podría traducir literalmente como de “campo verde” o en sentido figurado como “proyectos vírgenes” son aquellos en donde no

existen experiencias previas de obras del mismo tipo en el entorno en el cual se enmarca ese nuevo proyecto, en muchas ocasiones no sólo a nivel local (en la ciudad donde se planifica el proyecto de metro), sino a nivel de todo el país. Un ejemplo muy claro de ello corresponde al proyecto para la primera línea del Metro de Panamá, pues no había ninguna experiencia sobre proyectos de metro en el país, lo que identifica a la Línea 1 del Metro de Panamá como un proyecto *greenfield*.

Los proyectos de tipo *brownfield*, cuya traducción literal es de “campo marrón” y de forma más comprensible en sentido figurado se traduciría como “proyectos ya existentes o con experiencia”, son aquellos donde se realizan ampliaciones o mejoras de las infraestructuras o su equipamiento. Los proyectos *brownfield* son contrapuestos a los anteriormente explicados, pues en ellos sí se encuentran similares infraestructuras o desarrollos previos de proyectos de metro. Siguiendo el mismo ejemplo de Panamá, cuando se decidió construir la segunda línea del Metro de Panamá ya existía experiencia previa, de tal manera que mientras la Línea 1 del Metro de Panamá era un proyecto *greenfield*, la Línea 2 del Metro de Panamá venía a enmarcarse como un proyecto *brownfield*.

Los proyectos de transporte ferroviario metropolitano urbano tienen elementos muy específicos que, una vez realizado el diseño de la primera línea de metro, condicionan a futuro cualquier expansión o ampliación de estos, es decir, reducen los grados de libertad del planificador de la obra. Ejemplo de ello es la provisión de trenes de metro, ya que, si se desean comprar o adquirir nuevos trenes para una línea de metro ya existente, la tipología de los trenes estará atada al diseño original de forma y tamaño de las estaciones y sus andenes, de los gálibos de túneles, del ancho de vía, de los sistemas de señalización ferroviaria y de tipo o forma de alimentación eléctrica para los mismos. Y aun cuando pueden existir mejoras tecnológicas y estéticas, las nuevas adquisiciones de material rodante tendrán claros condicionantes relacionados con los diseños previos, estas condicionantes reducen sensiblemente los grados de libertad con los que cuenta el desarrollador del proyecto, pues la mayor parte de las variables o temas técnicos específicos del nuevo proyecto de metro deben ser equiparadas con especificaciones de las líneas de metro ya existentes. Incluso, cuando alguna de esas variables es alterada, debe existir una seria evaluación de la relación costo – beneficio que ello involucra,

como por ejemplo la implementación de sistemas de señalización de tipo CBTC (*communications based train control*) que pueden o no justificarse, dependiendo de esos análisis de costo – beneficio.

Lo propio sucederá con los condicionantes de operación de esos trenes, e incluso con aquellos condicionantes de financiamiento, pues si ya existen operadores previos no puede entrar un nuevo operador sobre la misma instalación ferroviaria. En definitiva, los grados de libertad asociados a esa provisión de nuevos trenes se reducirán considerablemente.

Un proyecto *greenfield* brinda amplios grados de libertad, pues no hay restricciones previas en las opciones a escoger entre las distintas variables y temáticas que componen una obra de metro. De otro lado, en los proyectos de tipo *greenfield*, el desarrollo de estos es intensivo desde la etapa de estudios de ingeniería hasta la de operación, en cambio en los proyectos de tipo *brownfield* la etapa de estudios de ingeniería en muchos casos es absorbida por los diseños previos y existen muy pocos cambios o diseños adicionales, teniendo más preponderancia las etapas de construcción y la de operación.

La otra variable de análisis a considerar, que es la relativa a la experiencia del promotor de la obra, como es lógico de entender cuando se manejan proyectos *brownfield*, el promotor de la obra ya ha adquirido experiencia en los proyectos previos y por tanto se siente más seguro para proceder con el desarrollo de las nuevas obras, y puede escoger contrataciones que involucra mayor participación de su parte. Ejemplo de proyectos *brownfield* y la confianza del promotor de la obra es el caso de Metro de Madrid, que a raíz de que su equipo de funcionarios y técnicos habían ido adquiriendo experiencia en la materia, en las expansiones de la red desde 1995 a 1999 que totalizaron 164 km y 134 estaciones nuevas, se atrevió a generar mucha subdivisión de contratos de obra confiando la supervisión y dirección técnica a los ingenieros de Metro de Madrid logrando con ello menores costos de construcción por kilómetro y menores tiempos de entrega de las obras (Metro de Madrid, 2007)

En el caso de los proyectos *greenfield*, el promotor de la obra cuenta con escasa o nula experiencia y ante la carencia de capacidades internas tanto en lo administrativo como en lo técnico, se ve obligado a delegar contractualmente todo el desarrollo de la obra a

los contratistas, o a recurrir a muy poderosas asistencias técnicas de parte de expertos ferroviarios. Esto afectará el modelo contractual elegido y la participación del propio promotor en el proyecto.

A continuación, se detalla una tabla que permite comparar el nivel de experiencia del promotor frente a los grados de libertad y a la confianza que tiene el promotor de la obra para la autogestión:

NIVEL DE EXPERIENCIA DEL PROMOTOR	GRADOS DE LIBERTAD PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO	CONFIANZA DEL PROMOTOR DE LA OBRA PARA LA AUTOGESTIÓN
Greenfield	ALTOS	BAJA
Brownfield	BAJOS	ALTA

Tabla 2: Comparativa del nivel de experiencia del promotor del proyecto frente a los grados de libertad y la confianza en su autogestión. Fuente: Elaboración propia

### 3.6 GESTIÓN DEL RIESGO EN PROYECTOS DE METRO

Un proyecto de transporte y de manera especial de ferrocarriles urbanos metropolitanos o metros se enfrenta a una serie de riesgos que están presentes a lo largo de las tres macro etapas del ciclo de vida. Basándose en los riesgos expuestos en la Guía del PMBOK del Project Management Institute y ajustándolos a las consideraciones de proyectos de metros con el apoyo de algunos autores que se citan en la bibliografía, se pueden enumerar a continuación los principales riesgos involucrados, aunque sin ser esta una clasificación exhaustiva (Chen & Fang, 2011; Extremiana Vázquez, 2010; Garcia-Kilroy & Rudolph, 2017; Hernández et al., 2011; Huici, 2015; Phang, 2007a; Project Management Institute, 2013):

En la primera macro etapa del ciclo de vida, correspondiente a estudios de ingeniería:

- Riesgos sociales y políticos: desde el momento del planteamiento del proyecto, oposición al mismo tanto a nivel de la clase política o partidos antagonistas, como de la propia ciudadanía que no se siente identificada con el proyecto o no

lo encuentra necesario. Un gran ejemplo de oposición política la han llevado los ex alcaldes de Curitiba y Bogotá, Jaime Lerner y Enrique Peñalosa, quienes al ser defensores acérrimos de los sistemas de BRT, en muchas ocasiones han denostado públicamente a los proyectos de metro considerando no son apropiados y en su lugar deben ser sustituidos por proyectos de BRTs (Echeverry Garzón et al., 2009; el Tiempo, 2009; Lerner & Alves, 2016)

- Riesgos financieros: falta de recursos para desarrollar los estudios
- Riesgos técnicos: carencia de potencialidades internas o de apoyos externos para planificar y diseñar la obra de metro

En la segunda macro etapa del ciclo de vida, correspondiente a la construcción y provisión de equipos:

- Riesgo por errores en los diseños con correspondientes incrementos de costos constructivos y tiempos de implementación (Flyvbjerg et al., 2004)
- Riesgos geológicos debidos al desconocimiento del terreno a nivel de subsuelo, pues aun cuando se lo haya estudiado no se tiene total certidumbre y pueden encontrarse elementos naturales que impidan la construcción o que generen serios retrasos, como en el caso de la tuneladora de línea 10 de Metro de Barcelona que chocó con rocas (Filbà et al., 2016)
- Riesgos a nivel de la construcción o puesta en marcha de equipos, por fallas humanas o accidentes fortuitos, de manera especial colapso de túneles durante la construcción (Melis Maynar, 2004)
- Riesgos sociales y políticos de oposición al proyecto que se encuentra ya en marcha en fase constructiva, o cambios de gobernantes y con ello paralización temporal o total del proyecto (Cantarelli et al., 2010)
- Riesgos financieros de suspensión de las fuentes de financiamiento o de encarecimiento del costo de construcción. Un caso ejemplo de ello fue el Metro de Medellín, proyecto en el cual se suspendió su construcción durante 38 meses por los problemas que existieron en el financiamiento (Departamento Nacional de Planeación, 1993)
- Riesgos naturales debidos a fenómenos destructivos como terremotos o inundaciones

- Riesgos ambientales que parten de la dificultad de obtener la licencia ambiental o el permiso de la entidad reguladora y de protección del medio ambiente, hasta el peligro de afectar entornos o especies protegidas, que obliguen a replantear el desarrollo de la obra

En la tercera macro etapa del ciclo de vida, correspondiente a la operación:

- Riesgo por errores de cálculos de demanda de pasajeros con afección en ingresos planeados si la demanda real es inferior a la calculada; o con afección a la calidad del servicio por sobresaturación del sistema, si la demanda real es muy superior a la calculada (Flyvbjerg et al., 2005)
- Riesgo por falta de capacidades técnicas o administrativas en la gestión del metro en la que se pueden presentar desde déficit financiero hasta accidentes ferroviarios
- Riesgos sociales por la aceptación del metro en la ciudad, entre otros

Ningún proyecto de ferrocarriles urbanos metropolitanos está exento de riesgo, y con los efectos de estos riesgos vienen asociados costos financieros que pueden llegar a centenas o miles de millones de dólares o costos sociales y ambientales que pueden involucrar la paralización parcial o total del proyecto. Ante ello es fundamental entender que alguien debe asumir o gestionar las incertidumbres o riesgos posibles y que quien asuma esos riesgos va a tener también que asumir un “castigo financiero o económico” por la misma causa.

La gestión de ese riesgo puede ser asumida por el promotor del proyecto o por el contratista, en cualquier caso, hay que tener claridad de cómo se reparten los riesgos y sus consecuencias. Y si se trata de un contratista de capital accionario privado, para mantener sus objetivos de lucro, ese contratista cobrará al promotor del proyecto un valor que represente el costo de asumir el riesgo.

Lo fundamental es comprender que no hay costos gratis, el riesgo lo asume el promotor del proyecto y asume sus costos, o lo asume el contratista, calcula el costo de ese riesgo y transfiere ese costo o se lo cobra al promotor del proyecto.

Este concepto es un tema capital en el desarrollo de proyectos, sin embargo, la revisión de la literatura científica evidencia que en la gran mayoría de proyectos no hay una acertada definición de los niveles de riesgo asumido por cada uno de los actores en función de los contratos firmados, dejando un vacío en el proceso contractual con sus posteriores conflictos entre las partes. Además, los autores hacen hincapié en la necesidad de establecer esa distribución del riesgo, de manera particular con los riesgos de precios en la construcción y con los de ingresos asociados a la demanda (Carpintero & Petersen, 2015; Ortega et al., 2016; Roumboutsos & Pantelias, 2015; Siemiatycki & Friedman, 2012).

La definición del modelo estratégico de diseño, construcción y operación de un metro es fundamental al momento de estudiar la gestión de riesgos, pues permitirá proyectar a largo plazo cada uno de los actores que asumirá el riesgo.

### **3.7 JUSTIFICACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LOS PROYECTOS DE METRO**

Los proyectos de ferrocarriles metropolitanos urbanos tienen una serie de características que los hace bastante complejos de planear y ejecutar, mucho más que otros proyectos de vialidad y transporte público, y que se suelen deber a una serie de características que a continuación se resumen:

- Requieren inversiones financieras muy elevadas, llegando algunos de ellos a varios miles de millones de dólares (Flyvbjerg et al., 2008). No sólo que es difícil conseguir completar la cartera de inversión, sino que, en caso de haber recurrido a préstamos para financiar al proyecto, en adelante habrá que hacer pagos de estos, comprometiendo los niveles de endeudamiento y la capacidad de pago del promotor de la obra.
- Necesitan largos períodos de tiempo para realización de estudios y diseños, más los tiempos de construcción de la obra y equipamientos. Esos rangos de tiempo pueden ir desde 3 o 4 años en los casos más eficaces, hasta una década o más

en aquellos casos que tienen complicaciones o problemáticas que los frenen (Pulido et al., 2018).

- Dada la gran magnitud que tienen estos proyectos, es usual que se desarrollan muchos frentes de obra al mismo tiempo en una ciudad, y que estos afecten a la población, generando descontento mientras se realizan las obras.
- Una vez concluida una obra de metro, dependiendo del modelo de negocio que se haya planteado, la operación del metro puede demandar elevadas sumas de dinero de las arcas públicas, en forma de subsidios o frecuentes aportaciones (Ardila-Gomez & Ortegón-Sánchez, 2015). Esta carga financiera negativa por causa de una línea de metro suele generar insatisfacción a nivel de ciudadanía e inclusive de políticos. Y aunque también hay muchas personas beneficiadas por las líneas de metro, a nivel de opinión pública las líneas de metro han tenido muchos detractores, en especial en América Latina.

Con todas estas complejidades, es cada vez más frecuente que la comunidad exija se hagan análisis de si se justifica o no una línea de metro.

En algunas regiones del mundo para las inversiones que utilizan fondos del sector público se les exige que se desarrollen estudios de factibilidad o de viabilidad, los cuales se suelen clasificar en estudios de factibilidad técnica, ambiental, financiera y socio económica. Para el caso de América Latina, 14 países cuentan con exigencias o requisitos de realización de estudios de factibilidad (Perrotti & Rueda, 2015) e incluso en muchos de los casos existe una autoridad encargada de regularlo (sistemas nacionales de inversión pública).

La factibilidad técnica y ambiental darán como entregable una serie de análisis o guías que permitan llevar a cabo el proyecto, satisfaciendo las necesidades constructivas, operativas y de control ambiental. Por su parte la factibilidad financiera arrojará como resultado la revisión de si existen capacidades de endeudamiento, de pago y cómo se presentarán los flujos de caja. Pero es finalmente la factibilidad socio económica la que dará luces acerca de si una infraestructura ferroviaria urbana se justifica o no. Como se lo menciona en el texto publicado por CEPAL, es a partir de la evaluación de factibilidad socio económica que se puede observar si el proyecto ferroviario urbano tiene la valía

apropiada: “Para una sociedad, la maximización del beneficio de una inversión radica del hecho de que los proyectos que se materialicen exhiban beneficios sociales netos positivos (considerando todos los atributos sociales necesarios, como por ejemplo, los precios sociales, las tasas de descuento apropiadas, externalidades, etc.)” (Perrotti & Rueda, 2015).

Como muestra de un ejemplo concreto de valoración de si se justifica o no la inversión, desde el criterio de la factibilidad socio económica, a continuación, se detalla el caso de la planificación de la Línea 1 del Metro de Quito con los elementos que fueron considerados tanto en costos como en beneficios (Metro de Madrid S.A., 2011):

- Costos evaluados para Línea 1 del Metro de Quito:
  - Inversiones y reinversiones, tanto en obra civil como en material rodante, equipamientos electromecánicos, sistemas de control y telecomunicaciones
  - Costes de operación, por personal en nómina, gastos en energía eléctrica, mantenimiento del material rodante y de la obra civil, gastos en servicios como limpieza y seguridad
  - Afectaciones por causa de la obra, calculándose las pérdidas económicas que se generan para la sociedad debidas a los daños a bienes públicos o privados y retrasos en las actividades cotidianas generadas por los diversos frentes de obra para la construcción del metro
- En el caso de las inversiones, reinversiones y costes de operación se evaluó el cálculo con precios normales e incluyendo los precios sombra, recogiendo las distorsiones en precio de combustibles y energía eléctrica, que en ambos casos tienen subsidios del estado, del gobierno central.
- Beneficios del proyecto de la Línea 1 del Metro de Quito:
  - Aumento de la productividad, debido al menor tiempo de viaje que se logra al utilizar el metro frente a buses o vehículos y con la valoración como externalidad de los beneficios económicos por ahorros de tiempo y la mayor productividad que pueden tener los ciudadanos

- Reducción en costes de operación vehicular, al migrar muchos viajeros de vehículos y buses al metro y con ello reducirse el gasto en mantenimiento de motores y mecánica de los vehículos y buses
  - Ahorro energético, debido a motores más eficientes en un metro frente a los de buses o más aún de los vehículos, con lo cual existe menor gasto económico en el país por consumo de gasolina y diésel
  - Reducción en la emisión de gases con efecto invernadero (como CO<sub>2</sub>) y de gases contaminantes con efecto local (como óxido nítrico y material particulado), nuevamente por la sustitución de viajes en metro que utiliza eficientes motores eléctricos frente a viajes en vehículos o buses que utilizan motores de gasolina o a diésel, y la cuantificación a manera de externalidad económica del beneficio para la sociedad por la reducción en la contaminación
  - Disminución en la accidentabilidad, ya que viajar en metro involucra menor probabilidad de accidente frente a realizar el mismo viaje en buses o vehículos, y la cuantificación de los beneficios socio económicos de menor gasto en el sistema de salud por atención a heridos y en seguros por accidentes
  - Disminución del ruido, y los ahorros en gastos del sistema sanitario del país por la mitigación de los efectos negativos del ruido en parte de la sociedad
- Como se puede observar en todos estos factores citados, los beneficios son de tipo económico, pero no de ingresos monetarios, puesto que se trata de externalidades económicas. Es decir, hay un resultado socio económico positivo cuantificable para el país, pero el mismo no se traduce en una recaudación de ingresos de efectivo por tarifas, impuestos u otro mecanismo que convierta dichos beneficios en dinero efectivo para el proyecto de metro.
  - Adicional a los beneficios socio económicos por externalidades, en el caso del Metro de Quito los estudios de factibilidad calcularon los ingresos financieros de dinero en efectivo que podía percibir el sistema, tanto por cobro de pasajes, como por otras formas de ingresos no debidas al transporte, como publicidad,

arriendo de locales comerciales, etc. y los valores residuales de venta de equipos al final de la vida útil (teórica) del proyecto.

- Resumiendo el análisis socio económico del proyecto Línea 1 de Quito, se obtuvo un balance general como resultado de los beneficios totales menos las inversiones y los costos totales, y esto trayéndolo a valor presente (descontando los flujos futuros a valor presente), arrojó una cifra de resultado final positiva de USD 1025 millones (con dólares americanos constantes del año 2010) o dicho de otra forma, un Valor Actual Neto (VAN) Socio económico de USD 1025 millones (Metro de Madrid S.A., 2011)

Con la obtención del VAN Socio económico, el Metro de Quito calculó que la inversión en esta obra era absolutamente justificable, y en base al estudio de factibilidad socio económica y al VAN Socio económico calculado recibió la aprobación primero del alcalde de la ciudad, y después el apoyo decidido del Presidente de la República, que decidió dar luz verde al proyecto y apoyarlo económicamente (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2011).

### **3.8 FINANCIAMIENTO EN LOS PROYECTOS DE METRO**

Como se vio anteriormente, los proyectos de transporte y de manera particular los proyectos de ferrocarriles metropolitanos urbanos tienen algunas particularidades que los diferencian de otro tipo de proyectos de infraestructuras. El primer elemento diferenciador desde la perspectiva económica – financiera corresponde a sus elevados montos de inversión, pues si a título de carreteras o autopistas se habla de inversiones de varios cientos de millones de dólares, para el caso de las líneas de metro los rangos suelen encontrarse en varios miles de millones de dólares (Flyvbjerg et al., 2008). Este monto de inversión es superior a la que se desarrolla en otros ámbitos vinculados a la inversión pública como salud (hospitales, clínicas), educación (escuelas, colegios y universidades), centros carcelarios, acueductos y sistemas de regadíos, siendo sólo superada por grandes centrales de generación eléctrica. El segundo elemento diferenciador desde la perspectiva económica – financiera es que muy difícilmente se

puede recuperar financieramente la inversión en infraestructuras de transporte, y peor aún en el caso de los metros (Ardila-Gomez & Ortegón-Sánchez, 2015).

Y aunque cada país tiene su propia legislación que dictamina la forma de proceder de la administración pública respecto al manejo presupuestario y a las modalidades de financiación y contratación, se pueden encontrar algunos modelos similares entre España y la región de América Latina

### **3.8.1 Modelos de Financiamiento en infraestructuras de transporte**

Varios autores coinciden en que los modelos de financiamiento de infraestructuras de transporte se pueden catalogar en cuatro grandes grupos: financiación pública presupuestaria, financiación pública extra presupuestaria, financiación privada y financiación mixta (López Corral, 2000; López Corral et al., 2006; Vassallo & Izquierdo de Bartolomé, 2010) y que entre los diferentes modelos, es pertinente observar la fuente de financiamiento que puede provenir de impuestos (contribuyente en general), tarifas o cánones (usuario del sistema de transporte) o una mezcla de ello.

#### *3.8.1.1 Financiación Pública Presupuestaria*

En esta tipología caben los modelos más tradicionales de financiación de infraestructuras de transportes, que acogen el uso de los recursos de financiamiento existentes en el presupuesto de un estado, pero hay que distinguir entre aquellos que se hacen de forma como inversión directa, frente a aquellos que son de tipo diferido y los que son de inversión indirecta.

##### Inversión Directa. -

En este ámbito cabe la financiación mediante contratos de obra con abonos de certificación de avances de dicha obra, los cuales se pagan paulatinamente durante la construcción de la infraestructura, estando dichos anticipos sujetos a mediciones y aprobación final. Es el modelo básico que usan las administraciones públicas, pero tiene la dificultad de la disponibilidad presupuestaria de fondos, que generalmente es limitada, y además de las consideraciones de déficit público y de límites de endeudamiento (Vassallo & Izquierdo de Bartolomé, 2010)

### Inversión Diferida. -

Otro modelo de financiación pública presupuestaria es aquel que se da en diferido o con aplazamientos de los pagos, es decir, que no se realiza el pago por planillas conforme se va desarrollando el avance de la obra. Aunque existen varias posibilidades de inversión diferida, según las leyes de cada país, hay algunos que son comunes a las diferentes regiones o países, y por tanto se distinguen dos formatos primordiales: el primero denominado en España “modelo alemán” y el segundo correspondiente a los “peajes sombra”.

El modelo alemán se desarrolló tras los requisitos exigidos desde el Tratado de Maastricht en la Unión Europea para evitar que los socios comunitarios redujeran el déficit público y consiste en que el constructor de una infraestructura de transporte desarrolla toda la obra con cargo a su propio financiamiento, y sólo cuando la obra está completamente culminada, la administración pública realiza el pago total, con eso la administración pública gana meses o años de financiación a cargo de los esfuerzos del constructor de la obra. En cuanto al método denominado peaje sombra, este fue desarrollado en el Reino Unido y consiste en que el constructor y operador de la obra culmina la obra financiando sus esfuerzos mientras la administración pública aplaza el pago de la infraestructura desarrollada, y sólo realizará pagos al privado en función de la utilización de la obra (Socorro, 2009).

### Inversión Indirecta. -

Finalmente, la financiación pública presupuestaria puede ser realizada mediante transferencias o aportes de capital a entes públicos como son Sociedades Estatales, Empresas Públicas y otros tipos de sociedades instrumentales o entidades públicas con capacidad de gestión. Estos aportes se pueden dar directamente desde el gobierno central o pueden ser llevados a cabo con la participación intermedia de gobiernos regionales o municipales. En el caso de España participan entidades estructuradas por el gobierno nacional como puede ser el caso de las comunidades autónomas, habiéndose gestionado de esta forma el desarrollo de varias líneas de metro y de tranvías, mientras que otros países de América Latina tienen formatos propios de canalización de esos fondos, como en el caso de Brasil, en donde el gobierno central (de

tipo federal) transfiere fondos a los gobiernos de los estados, siendo estos los principales administradores de los mismos a través de entidades públicas (Banco Interamericano de Desarrollo, 2015).

### *3.8.1.2 Financiación Pública No Presupuestaria*

Estos modelos se caracterizan porque participan entidades públicas empresariales, las cuales perciben tasas o tarifas por la utilización de las infraestructuras. Como claramente se puede deducir, quien paga por dichas obras es el usuario, a diferencias de las del grupo anterior en donde son los contribuyentes quienes en primera instancia pagan por el uso de la infraestructura (Tena-Centeno & Vassallo, 2010). Ejemplo de ello es el gestor aeroportuario AENA en España, quien percibe ingresos por concepto de tasas aeroportuarias por la utilización de los aeropuertos operados por dicha entidad (López Corral, 2000)

### *3.8.1.3 Financiación Privada*

Bajo esta modalidad se habla de los contratos de concesiones puras, en donde la inversión para la obra pública es desarrollada por una sociedad privada, que gana en una licitación el derecho a construir y explotar la infraestructura con la visión de obtener un rango de utilidades o beneficios razonables y que está autorizada por la administración pública para cobrar un precio o tarifa establecidos en el contrato de concesión. La administración pública se reserva además el derecho de inspeccionar y controlar la gestión del concesionario privado y en caso de no estar satisfecho con los estándares de servicio y calidad, imponer correctivos acordes a los contratos.

Es importante aclarar que en el ámbito de las infraestructuras de transporte y de manera especial en el caso de los ferrocarriles urbanos metropolitanos, la financiación estrictamente privada se da en la práctica en muy contadas ocasiones, puesto que los montos de inversión son muy elevados y se hace difícil trasladar dichos costos al usuario, con lo que no se alcanzan márgenes de rentabilidad. Han existido muchos casos en los cuales ante la inminente quiebra del ente privado que realizó la inversión, el estado se ve abocado a actuar con un rescate financiero usando fondos públicos, como en el caso de las autopistas radiales de Madrid en España (Ortega Hortelano et al., 2011).

#### 3.8.1.4 *Financiación Mixta*

En estos casos se procede con fórmulas de financiación mixta, en las cuales el privado aporta con su experiencia, mayor eficiencia en construcción y operación, y con una parte del capital, mientras que la administración pública realiza aportes económicos o financieros para que de esa manera el proyecto sea atractivo para el privado. Estos modelos de financiación mixta suelen denominarse Colaboraciones Público-Privadas o Asociaciones Público-Privadas y se abrevian como PPP por las siglas en inglés de *Public-Private Partnership*. Vale acotar que los diferentes modelos de Asociaciones Público-Privadas, según el nivel de involucramiento de privado y público, serán explicados más adelante en este documento con mayor detalle.

Los aportes que realiza la administración pública no necesariamente serán en efectivo, ya que determinados beneficios no monetarios o exenciones de pagos otorgadas por el sector público serán valoradas positivamente por la empresa privada. Los autores Vassallo e Izquierdo citan algunos de los tipos de aportes que ofrece la administración pública y el momento temporal del proyecto en el que se presentan, que son expuestos a continuación con algunos ejemplos o acotaciones sobre los mismos (Vassallo & Izquierdo de Bartolomé, 2010):

- Aportes para financiación de las obras, entre las que se encuentran préstamos participativos, préstamos reintegrables, exoneraciones de impuestos tanto al momento de adquirir bienes o servicios para la construcción, como en la etapa de la operación.
- Ayudas de la administración pública en la ejecución por su cuenta de parte de la construcción de la obra.
- Aportes de otras administraciones públicas distintas de la concedente o de otros organismos estatales como bancos o entidades financieras.
- Aportes de la administración pública durante la fase de ejecución de las obras o una vez concluida la construcción, pudiendo ser no monetarios, entre ellas se debe considerar las garantías soberanas que puede aportar la administración pública para que el privado obtenga créditos con mejores condiciones.

- Aportes durante la fase de explotación de la obra como subvenciones del precio, cobertura de determinados costos de operación (como por ejemplo pagos del consumo eléctrico).
- Inclusión en el proyecto concesional de zonas complementarias de explotación comercial o industrial, de tal forma que la administración pública puede aportar con bienes (terrenos, edificios) o con permisos de operación (zonas comerciales) de tal forma que el privado pueda generar actividades lucrativas que aporten en la rentabilidad financiera.

Si bien con los aportes mencionados las fórmulas concesionales mixtas se presentan como atractivas para la empresa privada, es necesario que se cumplan algunos preceptos mínimos para su buena operación. Los autores López – Corral, Carpintero y Sánchez – Soliño enumeran requisitos básicos para las concesiones con participación pública privada en proyectos de transporte (López Corral et al., 2009):

1. En el país donde se desarrollen debe existir un marco de estabilidad económica y jurídica.
2. Es necesaria una fuerte voluntad política de los actores involucrados
3. Se requieren administraciones y entes públicos capaces de gestionar de forma eficiente todas las fases del proyecto
4. Se debe contar con tribunales independientes de justicia que den soluciones a los posibles conflictos entre concedente y concesionario
5. En proyectos con pago directo del usuario debe existir suficiente capacidad de pago, lo que exige cierto grado de desarrollo económico del país.

De forma particular, el último punto aplica a todos los proyectos de metro, puesto que por regla general en todo el mundo los sistemas de metro funcionan con cobro de pasaje al usuario.

Para el caso específico de las líneas de ferrocarriles metropolitanos urbanos, los altos montos de inversión requeridos, que usualmente fluctúan en varios miles de dólares para una línea de metro con longitud de 10 a 20 km, obligan a la búsqueda de entidades crediticias a las cuales recurrir para obtener financiamiento a largo plazo, por lo cual es pertinente estudiar cómo se generan los préstamos y quienes participan.

### **3.8.2 Mecanismos de obtención de créditos para proyectos de metro en América Latina, y organismos participantes**

Existen varios mecanismos de obtención de créditos para líneas de metro, pero varios de ellos tienen condiciones particulares de aplicación o están destinados a cubrir sólo a elementos específicos de los proyectos. Se presenta a continuación una revisión de los mecanismos más usados en el caso de América Latina, con los organismos participantes.

#### *3.8.2.1 Créditos de la Banca Multilateral de Desarrollo*

La banca de desarrollo, también llamada banca multilateral de desarrollo (MDB por sus siglas en inglés) son un conjunto de bancos cuyo ámbito de acción en el financiamiento para el desarrollo corresponde a la intersección de dos grandes entornos mundiales: “el sistema de organizaciones internacionales de desarrollo” y el “sistema financiero internacional” (Sagasti & Prada, 2002). Son bancos creados con fondos de los gobiernos de cada uno de los países miembros, y cuya visión se centra en el desarrollo de los países o regiones, especialmente de aquellos países en vías de desarrollo o más deprimidos económicamente. Esta visión prima por encima del interés de lucro o beneficios financieros.

Los objetivos de la banca multilateral de desarrollo son principalmente tres (Sagasti & Prada, 2002):

- La función financiera de movilización de recursos
- La función de desarrollo, con creación de capacidad, fortalecimiento institucional y transferencia de conocimiento, y
- La función de provisión y financiamiento de bienes públicos regionales.

En el sector del transporte, la banca multilateral de desarrollo ha tenido una poderosa participación en el financiamiento de infraestructuras de transporte. Desde el año 2012 al 2014 el “Grupo de Trabajo de los MDB sobre Transporte Sostenible” (MDB WGST por sus siglas en inglés) que lo conforman ocho bancos multilaterales de desarrollo, solamente en esos tres años ha invertido en transporte entre 20 mil millones de dólares a 30 mil millones de dólares anuales (Observatorio de Movilidad Urbana - CAF, 2017); y de manera específica, en la región de América Latina en el área de ferrocarriles urbanos

metropolitanos la inversión ha totalizado 2112 millones de dólares durante los tres años mencionados, repartidos entre los proyectos del Metro de Lima (\$750 millones), material rodante para el Metro de Sao Paulo (\$250 millones), Metro de Quito (\$912 millones) y Metro de Panamá (\$200 millones) (World Bank et al., 2013, 2014, 2015), lo que ubica a la banca multilateral de desarrollo en uno de los mayores financistas de metros en la región.

Los bancos multilaterales de desarrollo presentan varias ventajas sobre la banca comercial de inversión, ofreciendo en primer lugar períodos de repago de la inversión bastante amplios, también incluyendo períodos de gracia (en los cuales no se repaga el capital, sólo se pagan los intereses y finalmente, las MDB suelen ofrecer tasas de interés mucho más bajas que las que ofrece la banca comercial de inversión (Estache, 2010; Faure et al., 2015). Por ejemplo, en el caso del Metro de Quito, el crédito firmado en el 2013 con el Banco Mundial incluía un período de gracia de 15 años para un total de término de pago de 30 años y a tasa Libor/Euribor que para el año 2013 se ubicaba en 0,83% anual (World Bank, 2013).

Los bancos multilaterales de desarrollo que se encuentran presentes en la región de América Latina son los siguientes (Faure et al., 2015):

- *World Bank o Banco Mundial (WB)*. La MDB más antigua, creada en 1944 tras los acuerdos de Bretton Woods, y con presencia a nivel mundial en más de 170 países, dividiéndose estos entre accionistas y prestatarios. España es uno de los países accionistas al igual que todos los miembros de la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico). Tiene su sede principal en Washington D.C.
- *Interamerican Development Bank o Banco Interamericano de Desarrollo (IADB o BID)*. Concentra su acción prestataria netamente en América Latina y es la MDB más grande de la región. Sus socios o países miembros no prestatarios son 22 países desarrollados, entre los que se encuentra España, varios países europeos, Estados Unidos y Japón. La sede principal está en Washington D.C.
- *CAF – Banco de Desarrollo de América Latina*. Esta MDB inició sus operaciones en 1970 como un banco de desarrollo subregional, concretamente en la región

de los países andinos (Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia) conocida como la Corporación Andina de Fomento. Para la década de los años noventa se expande a toda América Latina y permite el ingreso de otros países a título de accionistas, entre los que se encuentran hoy en día España y Portugal. Su sede principal se encuentra en Caracas.

- *European Investment Bank o Banco Europeo de Inversiones (EIB o BEI)*. Es la principal MDB comunitaria europea, con sede en Luxemburgo y estando España dentro de sus 5 principales socios. Tradicionalmente no ha sido una entidad bancaria prestataria para proyectos de metro en América Latina, pero en el año 2012 entregó un préstamo por 200 millones de euros para la Línea 1 del Metro de Quito (aproximadamente 257 millones de dólares) (World Bank et al., 2013) abriendo las oportunidades para futuros préstamos en sistemas de ferrocarriles urbanos metropolitanos en la región.

A los bancos ya citados, hay que sumarles una serie de bancos de desarrollo multilateral subregionales o locales como por ejemplo el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES) de Brasil, la Corporación Financiera para el Desarrollo (COFIDE) en Perú, el Banco de Desarrollo del Ecuador (BEDE), entre otros, organismos enfocados igualmente en apoyar proyectos de infraestructuras y con fines de desarrollo económico y social en sus países.

Por otra parte, algunas de estas MDB tienen diferentes brazos financieros o institucionales para atender a diferentes actores interesados en créditos o para ofrecer servicios anexos a la línea principal de préstamos para proyectos. Tomando por ejemplo el caso del Banco Mundial, esta institución maneja cinco organizaciones o agencias dependientes de la matriz, las cuales son (World Bank, 2017):

- *International Bank for Reconstruction and Development (IBRD) o Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF)*. Es la rama principal del Grupo del Banco Mundial, encargado de brindar préstamos a los gobiernos de países de ingresos medios y bajos. En el tema de líneas de metros, esta es la agencia del Banco Mundial encargada de financiar a los gobiernos nacionales, regionales o locales para la construcción de los proyectos. Por norma, esta organización

exige “garantía soberana” para otorgar los créditos, esto significa que el gobierno del país firmará los compromisos de créditos garantizando con todas sus capacidades como gobierno de la nación para honrar en su totalidad la deuda.

- *International Development Association (IDA) o Asociación Internacional de Fomento (AIF)*. Esta organización provee créditos preferenciales (incluso sin intereses) a los países más pobres del mundo. En la práctica, los gobiernos que están interesados en construir líneas de metro sobrepasan el nivel económico exigido por esta organización, por lo que esta agencia no aplica para financiar proyectos de metro.
- *International Finance Corporation (IFC) o Corporación Financiera Internacional (CFI)*. Este es el brazo del Banco Mundial encargado de gestionar créditos al sector privado en países en vías de desarrollo. Para el caso de proyectos de metro en América Latina, esta agencia es ideal para financiar a las empresas privadas que forman parte de las concesiones o PPP cuyo objetivo es levantar un proyecto de metro.
- *Multilateral Investment Guarantee Agency (MIGA) u Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones (OMGI)*. Cuando los créditos no son emitidos a nombre del gobierno de un país y por tanto no hay presencia de la garantía soberana, es necesario gestionar un nivel de garantías y seguros para cubrir los riesgos de que el crédito sea declarado impago. En el caso de proyectos de metro, si el crédito va a ser solicitado por otra organización que no sea el gobierno de la nación, entonces esta agencia puede emitir seguros para cubrir ese crédito
- *International Centre for Settlement of Investment Disputes (ICSID) o Centro Internacional de Arreglo de Diferencias Relativas a Inversiones (CIADI)*. Es una organización que provee las facilidades a nivel internacional para la conciliación y arbitraje en caso de disputas debidas a inversiones. En el caso de proyectos de metro, ante divergencias legales por ejemplo entre el gobierno promotor del proyecto y la empresa privada constructora, es este organismo quien puede resolverlas mediante conciliación o arbitraje.

### 3.8.2.2 *Créditos de la Banca Comercial de Inversión*

A nivel mundial existen varios bancos que se han especializado en ofrecer créditos para inversión. A diferencia de la MDB, en estos bancos prima el objetivo de lucro o de maximizar sus beneficios sin que sea de alto interés el desarrollo de los países a los que presta. Entre algunos de los bancos de inversión se encuentran en Norteamérica los bancos JP Morgan, Goldman Sachs, Morgan Stanley; en Europa están entre otros el Deutsche Bank, Crédit Suisse, UBS; y en Asia algunos de los bancos de inversión notables son el HSBC, Mizuho Financial Group y el Mitsubishi Financial Group.

Estos bancos se fondean con capital privado, a diferencia de la MDB que utiliza primordialmente fondeo gubernamental de los países accionistas de cada MDB. Esto lleva a dos implicaciones: la primera, que la banca comercial de inversión exige mayores tasas de interés que la MDB, y la segunda, que en muchas ocasiones con fin de reducir su exposición al riesgo (y especialmente para proyectos de países en vías de desarrollo) exigen que el receptor del crédito contrate con una aseguradora una póliza para mitigar el riesgo del banco comercial de inversión. El costo financiero de las pólizas de seguros en último término puede ser asociado a un incremento en la tasa de interés (pues ambos computan como costos financieros para el proyecto) y muchos de los bancos comerciales de inversión tienen empresas aseguradoras como subsidiarias, que se encargan de cerrar el negocio (Estache, 2010; Jett, 2019)

Para el caso de los proyectos de metro en América Latina, varios bancos europeos han ofrecido financiamiento, aunque con costos superiores a la MDB. En forma práctica mientras las tasas de interés de la MDB rondan entre 1% a 4% anual, los créditos con banca comercial de inversión pueden tener tasas de interés superando el 10% anual. Es evidente que cualquier ciudad o país privilegiaría la obtención de créditos con la MDB, pero dos situaciones conllevan a que los proyectos de metros en América Latina sean financiados con la banca comercial de inversión:

1. Los bancos multilaterales de desarrollo tienen un nivel muy alto de exigencias en cuanto a estudios de factibilidad, planes de mitigación de riesgos, análisis de impacto ambiental y social, que en muchas ocasiones son muy engorrosos o difíciles de cumplir por parte del promotor del proyecto de metro, sea el

gobierno de la ciudad, regional o nacional. Según los autores Fauré, Prizzon y Rogerson, los MDB son frecuentemente criticados por los retrasos en las negociaciones e implementación, y dichos autores mencionan que el promedio que toma el desembolso de uno de estos créditos por parte del Banco Mundial, ronda entre 12 a 16 meses, y que en general los créditos de las MDB toman entre un año a 10 años en ser aprobados y concedidos (Faure et al., 2015). Ante dificultades para superar los exigentes trámites para la obtención de los créditos y las comprobaciones por parte de la MDB (que en inglés se suele denominar a estos pasos como “due diligence”), en algunas ocasiones el promotor del proyecto se decanta por trabajar con banca comercial de inversión, aunque las tasas de interés sean más altas y por tanto superior el costo del dinero.

2. Para ciertos proyectos en América Latina, el promotor del desarrollo del metro aplica a los dos tipos de banca, es decir en primera instancia aplica a créditos de la MDB y los obtiene, pero al no poder cubrir el total del portafolio de financiamiento, se ve en la necesidad de complementarlo con otros créditos de la banca comercial de inversión. También puede darse el caso, en una concesión de tipo PPP, que por un lado el promotor del proyecto (gobierno de la ciudad o estado) aplique a un crédito con la MDB y el consorcio concesionario aplique a un crédito con banca comercial de inversión para cubrir su parte correspondiente de la concesión (Estache, 2010).

### *3.8.2.3 Créditos de la Banca de Exportación e Importación y de las Agencias de Créditos de Exportación*

Los Bancos de Exportación e Importación, en inglés llamados Export and Import Banks y abreviados como EXIM Banks, al igual que las Agencias de Créditos de Exportación, en inglés llamadas Export Credit Agencies y abreviadas como ECA cumplen una función muy particular en la provisión de créditos para proyectos de ferrocarriles urbanos metropolitanos, pues usualmente aportan fondos para la adquisición de material rodante o de elementos electromecánicos o ferroviarios del proyecto.

Los Exim Banks y las ECAs son entidades privadas o cuasi gubernamentales cuya función como intermediarios es gestionar créditos ofrecidos por el gobierno nacional de un país para el beneficio de empresas manufactureras y/o exportadoras de ese país, que a su

vez venden bienes hacia otros países (Gianturco, 2001; Turguttopbas, 2013). Las ECAs tienen dos roles principales, el primero de servir como entidades prestatarias para exportadores o inversionistas (especialmente en el caso de PPP), y el segundo que es la provisión de garantías o seguros que mitiguen o cubran los riesgos no comerciales (Wamuziri & Jiang, 2008). La actividad de las ECAs es preponderante a nivel mundial, acorde al autor Gianturco, se generan más préstamos a cargo de las ECAs que de la MDB y uno de cada ocho dólares del comercio mundial fue financiado con créditos de las ECAs (Gianturco, 2001). Además, dado que los créditos gestionados por las ECAs son destinados para las empresas manufactureras exportadoras de un país, al promover la producción de bienes y generar exportaciones están a la par desarrollándose fuentes de empleo en el país que otorga los créditos, mientras que para el país que los recibe (usualmente países en vías de desarrollo) constituyen una oportunidad para desarrollar infraestructura o equipamientos necesarios para dinamizar su economía, a la par que existen transferencias de tecnología y asistencia técnica (Gianturco, 2001).

En el caso de proyectos de ferrocarriles urbanos metropolitanos en América Latina, las ECAs pueden aportar para que se extiendan créditos que cubran la exportación de bienes manufacturados como son el material rodante, los sistemas de señalización ferroviaria, los equipos de comunicaciones, ventilación, subestaciones eléctricas, equipos y herramientas de taller, entre otros. Varios han sido los proyectos de metros en América Latina que han recibido fondos provenientes de países desarrollados mediante la gestión de las ECAs. Un claro ejemplo de ello fue el crédito gestionado por el Fondo de la Internacionalización de la Empresa (FIEM) de España, para que el Instituto de Crédito Oficial (ICO) actuando en nombre y representación del Gobierno de España, otorgase un crédito por poco más de 183 millones al Gobierno de Ecuador para la adquisición de 108 vagones para el proyecto de la Línea 1 del Metro de Quito (Municipio de Quito, 2016). Con dicho crédito la empresa pública del Metro de Quito (el promotor) pudo abrir una licitación por el material rodante, con la condición de que el proveedor estuviese capacitado para recibir el crédito de parte del FIEM – ICO, siendo el ganador de la licitación la empresa española manufacturera exportadora de material rodante CAF (Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles). Las condiciones del crédito fueron muy atractivas para el Metro de Quito, pues la tasa de interés correspondía a 0,75% anual,

con un período de pago de 26 años que incluía 6 años de gracia (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2017).

Entre las ECAs más destacadas de los países desarrollados, sin ser esta una lista exhaustiva, se puede citar a las siguientes (Gianturco, 2001):

- Alemania: Euler Hermes Kreditversicherungs-AG
- Austria: Oesterreichische Kontrollbank Aktiengesellschaft (OeKB)
- Canadá: Export Development Corporation (EDC)
- Corea del Sur: The Export-Import Bank of Korea (KEXIM)
- Estados Unidos de América: Export-Import Bank of the United States (Ex-Im Bank)
- España: Fondo de la Internacionalización de la Empresa (FIEM), Compañía Española de Seguros de Crédito a la Exportación (CESCE)
- Francia : Compagnie Française d'Assurance pour le Commerce Extérieur (COFACE)
- Israel: Israel Foreign Trade Risks Insurance Corporation (IFTRIC)
- Italia: Servizi Assicurativi del Commercio Estero S.p.A. (SACE)
- Japón: Export Import Bank of Japan (JEXIM), Japan Bank for International Cooperation (JBIC)
- Países Bajos: Atradius
- Portugal: Companhia de Seguro de Créditos (COSEC)
- Reino Unido: Export Credits Guarantee Department (ECGD)

#### *3.8.2.4 Los Mecanismos Crediticios de China*

Un caso muy especial es el que se suscita con los financiamientos que provee el gobierno de China para inversión en infraestructuras en general, pero del cual ya ha habido créditos específicos para obras de ferrocarriles en América Latina.

En América Latina, China pasó de ser un actor medianamente relevante en cuanto a exportaciones e importaciones allá en la década de los 90s al 2000, para en una década llegar a ser uno de los tres principales mercados para la región, y de manera especial el socio principal en varios países sudamericanos (Slipak, 2014). Este mismo autor señala,

además, que la mayoría de las exportaciones de los países de América Latina a China se concentran en productos primarios agrícolas, minerales y petróleo, usualmente denominados en inglés *commodities*. Pero la presencia de China en la región no se limita al comercio de bienes y productos manufacturados, pues está participando activamente en emisión de créditos para los países de la región, muchos de los cuales están destinados a infraestructura. China se ha convertido en el mayor prestamista en América Latina en los últimos años, otorgando 75,000 millones de dólares en el período comprendido entre 2005 a 2010, muy por encima de la cartera conjunta de créditos otorgados por el BID, el Banco Mundial y el EXIM Bank de Estados Unidos (Abdenur & Marcondes de Souza Neto, 2013). De esos montos de créditos, aproximadamente 12,000 millones estuvieron destinados a proyectos de ferrocarriles, concretamente exportación de trenes fabricados en China para uso en Argentina (Gallagher et al., 2013), aunque firmas chinas han mostrado su interés para realizar fuertes inversiones en las líneas de metro que están en construcción en Quito y Lima (Diario El Telégrafo, 2015; Diario Perú 21, 2018).

Pero el modelo de financiamiento chino tiene varias particularidades y no está exento de problemas. En primer lugar, varios autores coinciden en que los préstamos chinos suelen estar condicionados con el pago en especies, mediante *commodities* (principalmente granos y petróleo) a precios reducidos para China y poco ventajosos para el país receptor del crédito (Gallagher et al., 2013; Slipak, 2014).

En segundo lugar, los créditos chinos con frecuencia traen condiciones que exigen que se adquieran bienes chinos y que una constructora china se encargue de la obra (Gallagher et al., 2013) restando grados de libertad a los procesos de licitaciones de diseño y construcción de sistemas de ferrocarriles urbanos metropolitanos. Por ejemplo, si la Municipalidad de Quito hubiera aceptado la oferta de China para otorgar un crédito que cubra en su totalidad las necesidades financieras para la Línea 1 del Metro de Quito, eso hubiera implicado que el gobierno de China designaba cual empresa china constructora hubiera desarrollado la obra, así como hubiera designado cual empresa se hubiera encargado de los diseños, y cual empresa china se encargaba de manufacturar los trenes. En la gran mayoría de los casos la designación de esas

empresas habría sido directamente por el gobierno de China hacia empresas de derecho público de su país, sin que exista un proceso licitatorio competitivo.

Finalmente, existen frecuentes acusaciones de que las empresas constructoras chinas no respetan normas ambientales y que hay reclamos o hasta juicios sobre incumplimiento a las legislaciones laborales y fiscales de parte de estas empresas chinas con los gobiernos de los países de América Latina (Abdenur & Marcondes de Souza Neto, 2013; Gallagher et al., 2013).

Aunque a primera instancia al promotor de la obra todos estos problemas le pueden generar aversión al momento de considerar la opción de adquirir créditos chinos, un análisis más profundo puede llevar a considerar seriamente la opción de conseguir créditos para infraestructura, por su agilidad en el trámite y la posibilidad de garantizarlos a cambio de *commodities*. En definitiva, el modelo crediticio (y de contratación y construcción) chino está muy presente en los países de América Latina, con las ventajas y riesgos que representa.

### **3.9 DEFINICIÓN Y TIPOLOGÍAS DE CONCESIÓN, ASOCIACIÓN PÚBLICO-PRIVADA Y MODELOS ESTRATÉGICOS DE CONTRATACIÓN PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN PROYECTO DE METRO**

Aunque en los últimos años se ha puesto muy de moda el uso del concepto de *Public-Private Partnerships* (PPP) o su traducción al español citada como Asociaciones Público-Privadas o Colaboraciones Público-Privadas, en la práctica hay discrepancias para definir exactamente qué abarca este concepto. El propio Fondo Monetario Internacional, uno de los impulsores de este tipo de colaboraciones, menciona que “No hay un claro acuerdo en qué constituye o no constituye una PPP” (International Monetary Fund, 2004). Es razón por la cual en esta tesis se ha preferido presentar estos diferentes mecanismos de trabajo entre entidades públicas y privadas, como “Modelos estratégicos de contratación para el diseño, construcción y operación de un proyecto de metro”, en una búsqueda por identificar todos los modelos que en la práctica sirvan

como fórmulas contractuales y de trabajo entre diferentes actores o partícipes de una línea o sistema de metro.

### **3.9.1 Factores que determinan la tipología de modelos estratégicos de contratación**

A lo largo de las tres macro etapas de los proyectos de metro (diseño, construcción y operación), existen varios modelos estratégicos de contratación que surgen como fruto de tres factores primordiales que determinan claramente cómo se va a comportar el proyecto a lo largo de los años o décadas siguientes:

1. La definición de quién asume el riesgo en cada etapa
2. La participación de actores públicos y privados, y
3. El nivel de integración de los contratos o la independencia entre los mismos a lo largo de las diferentes etapas del proyecto.

El primer factor correspondiente a “¿quién asume el riesgo en cada etapa del proyecto?” tiene una alta trascendencia, pues en los modelos estratégicos se establece contractualmente la forma en que se asume el riesgo en las etapas cubiertas, ya sea por el promotor del proyecto o en las etapas cubiertas por el empresario contratista, con su correspondiente valoración financiera del riesgo y con las responsabilidades a las cuales se compromete cada uno de los actores. Sin embargo, no siempre se establece con claridad esas responsabilidades y así se observa que la carencia de definición de quien asume el riesgo en cada etapa se puede volver una trampa muy compleja para el proyecto, y en ocasiones hasta llevar a que fracase por largas demoras y sobrepagos o hasta la cancelación del proyecto. Ejemplo de proyectos con alto retraso en sus actividades son la línea 2 del Metro de Lima, que, debido a la falta de una definición clara de responsabilidades entre el promotor y el contratista, tuvo unos avances de apenas el 24% del desarrollo de la obra para 2019, año en que el contratista debía entregar ya concluida la construcción (Cieza Montenegro, 2019; Velásquez Jara, 2018).

El segundo factor habla sobre la participación de entidades del sector público o empresas privadas en los modelos estratégicos de contratación. Como se vio anteriormente, la participación del empresario privado se concentra en algunas etapas

del proyecto mientras que las entidades públicas están restringidas o enfocadas a otras etapas (Abd Karim, 2011; Ke et al., 2010). Además, en transporte público hay ciertos riesgos que no pueden ser asumidos en su totalidad por el empresario privado, como es el caso de ingresos insuficientes debido a baja demanda de pasajeros, mientras que la administración pública sí puede aceptar un proyecto de metro en donde los ingresos debidos al pasaje no sean los suficientes para cubrir gastos, por ello la definición de participación pública o privada es fundamental en las diferentes fases del proyecto, según lo haya decidido el promotor de la obra.

Finalmente, el tercer factor establece el nivel de “integración contractual” que establecerá el promotor del proyecto a lo largo de las tres macro etapas. Este concepto de integración contractual, que en inglés suele ser denominado como “*contract bundling*” está relacionado a la posibilidad de que se hagan contratos en serie o en paralelo para cubrir diferentes etapas y actividades del desarrollo del proyecto, desde su inicio en la planificación, hasta su fin en la operación ferroviaria, presentando una serie de aspectos favorables y desfavorables (Iossa & Martimort, 2015)

Las opciones cubren una amplia gama, teniendo en el extremo el enfoque de proyecto de baja integración contractual, lo cual significa varias capas o procesos progresivos de contratación y gestión, en donde el promotor del proyecto se encarga de licitar y administrar uno por uno diferentes contratos para cubrir todas las macro etapas; hasta el polo opuesto con elevada integración contractual, que corresponde a los proyectos denominados “llave en mano” o “*turn key*” en inglés, en los cuales el promotor del proyecto cede la actividad en las diferentes macro etapas en manos de una empresa contratista, que se encargará absolutamente de todo (Clemente 2013).

Los tres factores están íntimamente relacionados, pues la gestión del riesgo estará influenciada por la participación de entidades públicas o de empresas privadas, ya que las últimas por la concepción de lucro (y el riesgo de quiebra) tienen un nivel máximo tolerado de aceptación de riesgos, mientras que las primeras pueden aceptar cualquier nivel de riesgo financiero en tanto cuanto cumpla con la legislación y la visión de

bienestar para la sociedad<sup>7</sup>. Por otro lado, la mayor o menor integración contractual también afecta los niveles de admisión y tolerancia al riesgo, por la forma en que se administran las interfaces entre una y otra etapa, y el control de las actividades. Cada caso como se verá más adelante tiene sus pros y sus contras.

A pesar de que se puede pensar que es muy clara la importancia de definir apropiadamente los tres factores antes citados, la revisión de la literatura científica evidencia que en la mayoría de proyectos no hay una acertada definición de los niveles de riesgo asumido por cada uno de los actores en función de los contratos firmados y hace hincapié en asumir esa distribución del riesgo, de manera particular con los riesgos de precios en la construcción y con los de ingresos asociados a la demanda (Carpintero & Petersen, 2015; Ortega et al., 2016; Roumboutsos & Pantelias, 2015; Siemiatycki & Friedman, 2012).

Ya en la definición detallada sobre los diferentes modelos estratégicos de contratación y gestión, es necesario introducir algunas explicaciones. Lo primero es que se utiliza con mucha frecuencia la terminología en inglés de cada uno de esos modelos, así como sus siglas. Lo segundo, es que contractualmente pueden tener denominaciones o nombres según los países donde se firmen los contratos, pero las tipologías de modelos según lo que conceptualmente abarcan, representan condiciones equivalentes en los tres factores anteriormente mencionados: 1) definir quien asume el riesgo, 2) la participación de públicos y privados, y 3) el nivel de empaquetamiento o integración contractuales.

Diferentes autores brindan un surtido de opciones de modelos, aunque la mayoría de ellos tiene clasificaciones muy similares entre sí (Berrone et al., 2018; Carmona, 2010; Iossa & Martimort, 2015; Pulido, 2016; Reddy & Sharma, 2017). De las varias alternativas encontradas, por la claridad en la definición, se tomará como punto de partida la clasificación realizada por la investigadora Anna Wojewnik-Filipkowska de la

---

<sup>7</sup> Un proyecto evaluado desde una perspectiva estrictamente financiera sólo responde a las utilidades o beneficios que se perciban a partir de sus flujos de caja, mientras que el mismo proyecto evaluado desde una perspectiva económica social, a más de las utilidades obtenidas desde los flujos de caja, también responde al cálculo de las externalidades, así como a las correcciones debidas a impuestos o subsidios. El análisis económico social puede dar por válido un proyecto que financieramente no sea rentable, pero eso sólo lo puede admitir una entidad del sector público.

Universidad de Gdansk en Polonia quien cita los modelos contractuales y el nivel de involucramiento.

Es fundamental acotar que de manera transversal a los tres macroprocesos descritos anteriormente: Diseño (D), Construcción (B), y Operación (O), sucede con frecuencia que no se cuenta en ese momento con recursos financieros propios, lo que lleva a la necesidad de recurrir a fuentes de financiamiento. Dicho de otra forma, el Financiamiento (F) es por sí mismo un cuarto macroproceso, transversal a los otros descritos, sea que entre en el proceso contractual como uno de los modelos descritos por Wojewnik-Filipkowska, o sea que se recurra a otras fuentes para lograr el financiamiento, las cuales estén fuera del proceso contractual escogido.

Para ello la autora establece seis diferentes modelos contractuales a los cuales designa según las iniciales de las etapas de enfoque del contrato de la siguiente manera y que se presentan en la tabla 1 (Wojewnik-Filipkowska, 2012):

- **DB** = Design-Build, por sus siglas en inglés, es decir Diseño y Construcción
- **DBO** = Design-Build-Operate, por sus siglas en inglés, es decir Diseño, Construcción y Operación
- **DBFO** = Design-Build-Finance-Operate, por sus siglas en inglés, es decir Diseño, Construcción, Financiamiento y Operación
- **BOT** = Build-Operate-Transfer, por sus siglas en inglés, es decir Construcción, Operación y Transferencia al propietario o promotor de la obra
- **BOOT** = Build-Own-Operate-Transfer, por sus siglas en inglés, es decir Construcción, Propiedad (temporal), Operación y Transferencia al propietario o promotor de la obra, y
- **BOO** = Build-Own-Operate, por sus siglas en inglés, es decir Construcción, Propiedad (permanente) y Operación

Cabe resaltar que la autora puntualiza que conforme el modelo contractual se encuentra más a la izquierda en su tabla, habrá menor transferencia de riesgo del sector público a la empresa privada, y menor empaquetamiento o integración contractual, mientras que cuanto más se encuentre el modelo contractual a la derecha de la tabla, existirá mayor

transferencia de riesgo del promotor público hacia los empresarios privados y más fases contractuales empaquetadas o integradas (Wojewnik-Filipkowska, 2012).

Enfoque del contrato	Modelos contractuales					
	DB	DBO	DBFO	BOT	BOOT	BOO
Design (Diseño)	Empresa privada	Empresa privada	Empresa privada	Promotor Público	Promotor Público	Promotor Público
Build (Construcción)	Empresa privada	Empresa privada	Empresa privada	Empresa privada	Empresa privada	Empresa privada
Finance (Financiamiento)	Promotor Público	Promotor Público	Empresa privada	Empresa privada	Empresa privada	Empresa privada
Operate (Operación)	Promotor Público	Empresa privada				
Own (Propiedad)	Promotor Público	Promotor Público	Promotor Público	Promotor Público	Empresa privada	Empresa privada

*Tabla 3: Modelos contractuales acorde a las etapas de enfoque del contrato. Fuente: Wojewnik-Filipkowska (2012)*

Después de la revisión de la gestión o transferencia de riesgo entre público a privado, se debe tomar en cuenta el nivel de integración que existe entre los diferentes actores del proyecto. En muchas ocasiones, los proyectos ferroviarios metropolitanos urbanos son desarrollados por un consorcio, una unión temporal de empresas que involucra a empresas muy diversas, desde una constructora que se encarga de las primeras etapas de diseño y construcción de la obra, hasta empresas especializadas en la operación, empresas fabricantes de material rodante y empresas expertas en mantenimiento, las cuales se encargarán de las últimas etapas del proyecto.

Existen modelos estratégicos de contratación con alta integración entre sus asociados, en donde un solo consorcio está a cargo del proyecto, pudiendo tomarlo desde las tempranas etapas de estudios y diseños, pasando por la construcción, hasta llegar a la operación. En estos casos esa empresa líder actúa como único vocero a nombre de los contratistas, y a su vez organiza el trabajo y actividades de las otras empresas. Esto es más usual en los modelos del tipo DBFO, BOO y BOOT, aunque estudios como el de Carpintero y Petersen muestran que incluso dentro de contratos tipo Asociación Pública Privada (PPP por siglas en inglés) puede haber grandes diferencias de acuerdo con la agrupación contractual y la organización de las funciones entre las empresas

participantes, que resultarán en interfaces más eficientes y menores costos, en especial de operación (Carpintero & Petersen, 2015).

Si bien la clasificación de Wojewnik-Filipkowska es muy útil como punto de partida, es necesario adaptarla para los modelos estratégicos que se utilizan en los proyectos de metro en América Latina, lo que permitirá una mejor comprensión de las tipologías de modelos presentadas en artículos anteriores, pero para el caso concreto de este estudio sobre Asociaciones Público-Privadas en metros de la región.

En primer lugar, hay que incluir un modelo estratégico contractual tradicionalmente usado en América Latina, que consiste en sucesivas licitaciones independientes entre sí, lideradas por la administración pública o el promotor del proyecto, y que se desarrollan progresivamente en serie una tras otra, con una paridad de cada licitación para con cada una de las actividades dentro de las macro etapas, cual si fueran diferentes capas de contratación. Por la forma de ejecución de este modelo estratégico, se le denominará en este trabajo “contratación por capas”.

En segundo lugar, es necesario reducir algunos modelos estratégicos que no son aplicables para el transporte público de tipo ferroviario en América Latina, como es el caso de los modelos BOOT (Construcción, Operación, Propiedad temporal y Transferencia al promotor del proyecto) y BOO (Construcción, Operación, Propiedad permanente) que involucran no solamente la operación del metro, sino también su propiedad a nivel contractual durante un período de tiempo, y dicha instancia de propiedad no es factible acorde a las legislaciones de la región. Además, no se ha encontrado ningún modelo estratégico de contratación en América Latina para los modelos BOOT y BOO.

Finalmente es necesario incorporar una alternativa a la construcción de obra civil, que corresponde al equipamiento de material rodante y/o sistemas electromecánicos, de telecomunicaciones y ferroviarios y que se denominará Equipamiento o Equipment y se abreviará por (E). Además, la participación en Asociaciones Público-Privadas mediante la inversión en Equipamiento es utilizada con mucha frecuencia en la actividad de trenes ferroviarios urbanos metropolitanos.

Con estas modificaciones sobre las tipologías conceptuales, adaptando al negocio de ferrocarriles urbanos metropolitanos y a la región de América Latina, se presenta la revisión de los modelos contractuales de desarrollo y gestión de proyectos de metro en la región, que serían los siguientes:

- Modelo convencional o por “Capas” contractuales,
- Modelo Design – Build (DB),
- Modelo Build – Operate – Transfer (BOT),
- Modelo Equip – Operate – Transfer (EOT) y
- Modelo Design – Build – Finance – Operate – Transfer (DBFOT).

En la tabla número 4 se puede observar las diferentes tipologías de estos modelos, con la correspondiente participación de los sectores público y privado en cada una de las etapas de los proyectos de metro en América Latina. Cada uno de estos modelos tiene sus ventajas y desventajas, y en capítulos posteriores de este estudio se revisarán los elementos que se han identificado como factores de éxito, problemas o incluso de fracaso de cada modelo.

ETAPAS	MODELOS ESTRATÉGICOS CONTRACTUALES				
	Capas	DB	EOT	BOT	DBFOT
Design (Diseño)	Promotor Público	Empresa Privada	Promotor Público	Promotor Público	Empresa Privada
Build (Construye)	Promotor Público	Empresa Privada	Promotor Público	Empresa Privada	Empresa Privada
Equip (Equipa)	Promotor Público	Promotor Público	Empresa Privada	Empresa Privada	Empresa Privada
Finance (Financia)	Promotor Público	Promotor Público	Mayoría Público	Ambas partes	Ambas partes
Operate & Maintain (Opera y mantiene)	Promotor Público	Promotor Público	Empresa Privada	Empresa Privada	Empresa Privada

*Tabla 4: Modelos estratégicos contractuales acorde a las etapas del proyecto y la participación de los actores. Ajuste para líneas y sistemas de metro en América Latina. Fuente: Elaboración Propia*

### **3.9.2 Modelo convencional por “Capas de contratación”**

Tradicionalmente usado por las administraciones públicas en América Latina, el modelo convencional por “capas” (o layers en inglés) de contratación consiste en sucesivas licitaciones y contratos gestionados por la administración pública a lo largo de las macroetapas del proyecto.

En este modelo la gestión del riesgo y los interfaces entre las etapas están completamente en manos de la administración pública, por tanto, el éxito o fracaso del proyecto depende en mayor medida del promotor del proyecto. El financiamiento también corre a cuenta del promotor del proyecto, y las empresas privadas que participan lo hacen en simple instancia o condición de contratistas bajo el régimen de licitación de contrato de diseños, obra, o de subcontratos de mantenimiento, limpieza, seguridad, entre otros.

Un análisis riguroso de este modelo contractual, no permite incluirlo como un formato de Asociación Público-Privada, pues el empresario privado no aporta capital en el proyecto, ni asume riesgos sobre el mismo.

Ejemplos de desarrollos contractuales usando este modelo son las recientes líneas 12 del Metro de México (Sistema de Transporte Colectivo - STC, 2014) y la línea 1 del Metro de Quito (Metro de Madrid, 2011b).

### **3.9.3 Modelo Design – Build (DB)**

Para este modelo la administración pública cede la iniciativa en manos del sector privado en los procesos de las fases iniciales de estudios y diseños, así como en la construcción, para posteriormente retomar el control sobre el proyecto cuando ya se llega a la etapa de operación.

El promotor del proyecto, al igual que en el modelo anterior, es el responsable del financiamiento integral del proyecto, así como de la operación y mantenimiento; mientras que las responsabilidades del contratista constructor son limitadas pues en la

mayoría de los casos sólo se trata de un contrato de prestación de servicios. El riesgo lo lleva el sector público, el promotor del proyecto, pero a diferencia con el modelo anterior por capas, en este modelo ya existe una forma de empaquetamiento o integración contractual, pues el contratista ya desarrolla de manera integrada dos etapas completas, el diseño y la construcción.

Vale pensar que al ser el propio constructor el que realiza por sí mismo los diseños de ingeniería, ya en este caso el promotor del proyecto ha perdido control sobre esas dos etapas quedando en manos de la buena fe sobre un desempeño apropiado de parte del contratista y que no se generen sobrecostos en diseños o en construcción, que el promotor del proyecto ya no puede controlar apropiadamente. Por otro lado, como factor positivo se puede citar que el contratista puede resolver en mejor forma la interfase de diseño con construcción y no va a tener que lidiar con problemas de diseños inejecutables o de construcción con vacíos o carencias de diseño.

A este modelo, en la órbita norteamericana también se lo suele denominar EPC por sus siglas en inglés de Engineering, Procurement and Construction, que traducidas al idioma español significan diseños de ingeniería, adquisiciones y construcción.

Ejemplo de un contrato DB o EPC en metros de América Latina corresponde a la Línea 1 del Metro de Panamá en donde el promotor del proyecto era el Gobierno de Panamá y el contratista el consorcio formado por las constructoras Odebrecht de Brasil y FCC de España (Metro de Panamá, 2010).

#### **3.9.4 Modelo Build – Operate – Transfer (BOT)**

Posiblemente el modelo de PPP más conocido a nivel mundial es el BOT, por sus siglas en inglés equivalentes a construye, opera y transfiere o devuelve). Para este caso, la responsabilidad del promotor del proyecto recae en la etapa de diseños de ingeniería, mientras que, en las otras etapas de construcción, y en especial la operación y mantenimiento se transfiere toda la responsabilidad a cargo del contratista.

Además de la asignación del riesgo entre público y privado, en este modelo el factor de empaquetamiento o integración contractual es muy superior al anterior, porque la

misma empresa se hará cargo de la construcción, operación y mantenimiento del proyecto, lo cual usualmente implica un horizonte de entre 20 a 35 años de actividad.

El financiamiento suele ser responsabilidad compartida entre las dos partes, dependiendo de las etapas en las que se halle, o de los acuerdos que se presenten entre promotor y contratista. Este modelo puede ser sustituido o alternado en su uso con el modelo EOT, el cual se verá a continuación. Un caso reciente es la construcción del Metro de Lina en su tramo 2 como parte de la expansión de la Línea 1 que coincide como un claro ejemplo de modelo BOT (de Oliveira Ferreira, 2002).

### **3.9.5 Modelo Equip – Operate – Transfer (EOT)**

Está entre los modelos que más ha sido utilizado en América Latina en concesiones de metro con la participación del sector privado. Las siglas en inglés traducidas al español tienen el significado de equipar, operar y transferir o devolver. En este modelo el promotor del proyecto o el gobierno se encargan de los diseños y la construcción de la obra civil, mientras que la empresa privada toma a cargo la provisión de equipamiento como material rodante, sistemas electromecánicos, de telecomunicaciones, y equipos ferroviarios, para posteriormente realizar la operación y mantenimiento de la línea o sistema de metro.

Se suele dar un cofinanciamiento, por cuanto el sector público corre con la inversión de diseños y obra civil y el sector privado con la inversión correspondiente a trenes y equipos. Ejemplos de este modelo son: el caso del Metro de Rio de Janeiro para el año 1998 que tuvo un proceso concesional que involucró un claro ejemplo de modelo EOT (Phang, 2007a; J. M. Rebelo, 1999), la concesión del Subte de Buenos Aires (Phang, 2007a; J. Rebelo, 2006), la línea 1 del Metro de Lima (Ositran, 2017) y la Línea 4 de Sao Paulo (Brandão et al., 2012; Jorge Secall, 2014).

### **3.9.6 Modelo Design – Build – Finance – Operate – Transfer (DBFOT)**

Este modelo involucra una integración vertical para todas las etapas de un proyecto de metro, teniendo un claro liderazgo por parte de la empresa privada, y más bien muy limitada participación del promotor del proyecto, la administración pública. De la misma

manera, la responsabilidad y asunción del riesgo recae muy fuertemente en el contratista privado, puesto que él manejará todas las etapas a su cargo. Se trata un modelo en donde el empresario privado participa elaborando los diseños y continúa en permanente participación hasta la operación y mantenimiento, a lo largo de todas las etapas, y con control propio de cada una de las interfases entre las etapas.

Ejemplos de estos modelos son la Línea 2 del Metro de Lima (Tejerina, 2016) y la Línea 6 del Metro de Sao Paulo (Pulido, 2014).

Con la explicación de los diferentes modelos estratégicos de contratación ya ajustados para el caso de ferrocarriles urbanos metropolitanos en América Latina, se puede hacer un resumen de cómo responden cada uno de los modelos hacia los tres factores de definición del modelo contractual, que se analizaron en el apartado 3.9.1. tal cual se presenta en la tabla #5. Como se puede observar, conforme se avanzan a modelos más complejos en la clasificación de la tabla, de la misma forma en los tres factores se observa una evolución progresiva:

- En el riesgo asumido se pasa de niveles muy bajos por parte del sector privado en el modelo por capas, a un alto compromiso de riesgo en modelos DBFOT
- En los roles público/privado, de la misma forma, pasa de involucramiento bajo del sector privado en el modelo por capas, a predominio en el modelo DBFOT
- En la integración contractual, se pasa de nula integración en el modelo por capas a integración total en el modelo DBFOT

	Factores de definición del modelo contractual		
Modelo	1.- Riesgo asumido sector Privado	2.- Roles Público/Privado	3.- Integración Contractual
Por capas	Muy bajo. Promotor proyecto en forma total	Ente público domina la contratación. Privados sólo ejecutan	Ninguna

<b>DB</b> (Design, Build)	Bajo. Constructor asume riesgos de su propio oficio y de sus propios diseños	Preponderancia del constructor en etapa de desarrollo obra civil. En el resto, ente público domina	Baja. Privado maneja integración en etapa de diseño y construcción
<b>EOT</b> (Equip, Operate, Transfer)	Medio. Empresa privada asume menos riesgos que en el modelo BOT porque no hay construcción, pero si operación	Predomina el sector privado, aunque en menor medida que BOT, pues construcción no es parte de la APP	Intermedia. Empresa privada de la APP maneja interfases de equipamiento y operación, pero no controla construcción
<b>BOT</b> (Build, Operate, Transfer)	Alto. Empresa privada maneja riesgos en construcción, pero sobre todo en operación	Predomina el sector privado en la mayor parte del proyecto, no sólo construcción sino también operación	Muy alta. Empresa privada de APP maneja interfases de construcción, equipamiento y operación al mismo tiempo
<b>DBFOT</b> (Design, Build, Finance, Operate, Transfer)	Altísimo. Empresa privada de APP maneja todas las etapas e inclusive asume buena parte del financiamiento	Predominio total del sector privado. Ente público apenas tiene cierto control en supervisión.	Integración total. Todas las interfases las controla la empresa privada de la APP

*Tabla 5: Modelos estratégicos de contratación ajustados para metros en América Latina y los factores de definición del modelo contractual. Fuente: Elaboración Propia*

## 4 ANÁLISIS DE LAS LÍNEAS DE METRO EN AMÉRICA LATINA

En este capítulo se realizará un estudio sobre las diversas líneas de ferrocarriles metropolitanos urbanos o metros, que existen en la región de América Latina. En primera instancia se presentan los datos estadísticos descriptivos de los sistemas de la región, para proceder más adelante a realizar comparaciones de las métricas y parámetros que informa cada uno de los propietarios de las operaciones de metro. Finalmente se estudian los factores o variables preponderantes en los sistemas de la región.

El punto de partida para estudiar a los sistemas de metro en América Latina es establecer cuáles de las infraestructuras férreas corresponden a un metro, o pueden ser catalogados como tales. No existe una autoridad internacional que pueda determinar de antemano cuales sistemas son y cuales no entran en tal clasificación, por lo cual se debe estudiar caso por caso para clasificar de forma apropiada.

Para poder decidir cual sistema férreo calza en el rango de un ferrocarril metropolitano urbano o metro, es menester realizar una revisión teórico conceptual de las tipologías de trenes que sirven a entornos urbanos. Existen tres modalidades férreas principales que son (Banco Mundial, 2002):

1. Tranvías. - Son los trenes urbanos más antiguos que existen, pues se remontan a 1807 en Gales y han tenido una fuerte aceptación en países de Europa y América. Tuvieron una “edad de oro” allá por finales del siglo XIX e inicios de siglo XX. En las últimas décadas han tenido un resurgimiento con material rodante que incorpora diseños modernos y actualizados.

Los tranvías se encuentran presentes tanto en ciudades de gran tamaño, en calidad de líneas auxiliares de las líneas principales y de mayor carga de pasajeros, como en ciudades de mediano tamaño, en las cuales se convierten en el eje primario de transporte público.

Tradicionalmente han compartido espacio en calles y avenidas con el tráfico normal de automóviles, aun cuando en ocasiones suele existir una pequeña segregación de este sea por pequeñas diferencias en la calzada o por mecanismos de separación como bolardos o barreras.

Existen versiones singulares de tranvías, partiendo del Tren – Tram que permite circulación tanto en entornos urbanos como en movimientos interurbanos o regionales, o el caso de los Metros ligeros, que se encuentran a medio camino entre un tranvía y un metro pesado.

2. Metros pesados. - Arrancan con la primera línea del *Underground* de Londres, para luego ser adoptados en las ciudades más populosas del mundo. De entre todos los sistemas de transporte masivo, el metro es el que tiene mayor capacidad de carga de pasajeros.

Su principal característica es que maneja segregación total de cualquier otro medio de transporte, tanto en sentido horizontal (con vallas que aíslan sus vías y rieles) como vertical (funcionando a nivel elevado sobre viaductos o en forma subterránea en zanjas o túneles). Ese derecho de vía propio hace que no se afecten por cualquier nivel de tráfico callejero, brindándoles altos niveles de servicio, frecuencias y en últimas cortos tiempos de trayecto.

En otros idiomas suelen ser denominados *Subway, Rapid Transit, U Bahn*.

3. Trenes de cercanías. - Físicamente son bastante parecidos a un metro pesado, pero el elemento que los distingue es que están diseñados para servir a zonas suburbanas de una ciudad principal, o a ciudades dormitorio o ciudades satélite de una gran urbe, usualmente localizadas a menos de 100 km del centro de la ciudad principal. Sus intervalos de operación no son tan frecuentes como los de un metro y suelen tener más bien horarios fijos de paso.

En otros idiomas suelen ser llamados *Commuter Rail, Tren de Banlieue, S Bahn*.

Aparte de estos tres tipos principales, hay una gran variedad de subtipos entre unas y otras de estas opciones.

A continuación, se resume en la tabla 6 las características que definen a cada uno de estos sistemas. La información se ha obtenido de textos del Banco Mundial, de las

Naciones Unidas y de la cooperación alemana (Banco Mundial, 2002; GTZ & Wright, 2005; Habitat, 2013) y se ha compilado en valores referenciales para cada tipología:

Variable	Tranvías	Metros pesados	Trenes de cercanías
Segregación de tráfico	Baja: ciertas barreras o comparte calzada	Total: separación horizontal y vertical	Media: vía férrea segregada, comparte con otros trenes
Derecho de vía	Usualmente a nivel	Usual en subterráneos o elevados (viaducto), rara vez a nivel suelo	Usualmente a nivel de suelo
Frecuencias de tránsito de trenes	Bajas a medias frecuencias, 5 a 10 trenes por hora	Medias a altas frecuencias. 10 a 20 trenes por hora	Muy bajas, y con horarios específicos de salidas
Sistemas de seguridad de conducción	Conducción a la vista sin seguridad o bajos niveles	Automatización ferroviaria: ATP, ATO, UTO <sup>8</sup>	Ciertos sistemas de seguridad puntuales o en ocasiones ATP
Separación estaciones	400 a 800 metros entre estaciones	600 a 1400 metros entre estaciones	2 a 6 km entre estaciones
Capacidad de carga	5.000 a 15.000 pphpd <sup>9</sup>	20.000 a 80.000 pphpd	10.000 a 30.000 pphpd
Longitud de estaciones	40 a 80 metros	60 a 150 metros	Hasta 200 metros
Tipo trenes y composición	Eléctricos, con 3 a 5 módulos (no vagones)	Eléctricos, con 3 a 8 vagones	Eléctricos o a diésel, con 5 a 10 vagones
Forma de viaje de los pasajeros	Algunos asientos, mayoría de los pasajeros de pie	Muy pocos asientos, casi todos los pasajeros de pie	La mayoría de los pasajeros sentados
Altura andén respecto al nivel de vías	18 a 35 cm por encima de las vías, trenes piso bajo	80 a 130 cm por encima de las vías, trenes piso alto	80 a 35 cm por encima de las vías, trenes piso alto
Ancho de vía <sup>10</sup>	Más usual: métrico o tipos de vía estrecha	Más usual: ancho internacional (1435 mm)	Más usual: ancho internacional y de vía ancha
Tamaños poblacionales recomendados	Si es línea principal: 250 mil a 1 millón habitantes	1 millón de habitantes en el núcleo urbano	2 millones de habitantes en el área metropolitana
Rangos de viajeros diarios	20 mil a 200 mil por línea	100 mil a 1 millón en una sola línea	50 mil en adelante por línea
Coefficientes de cobertura alcanzados	50-70% tranvías de bajas eficiencias 80-110% tranvías en casos más usuales	50-70%, metros de bajas eficiencias 80-110%, casos usuales +150% metros muy eficientes de Asia	40-60% trenes de cercanías baja eficiencia 70-100% trenes de cercanías más eficientes, los más usuales

Tabla 6: Comparación entre sistemas férreos: tranvías, metros y trenes de cercanías. Fuente: Elaboración propia en base a datos de Banco Mundial (2002), GTZ & Wright (2005), UN Hábitat (2013)

<sup>8</sup> ATP, ATO y UTO son acrónimos de sistemas de seguridad y operación ferroviarias. ATP es acrónimo por sus siglas en inglés de Protección Automática del Tren, ATO por las siglas en inglés de Operación Automática del Tren, y UTO lo es por Operación del Tren no Atendida.

<sup>9</sup> Pphpd es acrónimo de pasajeros por hora por dirección, una forma de medir las capacidades de carga de los sistemas de transporte urbano.

<sup>10</sup> El ancho de vía o trocha es la distancia que separa a los dos carriles paralelos del ferrocarril medidas desde sus caras internas. Aunque no están estandarizadas sus medidas en el mundo, se plantean los anchos de vía más usuales en cada tipología de trenes

Con el establecimiento de las tipologías de trenes urbanos de pasajeros, y de las variables que los caracterizan, se genera mayor claridad sobre cuáles sistemas son de metro y cuáles no. En la mayoría de los casos de Latinoamérica, es muy fácil determinar si se trata de un metro, un tranvía o un tren de cercanías, pero en la región también hay algunos sistemas ferroviarios urbanos que son híbridos entre los tres tipos principales y por tanto hay que analizar a profundidad a qué formato ferroviario en realidad pertenecen esas operaciones.

De las características o variables que definen a un sistema de trenes urbanos de pasajeros como tranvía, metro o tren de cercanías, la más importante por largo es la relativa a la separación del tráfico de los trenes con relación a otros vehículos o incluso al flujo de los ciudadanos. Esta es la característica primordial en un sistema de metro, segregación total de su tráfico.

Los casos más particulares en la región, donde puede existir dudas de si se trata de un metro o no, corresponden a los metros ligeros de las ciudades de Guadalajara y de Monterrey en México, el primero denominado “Sistema de Tren Eléctrico Urbano – SITEUR” y el segundo “Metrorrey”. En ambos casos, los datos y cifras que brindan sus operadores indican que (Instituto de Información Estadística y Geográfica, 2018; SEPLAN Jalisco, 2020; Sistema de Transporte Colectivo Metrorrey, 2018) cuentan con total segregación de su tráfico, tienen altas frecuencias de trenes, utilizan sistemas de seguridad de la conducción de tipo ATO, la separación entre estaciones ronda los 1.000 metros, utiliza trenes de piso alto de composición de hasta 3 vagones, tienen ancho de vía internacional, y su capacidad de carga supera los 20.000 pphpd, teniendo de hecho cifras de más de 180 millones de pasajeros anuales en Metrorrey y 99 millones de pasajeros anuales en el Tren Eléctrico de Guadalajara, cifras superiores a las de los metros de Brasilia, Panamá o Santo Domingo, que indiscutiblemente son operaciones de metros pesados. Es por ello que se acoge en este estudio a los sistemas de Guadalajara y Monterrey dentro del grupo de metros de la región.

Por otro lado, es menester hacer notar que existen ciudades en donde circulan los tres tipos de transportes ferroviarios urbanos (tranvía, metro y cercanías), como por ejemplo en el caso de Rio de Janeiro, donde en la misma ciudad operan:

- “MetrôRio”, que cuenta con tres líneas de metro en donde la mayoría de los tramos son subterráneos.
- “Supervia Trens Urbanos”, que es un sistema de trenes de cercanías que opera entre Rio de Janeiro y 22 ciudades pequeñas y medianas del área metropolitana de Rio, o Gran Río de Janeiro.
- “VLT Carioca”, que es un sistema de tranvías modernos compuesto por 3 líneas que circulan a nivel de calzada en la zona céntrica de Rio de Janeiro

Sin embargo, en el estudio analítico que se presenta a continuación, se utilizará solamente la información correspondiente a las líneas de metro pesado en cada una de las ciudades donde corresponda.

## 4.1 LISTADO DE LOS SISTEMAS DE METRO EN AMÉRICA LATINA

En la tabla a continuación se listan los sistemas de metro de la región, con la fecha de inauguración de la primera línea (UrbanRail.net, 2020):

CIUDAD	PAÍS	SISTEMA DE METRO	AÑO INAUGURACIÓN	POBLACION INAUGURACIÓN
Belo Horizonte	Brasil	Metro de Belo Horizonte	1986	1,6 MM
Brasilia	Brasil	Metro de Brasilia	2001	2,1 MM
Buenos Aires	Argentina	Subterráneo de Buenos Aires	1913	1,5 MM
Caracas	Venezuela	Metro de Caracas	1983	2,6 MM
Ciudad de México	México	Metro de la Ciudad de México	1969	6,9 MM
Ciudad de Panamá	Panamá	Metro de Panamá	2014	1,0 MM
Fortaleza	Brasil	Metro de Fortaleza - Metrofor	1997	2,0 MM
Guadalajara	México	Sistema de Tren Eléctrico Urbano	1989	2,1 MM
Lima	Perú	Metro de Lima y el Callao	2011	9,2 MM
Maracaibo	Venezuela	Metro de Maracaibo	2006	1,3 MM
Medellín	Colombia	Metro de Medellín	1995	2,5 MM
Monterrey	México	Metrorrey	1991	2,6 MM
Porto Alegre	Brasil	Metro de Porto Alegre	1980	3,3 MM
Recife	Brasil	Metro de Recife	1985	1 MM
Río de Janeiro	Brasil	Metro de Río de Janeiro	1979	3,6 MM
Salvador de Bahía	Brasil	Metro de Salvador	2014	13,7 MM
San Juan	Puerto Rico	Tren Urbano de San Juan	2004	0,5 MM
Santiago de Chile	Chile	Metro de Santiago	1975	3,5 MM
Santo Domingo	Rep. Dominicana	Metro de Santo Domingo	2009	3,3 MM
Sao Paulo	Brasil	Metro de Sao Paulo	1974	10 MM
Valencia	Venezuela	Metro de Valencia	2006	1,3 MM
Valparaíso	Chile	Metro de Valparaíso	2005	0,8 MM

Tabla 7: Listado de sistemas de metro por ciudad y año de inauguración. Fuente: Elaboración propia con datos de UrbanRail.net

A ese listado de 22 ciudades, a mediano plazo se sumarán dos urbes latinoamericanas más, que son capitales de sus respectivos países: Quito y Bogotá. En el primer caso las obras civiles y equipamientos están concluidos y a punto de entrar en operación comercial, y en el caso de la ciudad colombiana el concurso por realización de estudios y construcción de la obra fue adjudicado en el año 2019 a un consorcio liderado por empresas de origen chino (Empresa Metro de Bogotá, 2020; Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, 2020). A continuación, los datos:

CIUDAD	PAÍS	AÑO ADJUDICACIÓN CONSTRUCCIÓN	AÑO ESTIMADO INAUGURACIÓN	PROYECCIÓN POBLACIÓN INAUGURACIÓN
Quito	Ecuador	2012	2022	2,9 MM
Bogotá	Colombia	2019	2028	8,5 MM

*Tabla 8: Lista de nuevos sistemas de metro en construcción en América Latina. Fuente: elaboración propia con datos de la EPMMQ y la EMB*

## **4.2 TIPOLOGÍAS Y LISTADO DE OPERADORES DE LOS SISTEMAS DE METRO EN AMÉRICA LATINA**

Como se vio en el capítulo anterior, una vez que ya está construido un sistema de metro, la operación y el mantenimiento pueden ser desarrollados casa adentro por parte del operador, como mediante un proceso concesional en el cual participa un operador privado.

De los sistemas de metro de la región, la forma en que se gestiona la operación cabe dentro de las tres siguientes tipologías: sistemas operados por el propio promotor de la obra, sistemas concesionados de forma íntegra a un operador privado, y líneas individuales concesionadas a un operador privado.

#### **4.2.1 Sistemas de metro operados por el propio promotor de la obra**

La primera opción en operación y mantenimiento de sistemas de ferrocarriles urbanos metropolitanos surge de la intención de la entidad pública promotora de la obra, para hacerse cargo con las labores de operación y mantenimiento. Únicamente deberá contar con las capacidades administrativas y sobre todo técnicas, para poder abordar las actividades mencionadas. Pero, aunque el promotor de la obra sea novato en la materia, tampoco es un impedimento, toda vez que puede contratar servicio técnico de soporte durante unos pocos años después de que ha iniciado la puesta en marcha del metro.

Las entidades públicas promotoras de la obra pueden decidir crear una empresa pública independiente que se haga cargo de la operación y mantenimiento del sistema de metro en la ciudad del promotor, como en el caso del Metro de Medellín, en donde la Alcaldía de Medellín en conjunto con la Gobernación del Departamento de Antioquia (del cual es capital Medellín), crearon la “Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Limitada – ETMVA” (ETMVA, 2013). Así pues, la ETMVA da servicio de operación exclusivamente para el sistema del Metro de Medellín bajo el liderazgo del promotor de la obra.

El segundo mecanismo que utilizan las entidades públicas promotoras de la obra en la región de Latinoamérica es la creación de una empresa pública que de servicios de operación y mantenimiento a varios sistemas de metro en varias ciudades. Este es el caso de la “*Companhia Brasileira de Trens Urbanos – CBTU*”, empresa vinculada al Ministerio de Desarrollo Regional de Brasil, y que maneja la operación y mantenimiento de los sistemas del Metro de Belo Horizonte, del Metro de Recife, y los tranvías o trenes ligeros de las ciudades de João Pessoa, Maceió y Natal (Companhia Brasileira de Trens Urbanos, 2018)

Finalmente, el tercer mecanismo para operación y mantenimiento liderados por el propio promotor de la obra es la creación de una entidad adscrita a un ministerio, secretaría presidencial u organismo público ya existente, por lo cual funciona bajo las directrices o vigilancias de esa entidad pública superior. Tal es el caso del Metro de Santo Domingo, que es operado a título de “Dirección del Metro de Santo Domingo” por

la Oficina de Reordenamiento del Transporte – OPRET, la cual fue creada y está adscrita a la Presidencia de la República Dominicana (OPRET, 2015).

#### **4.2.2 Sistemas de metro operados íntegramente por la concesión a un operador privado**

Este es un modelo de operación y mantenimiento en donde el promotor de la obra entrega la operación del sistema de metro a un operador privado. Es necesario tomar en cuenta que cuando se habla de concesiones a privados, dentro del amplio espectro de modelos estratégicos de contratación que se describió en el capítulo 3, numeral 3.9, estas concesiones pueden darse por una simple cesión de la actividad de operación y mantenimiento por períodos de no larga extensión (5 a 10 años) sin que involucre inversión por parte del operador privado, hasta complejos modelos de diseño, construcción o equipamiento, financiamiento, operación y transferencia al propietario o promotor de la obra, como es el modelo “*DBFOT*”.

Existen tres causales que llevan a un promotor o propietario de un sistema de metro a buscar una concesión con empresas privadas:

- Necesidad de un socio con amplias capacidades técnicas o administrativas en operaciones de tipo “*greenfield*”
- Necesidad de incrementar la eficiencia operacional y financiera, al tiempo de reducir gastos para el sector público, en operaciones de tipo “*brownfield*”
- Necesidad de desarrollar un sistema de metro, sin que involucre crecimiento de la burocracia estatal, y reduciendo las inversiones y financiamiento del sector público

Sin embargo, estas causales no son ajenas a una mezcla con otras razones por las cuales se concesiona la operación y mantenimiento de un metro. De hecho, el promotor o propietario del proyecto puede estar buscando un operador con experiencia ya que localmente no existe, pero a la par también pedir que haga una inversión en material rodante, lo que sería un modelo *Equipment, Operate, Transfer* (EOT). A continuación, se describen a mayor profundidad estas causales.

#### *4.2.2.1 Necesidad de un socio con amplias capacidades técnicas o administrativas en operaciones de tipo “greenfield”*

Este caso corresponde a aquellos proyectos de tipo “greenfield”, que como se describió en el numeral 3.5 corresponden a proyectos de metro en un país (o incluso en una ciudad) que nunca ha construido y operado un sistema de metro.

La operación y mantenimiento de un sistema de metro es una actividad muy compleja técnicamente, que está integrada por una serie de acciones en al menos 32 interfaces operativas diferentes (Ding et al., 2013). Esto hace que, si no existe experiencia previa de un operador local de metros, o al menos de trenes de cercanías o trenes ligeros, se convierte en una actividad muy difícil para ser aprendida por un operador novato en pocos meses en un proyecto “greenfield”. Entonces una solución puede ser contratar bajo modalidad de concesión a un operador privado internacional experimentado en metros y entregarle la operación del sistema.

Un ejemplo de esta modalidad es el caso de la Línea 1 del Metro de Lima. Para el momento de su inauguración, Perú no contaba con ningún sistema de metro en operación en el país, y los únicos sistemas ferroviarios operando correspondían a tecnología de 4 o más décadas atrás. Es por ello que la ciudad de Lima al concesionar la operación de la Línea 1 del Metro, exigió a los concursantes que demostrasen experiencia como operadores de un metro, tren de cercanías o tren ligero, con una demanda mínima anual de pasajeros transportados de 20 millones, durante los últimos 3 años (Pulido et al., 2018). Es oportuno acotar que Metro de Lima también pidió que el concesionario incorporase en su oferta la provisión de material rodante, como lo indica la bibliografía del mismo autor Pulido (2018).

#### *4.2.2.2 Necesidad de incrementar la eficiencia operacional y financiera, al tiempo de reducir gastos para el sector público, en operaciones de tipo “brownfield”*

En sistemas que ya tienen muchos años de operación, nominados usualmente como “brownfield” en lengua inglesa, en ocasiones los operadores, al ser empresas o instituciones públicas, demuestran grandes niveles de ineficiencia y no son capaces de ofrecer servicios satisfactorios a la población. Al final estos sistemas se convierten en un drenaje de recursos económicos, pues arrojan fuertes pérdidas cada año, pero

también sus problemáticas operativas repercuten en bajos niveles de seguridad (lo cual incluye accidentes con fatalidades) y bajos niveles de servicio.

Casos concretos de esta problemática han sido la operación del Subte de Buenos Aires y del Metro de Rio de Janeiro, en las cuales se generó concesiones del sistema completo para reducir los problemas operativos y financieros (Phang, 2007b; Pulido, 2016; J. Rebelo, 2006; J. M. Rebelo, 1999). Acorde a estos autores, en el caso del Subte de Buenos Aires existía un bajo nivel de servicio, confiabilidad decaída e irregularidad en las frecuencias, e incluso problemas de seguridad, con accidentes en la red tanto de metro como de trenes suburbanos o cercanías, lo que al final incidió en que la demanda del Subte había caído fuertemente de sus valores históricos. Situación similar se había dado en Río de Janeiro con un manejo muy deficiente del operador *Rio Trilhos* que era de propiedad del Estado de Rio de Janeiro, con servicio irregular, de pobre calidad, al tiempo de manejar un gran número de empleados desmotivados, que también llevó a caída muy seria en la demanda de Metro Rio. En ambas ciudades se dio concesión de todas las líneas de metro a un solo operador privado, obteniéndose resultados muy favorables, tanto a nivel de recursos financieros como de la operación y servicio en el sistema, lo cual redundó en un sustancial incremento en la demanda de pasajeros (Phang, 2007b; Pulido, 2016; J. Rebelo, 2006)

#### *4.2.2.3 Necesidad de desarrollar un sistema de metro, sin que involucre crecimiento de la burocracia estatal, y reduciendo las inversiones y financiamiento del sector público*

En algunos casos en América Latina, el promotor o dueño del proyecto no quiere involucrarse en la contratación de deuda o financiamientos elevados ni en generar una empresa estatal que incremente el tamaño de la burocracia en su país. Por ello recurre a una concesión al estilo del modelo estratégico de contratación y financiamiento “DBFOT”, el cual ya se describió en el capítulo 3, numeral 3.9.

Casos concretos de esta tipología son los metros de San Juan de Puerto Rico y Salvador de Bahía en Brasil, dos proyectos de tipo “greenfield”, con fuerte participación del sector privado desde el inicio de la obra, y con un promotor público que eligió no liderar el proyecto como parte de su estrategia de desarrollo, cediendo ese espacio al

concesionario privado. En el caso de San Juan de Puerto Rico, la autoridad de transporte concesionó la construcción, operación y mantenimiento a un consorcio integrado por la firma alemana “Siemens Transit Team” y la operadora estadounidense “Alternate Concepts Inc.” quienes se han encargado desde el inicio de planes de construcción en adelante (Alternate Concepts Inc., 2017; Clemente, 2013; Railway Gazette International, 1999; US Department of Transportation Federal Transit Administration, 2007). Similar proceso se dio en Salvador de Bahía, donde un consorcio de empresas obtuvo la construcción y operación (Multilateral Investment Guarantee Agency - MIGA, 2003; L. N. Queiróz, 2001), aunque más adelante hubo cambios empresariales en la concesión, sustituyéndose el anterior concesionario por otro, debido a irregularidades en el proceso licitatorio y retrasos en la construcción (Jornal Correio Bahía, 2013; Ministério Público Federal - Procuradoria da República na Bahia, 2009).

#### **4.2.3 Líneas individuales concesionadas a un operador privado**

En algunas ciudades latinoamericanas se han dado procesos licitatorios para la concesión de líneas individuales de metro, es decir, en lugar de concesionar todo el sistema de metro de la ciudad, como en el Metro de Rio de Janeiro o en el Subte de Buenos Aires, lo que se ha desarrollado es la concesión de líneas individuales a un operador privado. Esto se suele dar cuando la ciudad tiene un buen criterio sobre la capacidad y eficiencia de la entidad pública que está operando el metro, pero se plantea la extensión de una nueva línea y se busca compartir las inversiones con una empresa o grupo de empresas del sector privado.

Ejemplos de concesiones individuales han sido los casos de la línea 2 de Lima y la línea 4 de Sao Paulo, cuyos objetivos centrales, como se ha mencionado, fueron la búsqueda de seguir expandiendo el sistema y con ello atender a una mayor demanda de pasajeros al tiempo de lograr que inversionistas del sector privado compartan la responsabilidad de financiamiento con el promotor de la obra (Berrone et al., 2018; Jorge Secall, 2014; Kohon, 2010; Tejerina, 2016)

#### 4.2.4 Operadores de los sistemas y líneas de metro de América Latina

Una vez descritas las diferentes tipologías de operadores de metro en la región, se presenta el listado de las entidades o empresas que son propietarias de sistemas de metros en América Latina, así como de los operadores, en aquellos casos en los que no correspondan a los mismos promotores o propietarios, particularmente cuando existen concesiones.

CIUDAD Y PAÍS	OPERACIÓN PROPIA O CONCESIONADA	PROMOTOR O PROPIETARIO	OPERADOR (CUANDO NO SEA EL MISMO PROMOTOR)
Belo Horizonte - BRA	Operado por el promotor	Companhia Brasileira de Trens Urbanos - CBTU	
Brasilia - BRA	Operado por el promotor	Companhia Metropolitana do Distrito Federal	
Buenos Aires - ARG	Concesión todo el sistema	Subterráneos de Buenos Aires Sociedad del Estado	Metrovías S.A.
Caracas - VEN	Operado por el promotor	Metro de Caracas	
Ciudad de México - MEX	Operado por el promotor	Sistema de Transporte Colectivo	
Ciudad de Panamá - PAN	Operado por el promotor	Metro de Panamá	
Fortaleza - BRA	Operado por el promotor	Companhia Cearense de Transportes Metropolitanos	
Guadalajara - MEX	Operado por el promotor	Sistema de Tren Eléctrico Urbano	
Lima - PER	Concesión ciertas líneas	Autoridad de Transporte Urbano de Lima y Callao	G y M Ferrovías S.A. (Línea 1) Sociedad concesionaria Línea 2
Maracaibo - VEN	Operado por el promotor		
Medellín - COL	Operado por el promotor	Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá	
Monterrey - MEX	Operado por el promotor	Sistema de Transporte Colectivo Metrorrey	
Porto Alegre - BRA	Operado por el promotor	Empresa de trens urbanos de Porto Alegre - TrenSurb	
Recife - BRA	Operado por el promotor	Companhia Brasileira de Trens Urbanos - CBTU	

Río de Janeiro - BRA	Concesión todo el sistema	Rio Trilhos (Estado de Rio de Janeiro)	MetroRio (Invepar)
Salvador de Bahía - BRA	Concesión todo el sistema	Companhia de Transportes do Estado da Bahia	CCR Metro Bahía
San Juan - PR	Operado por el promotor	Puerto Rican Highway and Transportation Authority	Alternate Concepts Inc
Santiago - CHI	Operado por el promotor	Empresa de Transporte de Pasajeros Metro S.A.	
Santo Domingo - RD	Operado por el promotor	Oficina para el reordenamiento del Transporte - OPRET	
Sao Paulo - BRA	Concesión ciertas líneas	Companhia do Metropolitano de Sao Paulo	ViaQuatro - CCR (Línea 4) Viamobilidade - CCR (Línea 5)
Valencia - VEN	Operado por el promotor		
Valparaíso - CHI	Operado por el promotor	Metro Regional de Valparaíso S.A. - Merval	

*Tabla 9: Listado de sistemas de metros en América Latina con sus promotores o propietarios y operadores concesionados cuando corresponda. Fuente: Elaboración propia en base a datos informativos de portales de internet de cada sistema de metro*

Como se puede observar, la mayoría de los casos corresponden a sistemas de metros que son administrados por entidades o empresas del sector público, pero existen seis ciudades latinoamericanas que manejan concesiones ferroviarias, con dos de ellas teniendo líneas concesionadas de forma individual.

#### **4.3 ESTUDIO ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO DE LOS SISTEMAS DE METRO EN AMÉRICA LATINA**

En este cuarto capítulo, numeral tercero, se presenta un estudio estadístico descriptivo de los sistemas de metro en América Latina buscando realizar comparaciones estadísticas entre diferentes parámetros, métricas y variables de operación de los metros de la región. Como punto de partida para este estudio, es necesario revisar cuáles de los sistemas de metro se encuentran en condiciones regulares de operación y así mismo verificar si la información que están entregando a la comunidad internacional, cumple con requisitos mínimos de calidad.

El total de sistemas de metro existentes en América Latina hasta el año 2020 es de veintiún metros, distribuidos en diez países, con Brasil que tiene metros en siete

ciudades a lo largo del país, seguido por Venezuela y México que tienen tres sistemas de metro cada uno de esos países, luego Chile con dos sistemas de metro y finalmente un sistema de metro en Argentina, Colombia, Puerto Rico, Perú, República Dominicana y Panamá.

De esos sistemas de metro en la región, no todos tienen una operación de forma regular que permita la comparación estadística entre ellos. En Venezuela, la crítica situación económica y social que afronta el país desde hace varios años, ha llevado a que sus sistemas de metros estén al borde del colapso. En el caso de Caracas, se reportan daños en su sistema eléctrico y de telecomunicaciones que llevan a interrupción de turnos, retrasos, paralización de parte del material rodante y descarrilamientos; y lo propio sucede en las estaciones, donde hay serios problemas en paralización de escaleras eléctricas y que ha dejado de funcionar todo el subsistema de emisión y control de pasaje: taquillas, tornos y expendio de billetes, lo que ha llevado a que la mayoría de los usuarios no hagan pago por el uso del metro (BBC News, 2019; Diario El País, 2018; Diario El Universal, 2019). Situación similar ocurre con los otros metros en Venezuela, en Maracaibo y en Valencia donde continuos reportes informan sobre descarrilamientos de unidades, fallas en el sistema eléctrico y en últimas material rodante parado por carencia de mantenimiento (Canal Globovision, 2018; Diario Crónica Uno, 2020; Diario El Universal, 2018).

Por otro lado en el caso del Metro de San Juan, cuya denominación es Tren Urbano de San Juan, varios factores han afectado su nivel de operación: en primer lugar fue sobredimensionado y la carga de pasajeros transportada ya era para el 2010 de apenas del 13,33% de la capacidad instalada (Revista Vía Libre, 2010), y en segundo lugar, han existido afecciones serias en el sistema por causa de la fuerte temporada de huracanes del 2017, las cuales todavía no han sido completamente solucionadas, presentándose problemas en el sistema eléctrico y en el sistema de venta de títulos, control del pasaje y cobros afectando con ello todavía más al número de viajeros que pagan por transportarse (el Vocero de Puerto Rico, 2019). Es así que según datos oficiales del concesionario que se encarga de la operación, actualmente el número de pasajeros transportados al día es de apenas 26.500 (Alternate Concepts, 2020). Esta cifra no permitiría catalogar al Tren Urbano de San Juan como una operación normal de un

metro, puesto que incluso para el nivel de un tranvía o un sistema de BRT resulta muy bajo. Compárese con el Trolebús de Quito, un BRT que moviliza 225.000 pasajeros en una sola línea de aproximadamente la misma longitud que el Tren Urbano de San Juan (Arias, 2015), es decir una línea de BRT mueve casi 10 veces la cantidad de pasajeros que esta línea de metro en San Juan, lo que muestra que el Tren Urbano está seriamente subutilizado y sus datos no son apropiados para la comparación estadística de líneas de metros.

En el caso del Metro de Salvador en el estado de Bahía en Brasil los planes de desarrollo del sistema de metro han tenido un tortuoso camino y aunque se ha inaugurado una primera etapa, todavía no se ha culminado todo el sistema, pues se adjudicó la licitación para construcción de las obras civiles y equipamiento del sistema desde el año 1999 (L. N. Queiróz, 2001), sin embargo incumplimientos serios del contratista, denuncias legales y judiciales por actos de sobrepagos y corrupción (Ministério Público Federal - Procuradoria da República na Bahia, 2009; Tribunal de Contas Da Uniao, 2013), llevaron a que el Metro de Salvador tenga serios retrasos en el cronograma de trabajo y finalmente el Estado de Bahía de por terminado el acuerdo con el contratista, asuma las obras y lance una nueva licitación (Jornal Correio Bahía, 2013; Red Globo Bahia, 2013) y aunque en los últimos años el sistema de metro ha inaugurado dos tramos parciales, para completar la obra todavía faltan por construir varios kilómetros de línea férrea y culminar así mismo varias estaciones (Secretaria de Desenvolvimento Urbano - Governo do Estado Bahia, 2020), además de que varias estaciones están recién construidas y la línea no está madura todavía. Es por ello, que al ser un metro que todavía está en construcción y puesta en marcha, los datos estadísticos se encuentran en variación constante, lo cual puede generar confusión en los análisis, razón por la cual no se incluirá en el listado de metros de América Latina a ser estudiados estadísticamente.

Finalmente, para el caso del Metro de Fortaleza en Brasil, la empresa propietaria del sistema, Metrofor, no entrega información sobre la operación, finanzas y parámetros de gestión administrativa del sistema de metro de esa ciudad, lo cual imposibilita incluirlo en el estudio estadístico comparativo de metros de la región.

Del total de 21 sistemas de metro en la región, descontando los tres sistemas venezolanos que como se dijo anteriormente adolecen de serios problemas de operación debido a la crisis que vive Venezuela, descontando también al Tren Urbano de San Juan por manejar niveles de demanda inferiores a los de un BRT o de un tranvía, también los casos del Metro de Salvador en Bahía con las particularidades descritas y del Metro de Fortaleza del cual no existe información pública sobre gestión y operación, queda un total de 15 sistemas de metro en América Latina, de los cuales se tratará de generar comparaciones estadísticas para observar variables predominantes y características comunes o diferentes entre sí.

En cuanto a los años de comparativa, varias de las fuentes bibliográficas con amplios datos de operación y manejo financiero de los metros en la región provienen de documentos de comparación de asociaciones agremiadoras de sistemas de metros, como en el caso de Alamys, de cuya organización se ha obtenido un informe muy completo para emitido en 2014, el cual se ha complementado con información de los operadores de metro entre 2015 y 2017. Se hace especial mención de que ninguno de los datos han sido tomados durante el período de la pandemia, toda vez que eso podía alterar seriamente la información registrada por la reducción de actividad de transportación.

Se presentan a continuación en la tabla 10 los sistemas de la región y las fuentes bibliográficas de donde se ha recopilado la información y datos con los cuales se trabajará en los siguientes numerales de este capítulo:

CIUDAD Y PAÍS	SISTEMA DE METRO	FUENTES	AÑO DE DATOS DE INFORMACIÓN
Belo Horizonte - BRA	Metro de Belo Horizonte	(ALAMYS, 2014)	2013
Brasilia - BRA	Metro de Brasilia	(Companhia do Metropolitano do Distrito Federal - Metro DF, 2016)	2015
Buenos Aires - ARG	Subterráneo de Buenos Aires	(ALAMYS, 2014)	2013
Ciudad de México - MEX	Sistema de Transporte Colectivo – Metro de México	(Metro de México, 2015a, 2015b; Sistema de Transporte Colectivo - STC, 2015)	2015
Ciudad de Panamá - PAN	Metro de Panamá	(Metro de Panamá, n.d., 2017, 2018)	2017
Guadalajara - MEX	Tren Ligero de Guadalajara	(ALAMYS, 2014)	2013
Lima - PER	Metro de Lima	(Ositran, 2017)	2017
Medellín - COL	Metro de Medellín	(ALAMYS, 2014)	2013
Monterrey - MEX	Metrorrey	(Instituto de Información Estadística y Geográfica, 2018; Sistema de Transporte Colectivo Metrorrey, 2016, 2018)	2017
Porto Alegre - BRA	Metro de Porto Alegre	(ALAMYS, 2014)	2013
Recife - BRA	Metro de Recife	(ALAMYS, 2014)	2013
Río de Janeiro - BRA	Metro de Río de Janeiro	(ALAMYS, 2014)	2013
Santiago - CHI	Metro de Santiago	(ALAMYS, 2014)	2013
Santo Domingo - RD	Metro de Santo Domingo	(ALAMYS, 2014)	2013
Sao Paulo - BRA	Metro de Sao Paulo	(ALAMYS, 2014)	2013
Valparaíso - CHI	Metro de Valparaíso	(Metro Valparaíso, 2015a, 2015b)	2015

Tabla 10: Fuentes de datos de los sistemas de metro en ciudades de América Latina. Fuente: Elaboración Propia

### 4.3.1 Parámetros físicos y del servicio provisto

Como punto de partida, se presenta una tabla que resume los parámetros físicos y de servicio provisto de cada uno de los sistemas de metro de la región, que incluye la longitud de la red de cada uno de los sistemas de metro expresada en kilómetros, el número de estaciones, número de vagones, su antigüedad y la producción de viajes expresada como vagones-km.

CIUDAD Y PAÍS	Población	Km de la red	Número de estaciones	Número de vagones	Antigüedad media de los vagones	Vagones-km útiles (en millones)
Belo Horizonte - BRA	2,7 MM	28	19	100	21	10
Brasilia - BRA	4,8 MM	42	24	128	10	14
Buenos Aires - ARG	15,6 MM	84	123	767	37	33
Ciudad de México - MEX	21,8 MM	226	195	3333	26	383
Ciudad de Panamá - PAN	1,5 MM	16	14	60	2	7
Guadalajara - MEX	5,3 MM	24	29	96	21	6
Lima - PER	9,7 MM	34	26	120	3	8,7
Medellín - COL	3,9 MM	35	27	162	15	24
Monterrey - MEX	5,0 MM	33	32	84	17	9,9
Porto Alegre - BRA	4,2 MM	43	22	100	29	14
Recife - BRA	4,1 MM	71	36	213	25	12
Rio de Janeiro - BRA	13,5 MM	41	35	296	19	33
Santiago - CHI	6,9 MM	104	108	1093	14	143
Santo Domingo - RD	3,4 MM	28	30	90	3	55
Sao Paulo - BRA	22,3 MM	65	58	900	18	110
Valparaíso - CHI	0,9 MM	43	20	70	9	6

Tabla 11: Cifras sobre parámetros físicos y servicio generado de cada sistema de metro. Fuente: Elaboración propia con datos anteriormente referenciados

De esos datos se puede extraer una primera comparación de información relevante al tamaño de la red de metro en cada una de las ciudades, comparando la dimensión en

número de kilómetros y el número de estaciones. Esa comparación se presenta en la Ilustración 3.

Se pueden observar algunas ideas, lo primero es notar que la red más grande de metro en América Latina corresponde a la Ciudad de México con 226 km y 195 estaciones, parámetros que se comparan con redes extensas a nivel global, seguida por las redes de Buenos Aires y Santiago de Chile, que cuentan con alrededor de 100 estaciones y km de red, por lo que el sistema de México virtualmente les duplica en tamaño. Y de ahí en adelante el resto de las redes de metro de la región cuentan con unas pocas decenas de km de líneas férreas y de estaciones.

La segunda idea que viene a la mente es que es frecuente una ratio de 1 a 1,4 km de líneas férreas por cada estación, con excepción de los marcados casos de Brasilia, Porto Alegre, Recife y Valparaíso que andan alrededor de una ratio de 2 km de línea férrea por estación y del polo opuesto de Buenos Aires donde hay más estaciones que km de red.

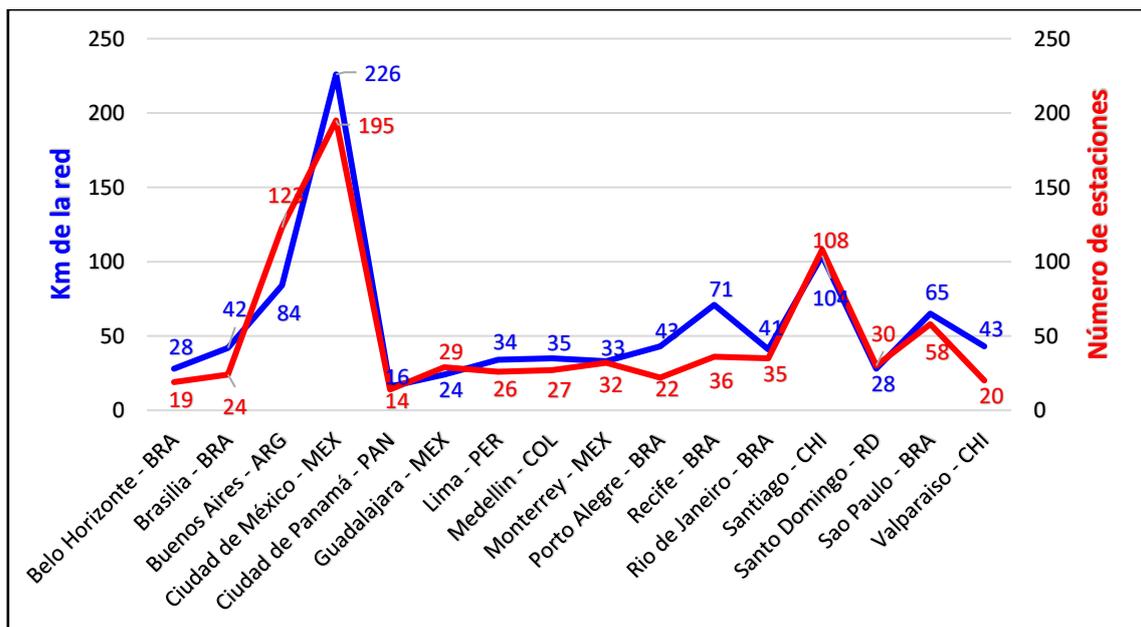


Ilustración 3: Km de la red y número de estaciones en cada sistema de metro de América Latina. Fuente: elaboración propia en base a datos anteriormente referenciados

En la siguiente gráfica se presenta la comparación de los datos del número de vagones con los que cuenta cada sistema de metro de la región, junto con la antigüedad media del material rodante. A diferencia del gráfico anterior, en el que existían una muy alta

correlación entre el número de estaciones y el tamaño de la red de metro medida en longitud de km de vías férreas, en este gráfico se puede observar que no hay correlaciones claras entre el tamaño de la flota (número de vagones) y su antigüedad. Así, se puede encontrar flotas muy envejecidas como el caso de Buenos Aires y que cuenta con casi ochocientos vagones frente a flotas bastante recientes o que han recibido renovaciones y tienen tamaño similar o hasta algo más grandes. Lo propio en flotas pequeñas de poco más de un centenar de vagones, en donde mientras Brasilia y Medellín tienen flotas con antigüedad promedio de 10 y 15 años respectivamente, las flotas de las ciudades brasileñas de Porto Alegre y Recife superan el cuarto de siglo, mostrándose con esos ejemplos que hay datos que se contraponen unos con otros y no existe correlación estadística. Destaca de manera especial la flota de Ciudad de México por su enorme tamaño, con más de tres mil vagones, aunque su antigüedad está ya bastante avanzada, con 26 años promedio.

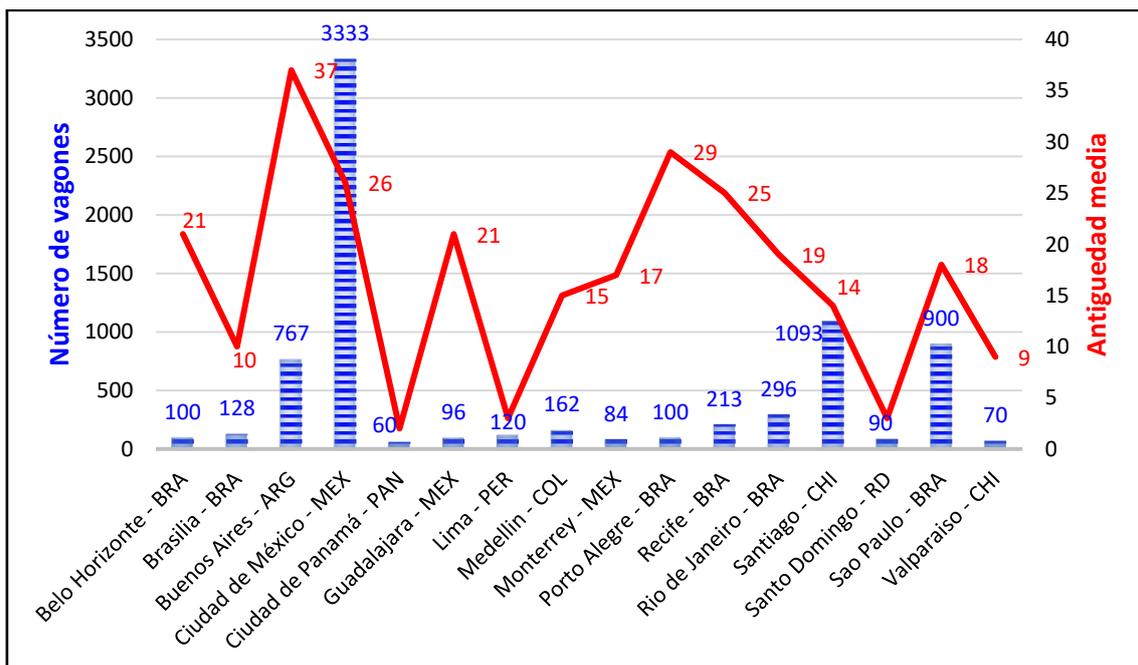


Ilustración 4: Comparación del tamaño de la flota (número de vagones) frente a la antigüedad media (en años). Fuente: Elaboración Propia con datos anteriormente referenciados

### 4.3.2 Parámetros de demanda y datos financieros

Se presentan los datos de la demanda anual de cada uno de los sistemas de metro de la región, expresados como millones de viajeros o de pasajeros<sup>11</sup>, se registra la población de la ciudad, a nivel de su área metropolitana y se calcula una tasa de viajeros por población, es decir una relación de qué tantos ciudadanos de la urbe están moviéndose en el sistema de metro. A la par se exhibe la información relativa a qué cantidad de ellos son viajeros pagando tarifa total o plena, y cuántos de ellos son viajeros con tarifa reducida o exentos de pago, en ambos casos expresándolos en cifras absolutas y porcentuales.

CIUDAD Y PAÍS	Población (MM habitantes)	Total viajeros (MM/año)	Tasa viajeros por población	Viajeros pago tarifa completa (MM pax)		Viajeros con tarifa reducida o exentos de pago (MM pax)	
				MM pax	%	MM pax	%
Belo Horizonte - BRA	2,7 MM	65,0	24,1	61,23	94%	3,76	6%
Brasilia - BRA	4,8 MM	35,9	7,5	34,67	97%	1,21	3%
Buenos Aires - ARG	15,6 MM	265,0	17,0	252,31	95%	12,69	5%
Ciudad de México - MEX	21,8 MM	1623,8	74,5	1430,16	88%	193,66	12%
Ciudad de Panamá - PAN	1,5 MM	78,5	52,3	77,2	98%	1,3	2%
Guadalajara - MEX	5,3 MM	70,9	13,4	57,18	81%	13,73	19%
Lima - PER	9,7 MM	108,3	11,2	99,6	92%	8,7	8%
Medellin - COL	3,9 MM	203,1	53,4	200,95	99%	2,17	1%
Monterrey - MEX	5,0 MM	175,1	35,0				
Porto Alegre - BRA	4,2 MM	54,4	13,0	51,16	94%	3,24	6%
Recife - BRA	4,1 MM	99,8	24,3	92,84	93%	6,94	7%
Rio de Janeiro - BRA	13,5 MM	192,4	14,3	173,34	90%	19,09	10%
Santiago - CHI	6,9 MM	668,4	96,9	640,26	96%	28,15	4%
Santo Domingo - RD	3,4 MM	54,7	16,1	54,39	99%	0,15	0%
Sao Paulo - BRA	22,3 MM	888,6	39,8	766,97	86%	121,66	14%
Valparaiso - CHI	0,9 MM	19,3	21,4	11,45	59%	7,86	41%

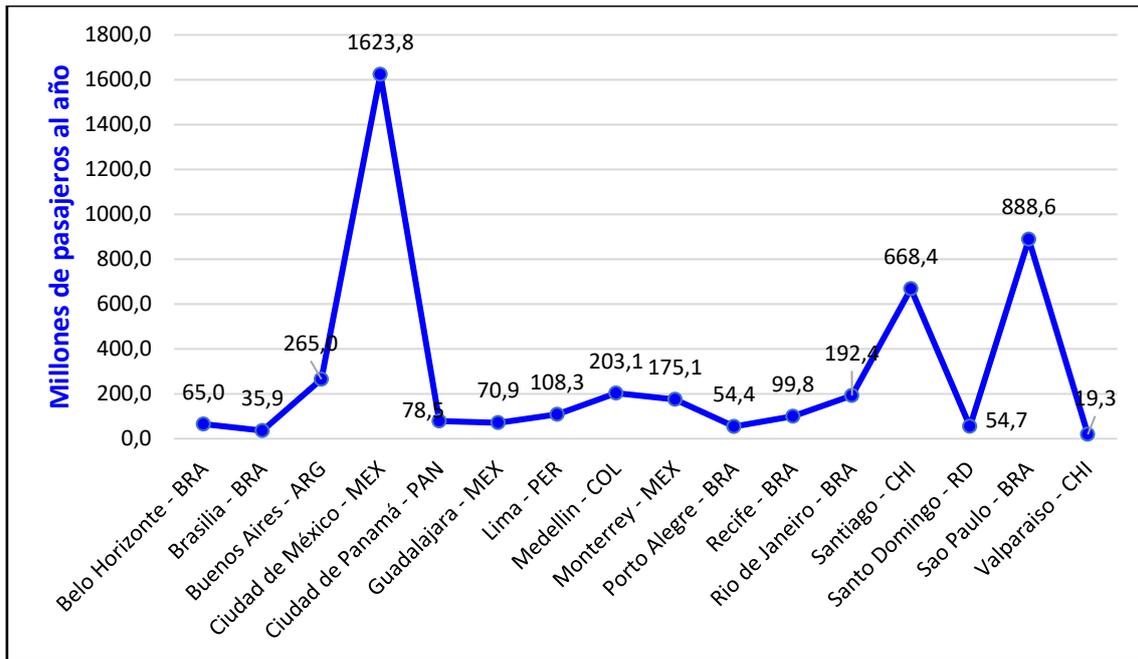
Tabla 12: Demanda de cada sistema de metro y cifras de pasajeros con pago tarifa completa y con tarifa reducida o exentos de pago. Fuente: Elaboración propia en base a datos informativos de portales de internet de cada sistema de metro

<sup>11</sup> En los cuadros se presenta la abreviatura “Pax”, muy utilizada en ingeniería de transporte para hacer referencia a “pasajeros”

Como se puede observar en la tabla, en los datos relativos al Metro de Monterrey, el sistema Metrorrey no publica la información de la cantidad de viajeros que paga tarifa completa o reducida.

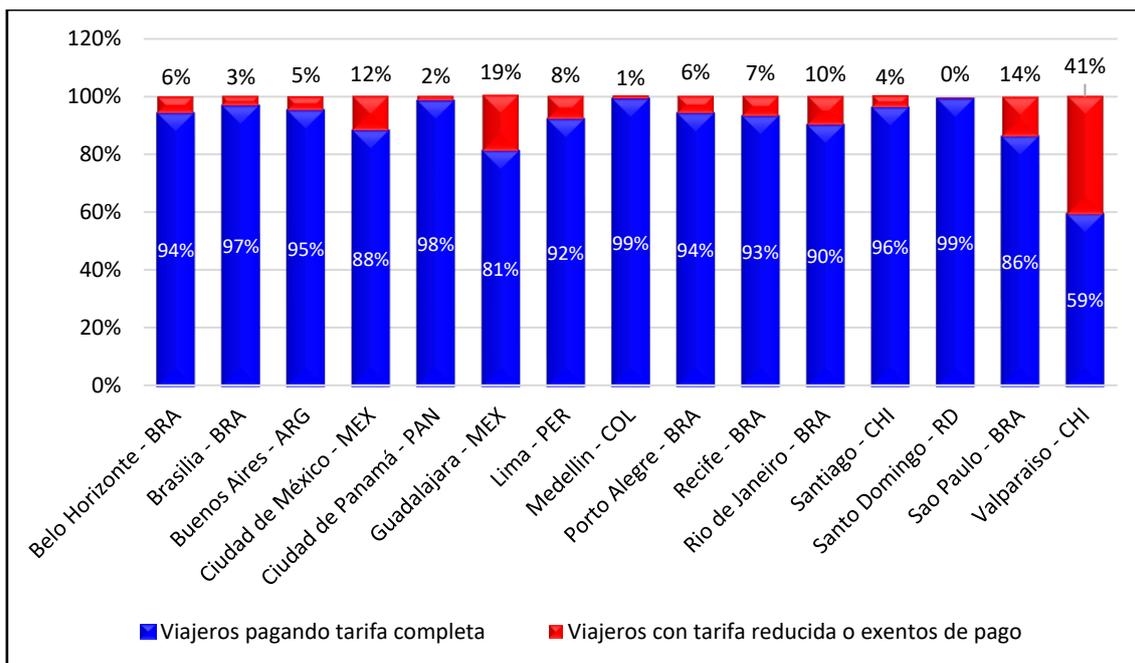
En cuanto al ratio de viajeros por población, mientras más alta la cifra, representa que el sistema de metro está siendo más eficiente en mover a la población de la ciudad, mientras que cifras bajas indican que el sistema de metro participa muy poco en la distribución de viajes de los ciudadanos. Es interesante notar que ciudades como Santiago de Chile, México, Medellín, Panamá y Sao Paulo tienen valores que destacan, mostrando que en dichas ciudades el uso de los sistemas de metro es primordial para sus habitantes.

En la Ilustración 5 se puede observar la comparación de la demanda anual que tiene cada uno de los sistemas de metro. Destaca el Metro de Ciudad de México, aun cuando ello no es una sorpresa por el enorme tamaño de esa ciudad, una de las más grandes del mundo y porque es un sistema que se empezó a construir hace más de 5 décadas. Su demanda es comparable a la del *London Underground* o a la del Metro de París. Los siguientes sistemas, por demanda anual de pasajeros, son los Metros de Sao Paulo y de Santiago de Chile, que tienen cifras considerables, similares o incluso superiores a Metro de Madrid, que tiene una red más grande que las redes de estas dos ciudades juntas. En el resto de los sistemas de metros de América Latina, su demanda oscila entre algunas decenas de millones de pasajeros hasta los dos centenares de millones de pasajeros, cifras equivalentes a las de varios sistemas en otras regiones del mundo, como el Metro de Lisboa o el de Bangkok.



*Ilustración 5: Demanda anual de los sistemas de metro de América Latina. Fuente: Elaboración propia con datos anteriormente referenciados*

Adicional a la demanda de cada uno de los metros, es importante conocer que porcentaje de esos viajeros realiza pago de tarifa completa, y a la par cuántos de ellos pagan tarifa reducida o están exentos de pago, sea por su condición de adultos mayores, estudiantes, o por tener algún tipo de capacidad especial o reducida. La Ilustración 6 presenta esa información, y se observa que, en la mayoría de los sistemas de metro de ciudades de América Latina, las cifras de tarifa completa o total rondan entre 90% a 100%, pero hay cuatro excepciones en donde cae por debajo de 90%: Ciudad de México, Guadalajara, Sao Paulo y Valparaíso. En las tres primeras la diferencia es de unos pocos puntos porcentuales, pero en el caso del Metro de Valparaíso hay una brecha muy llamativa, pues apenas 59% de los pasajeros pagan tarifa completa, lo cual puede afectar seriamente los ingresos operativos del sistema y por tanto la sostenibilidad financiera.



*Ilustración 6: Porcentajes de viajeros con pago de tarifa completa y con pago de tarifa reducida o exentos de pago en los sistemas de metro de América Latina: Fuente: Elaboración propia con datos anteriormente referenciados*

A continuación, en la tabla 13 se presentan los datos relativos a las subvenciones en cada uno de los sistemas de metro de la región, lo cual reviste importancia especial porque es una muestra de la sostenibilidad financiera del sistema, coincidiendo los sistemas más subvencionados con aquellos que menor coeficiente de cobertura, concepto que ya se había expuesto en el numeral 1.3 y cuyos datos se presentarán párrafos más adelante. Además de que se expone el monto de subvención que recibe cada metro en la región, se detalla la proveniencia de esos fondos, siendo en la mayoría de los casos del gobierno nacional o regional, y sólo en los metros de Buenos Aires y México son los gobiernos locales o municipales quienes asumen montos considerables de subvención a la explotación.

Se puede observar en la tabla 13 que existen cinco sistemas de metro que no reciben ningún nivel de subvención: Guadalajara, Medellín, Río de Janeiro, Santiago de Chile y Santo Domingo en República Dominicana.

CIUDAD Y PAÍS	Subvención explotación (millones moneda local)	Moneda de cada país	Gobierno local	Gobierno regional	Gobierno nacional
Belo Horizonte - BRA	69,0	real			100%
Brasilia - BRA	216,6	real		100%	
Buenos Aires - ARG	1141,6	peso arg	83,30%		16,70%
Ciudad de México - MEX	6667,0	peso mex	100%		
Ciudad de Panamá - PAN	26,0	dólar			100%
Guadalajara - MEX	0	peso mex	No reciben subvenciones		
Lima - PER	8,4	soles			100%
Medellin - COL	0	peso col	No reciben subvenciones		
Monterrey - MEX	219,0	peso mex		100%	
Porto Alegre - BRA	134,1	real			100%
Recife - BRA	190,7	real			100%
Rio de Janeiro - BRA	0	real	No reciben subvenciones		
Santiago - CHI	0	peso chi	No reciben subvenciones		
Santo Domingo - RD	0	peso rd	No reciben subvenciones		
Sao Paulo - BRA	274,9	real		100%	
Valparaíso - CHI	3053,0	peso chi			100%

Tabla 13: Datos sobre subvenciones a la explotación en los sistemas de metro de América Latina.

Fuente: Elaboración propia con datos anteriormente referenciados

Profundizando en el análisis de los indicadores financieros, uno de los temas centrales en una operación ferroviaria metropolitana urbana, es la de que tan capaz se encuentra un sistema de metro para cubrir con sus ingresos fruto de la operación a los gastos y costes que esta misma operación demanda. Esta relación se suele denominar de forma generalizada en la ingeniería de transporte como “coeficiente de cobertura”, y corresponde a la fórmula #1:

$$\text{Coeficiente de cobertura} = \frac{\text{ingresos operativos}}{\text{costos operativos}}$$

*Ecuación 1: Coeficiente de cobertura*

El Coeficiente de cobertura tiene especial importancia porque permite identificar si un sistema de metro puede cubrir sus costes, o en caso contrario si está operando de forma deficitaria, y entender qué tanto de esos costes están cubiertos.

Otro indicador financiero que tiene especial relevancia en el mundo de los metros es el porcentual de ingresos no tarifarios, que refiere a la relación de qué tanto representan

los ingresos accesorios frente a los gastos de explotación. Los ingresos no tarifarios son aquellos que no están directamente relacionados con la actividad de transporte, esto es, que no provienen de la venta de títulos de transporte, sino que proceden de otras actividades de negocios como son:

- Arriendo de locales y espacios comerciales, sea para pequeñas tiendas o incluso para grandes cadenas, ejemplo: farmacias, kioscos de revistas y periódicos, restaurantes, máquinas de banca electrónica o cajeros automáticos, etc. Un metro que genera ingresos en base a este tipo de comercios es el Metro de Santiago (Caballero Rey, 2015).
- Arriendo espacios publicitarios, que pueden ir desde pequeños espacios dentro de estaciones o trenes, hasta “vestir” por completo un tren, esto es recubrirlo por completo del diseño que el cliente de publicidad espera. Es muy usual hoy en día en los metros del mundo, teniéndose por ejemplo el caso del Metro de Madrid (Metro de Madrid, 2016)
- Ingresos por negocios de bienes raíces, en los cuales se aprovecha la oportunidad de generar nuevos desarrollos inmobiliarios junto a estaciones de metro que se están creando. El negocio radica entonces en que el operador de metro captura terrenos donde negocia con constructores la edificación de un centro comercial o torres residenciales adjuntas a la estación de metro. El ejemplo más evidente de esta forma de obtención de ingresos es el Metro de Hong Kong – MTR (Cervero & Murakami, 2009)
- Ingresos por transmisión de datos, que permite mediante los negocios de brindar datos por señal de internet o por wifi a los usuarios obtener ingresos económicos, ya sea por peaje de flujo de datos, cobros de cánones de uso de la red, suscripción a servicios o incluso por uno de los más innovadores negocios en línea actuales: el rastreo de hábitos de los usuarios y la venta de dicha información. Ejemplo de ello es el caso del London Underground (Evening Standard, 2017; Railway Technology, 2018)
- Otros ingresos de explotación, dentro de los cuales se pueden encontrar desde participación accionaria en otras empresas de transporte o construcción de metros, pasando por consultoría y diseño de redes de metro, hasta llegar a

ingresos financieros derivados por colocar fondos en instrumentos financieros con buena rentabilidad. Ejemplo de ello es el caso del Metro de Delhi que percibe ingresos por actividades de operación de buses, de operaciones ferroviarias en otras ciudades, de consultoría, y de proyectos externos (Delhi Metro Rail Corporation Limited, 2016)

En la tabla 14 se presentan los datos del coeficiente de cobertura, al igual que la ratio de ingresos no debidos a tarifas de metro como relación del total de gastos de explotación.

CIUDAD Y PAÍS	Población (MM habitantes)	Coeficiente de cobertura	Ingresos No tarifarios/ Gastos Explotación
Belo Horizonte - BRA	2,7 MM	60,3%	2,6%
Brasilia - BRA	4,8 MM	40,0%	
Buenos Aires - ARG	15,6 MM	35,5%	1,9%
Ciudad de México - MEX	21,8 MM	41,7%	4,6%
Ciudad de Panamá - PAN	1,5 MM	50,9%	
Guadalajara - MEX	5,3 MM	130,6%	12,7%
Lima - PER	9,7 MM	95,0%	4,0%
Medellín - COL	3,9 MM	153,1%	5,4%
Monterrey - MEX	5,0 MM	64,3%	2,7%
Porto Alegre - BRA	4,2 MM	46,9%	2,3%
Recife - BRA	4,1 MM	25,9%	0,5%
Rio de Janeiro - BRA	13,5 MM	170,9%	8,1%
Santiago - CHI	6,9 MM	103,3%	19,8%
Santo Domingo - RD	3,4 MM	68,1%	1,3%
Sao Paulo - BRA	22,3 MM	102,7%	11,5%
Valparaiso - CHI	0,9 MM	79,9%	3,3%

Tabla 14: Datos de Coeficiente de cobertura y de la ratio de Ingresos no tarifarios frente a gastos de explotación. Fuente: Elaboración propia con base a datos anteriormente referenciados.

Dentro de estos datos, como primer punto a destacar, es que se debe prestar atención a los casos que tienen un Coeficiente de cobertura superior al 100%, lo cual cumplen cinco sistemas de metro en América Latina: Guadalajara, Medellín, Río de Janeiro, Santiago y Sao Paulo, e incluso una operación más se encuentra muy cerca de cumplirlo, en el caso de Lima. Es muy interesante que tantos sistemas de metro en la región logren su autosostenibilidad financiera (6 de un total de 16 analizados), porque como se verá

más adelante, alcanzar coeficientes de cobertura del 100% y la autosostenibilidad, no son condiciones frecuentes en los sistemas de metro.

El segundo punto para destacar es que varios sistemas de metro de la región tienen porcentuales de ingresos no tarifarios superiores a 5%, lo cual tampoco es frecuente en las operaciones de metro en el mundo. Usualmente los ingresos no tarifarios suelen rondar tan sólo 2% de los gastos de explotación. Los sistemas de metro de América Latina que superan ese porcentual de ingresos no tarifarios del 5% son: Guadalajara, Medellín, Río de Janeiro, Santiago y Sao Paulo, con algunos casos muy notables como Metro de Santiago que llega hasta 19,8%, Guadalajara con 12,7% y Sao Paulo con 11,5%. Esta información se grafica en la Ilustración 7

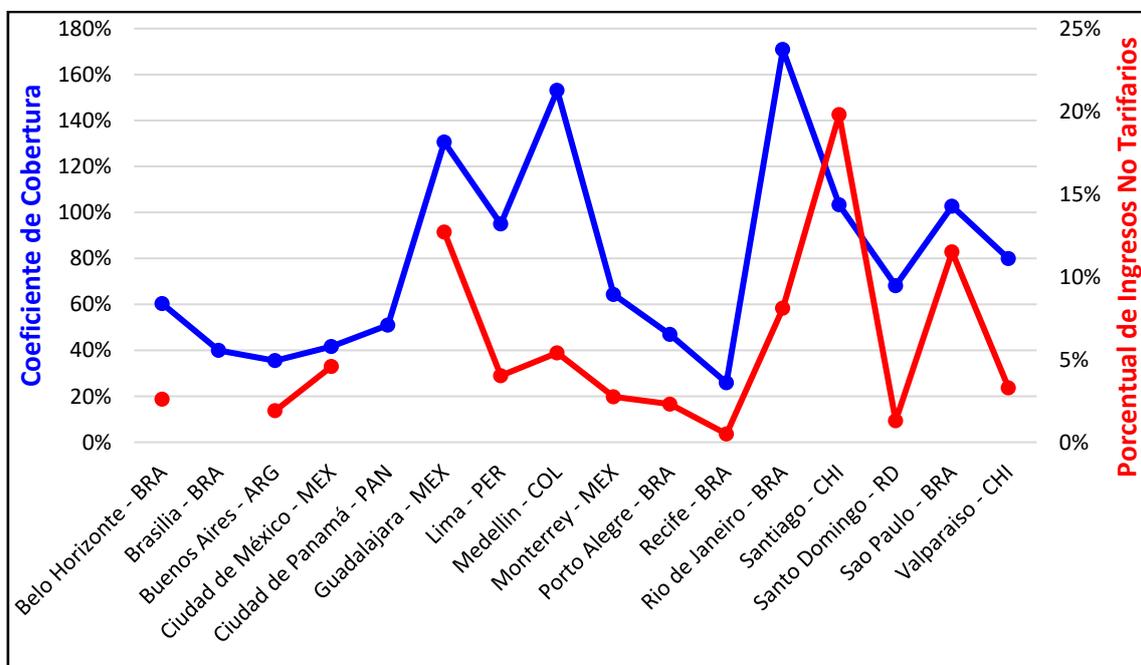


Ilustración 7: Coeficiente de cobertura y porcentual de ingresos no tarifarios para los sistemas de metro de América Latina. Fuente: Elaboración propia con base a datos anteriormente referenciados

Como se puede ver en la gráfica, existe una tendencia a que mientras más alto el porcentual de ingresos no tarifarios, de la misma forma se tienen altos valores de coeficiente de cobertura.

Si se hace el cálculo estadístico en el programa Excel, se puede encontrar que la correlación estadística es de 0,56 lo que muestra que en efecto existe una alta correlación positiva entre las dos variables, y por tanto, que en aquellos metros que

tienen altos valores de porcentual de ingresos no tarifarios, estadísticamente son más propensos a tener altos valores de coeficiente de cobertura.

Análisis de correlación estadística #1:

Variabes: *Coeficiente de Cobertura y Porcentual de Ingresos no Tarifarios*

Fórmula matemática: *Coeficiente de correlación estadística*

Datos: *matriz de coeficientes de cobertura para todos los metros analizados y matriz de datos del porcentaje de ingresos no tarifarios*

Valor de la Correlación: **0,56 (Alta y directamente proporcional)**

*Tabla 15: Análisis de correlación estadística entre coeficiente de cobertura y porcentual de ingresos no tarifarios*

Otro grupo de datos importantes dentro de los parámetros financieros corresponde a los gastos de explotación como una relación del número de viajeros y del número de kilómetros recorridos, que dan una idea de la eficiencia del sistema de metro en relación con la carga de viajeros y el uso de flota en distancias.

En el primer parámetro, la relación de gastos de explotación frente al número de viajeros muestra la eficiencia que se puede obtener en cuanto a que para un mismo número de viajeros los gastos de explotación pueden ser mayores o menores. Esto a la larga dependerá de si es que los trenes van vacíos o llenos, y mientras más cargados vayan los trenes, esta ratio será menor, de hecho, en el argot ferroviario se suele decir “moviendo sólo fierros” queriendo representar que, para el mismo gasto de electricidad, personal y mantenimiento, muy poca gente es transportada en los trenes. En la tabla 16 se aprecia que las operaciones con mejor ratio de gastos de explotación frente al número de viajeros son el Tren Urbano de Guadalajara, Metro de Medellín, y Metro de México, sistemas que suelen ser considerados por la población de sus ciudades como metros bastante cargados de pasajeros, y en ocasiones atestados. En el polo opuesto se encuentra el sistema de la ciudad de Brasilia, el cual muestra altos costos de explotación frente al número de viajeros, lo cual no debe sorprender en absoluto, pues su operación es la penúltima por número de viajeros en la región, según se vio en la tabla 12, con la sexta parte de viajeros que el Metro de Medellín, a pesar de tener similar número de estaciones y extensión (km) de red.

En el otro parámetro presentado, se hace una relación entre los costes de explotación frente a los kilómetros que son recorridos. Aquí es preponderante notar que hay explotaciones ferroviarias urbanas con líneas de corta extensión como el Metro de Santo Domingo cuyas dos líneas suman 28 km, mientras que otras operaciones tienen líneas con largas extensiones como el Metro de Recife que también tiene dos líneas, pero estas suman 71 km. Por tanto, no es de extrañar que en este parámetro Metro de Santo Domingo presenta la ratio más baja y Metro de Recife la más alta.

CIUDAD Y PAÍS	Gastos Explotación (USD) / N° viajeros	Gastos Explotación (USD) / Km. Recorridos	Plantilla/ millón de viajeros
Belo Horizonte - BRA	1,14	7,23	14,70
Brasilia - BRA	2,91		28,89
Buenos Aires - ARG	0,96	7,58	17,90
Ciudad de México - MEX	0,55		9,39
Ciudad de Panamá - PAN	0,69		8,33
Guadalajara - MEX	0,36	4,46	10,20
Lima - PER	1,57	9,42	14,70
Medellín - COL	0,49	4,21	6,50
Monterrey - MEX			5,58
Porto Alegre - BRA	1,47	5,75	20,40
Recife - BRA	1,10	9,50	15,40
Rio de Janeiro - BRA	0,75	4,39	12,60
Santiago - CHI	0,69	3,23	5,20
Santo Domingo - RD	0,64	3,99	18,40
Sao Paulo - BRA	0,86	6,98	10,70
Valparaíso - CHI	1,04	5,57	11,30

Tabla 16: Datos de parámetros de Gastos de explotación frente a número de viajeros, frente a kilómetros recorridos y ratio de plantilla de empleados por cada millón de pasajeros. Fuente: Elaboración propia en base a datos anteriormente referenciados

Y el último parámetro presentado en la tabla 16 corresponde a la relación entre plantilla por millón de viajeros, que es una representación de cuánto personal utiliza cada sistema de metros para poder mover un millón de viajeros, como una medida de la eficiencia en cuanto al personal del metro. En este parámetro destacan las operaciones de Santiago de Chile, Monterrey y Medellín, cuyas ratios no sobrepasan los 7 empleados para mover un millón de pasajeros, y en el otro extremo se encuentran Brasilia y Porto

Alegre que requieren más de 20 empleados por cada millón de pasajeros movidos en sus sistemas.

Se presentan los parámetros de gastos de explotación como una relación del número de viajeros y del número de kilómetros recorridos en forma de gráficos, en las ilustraciones a continuación:

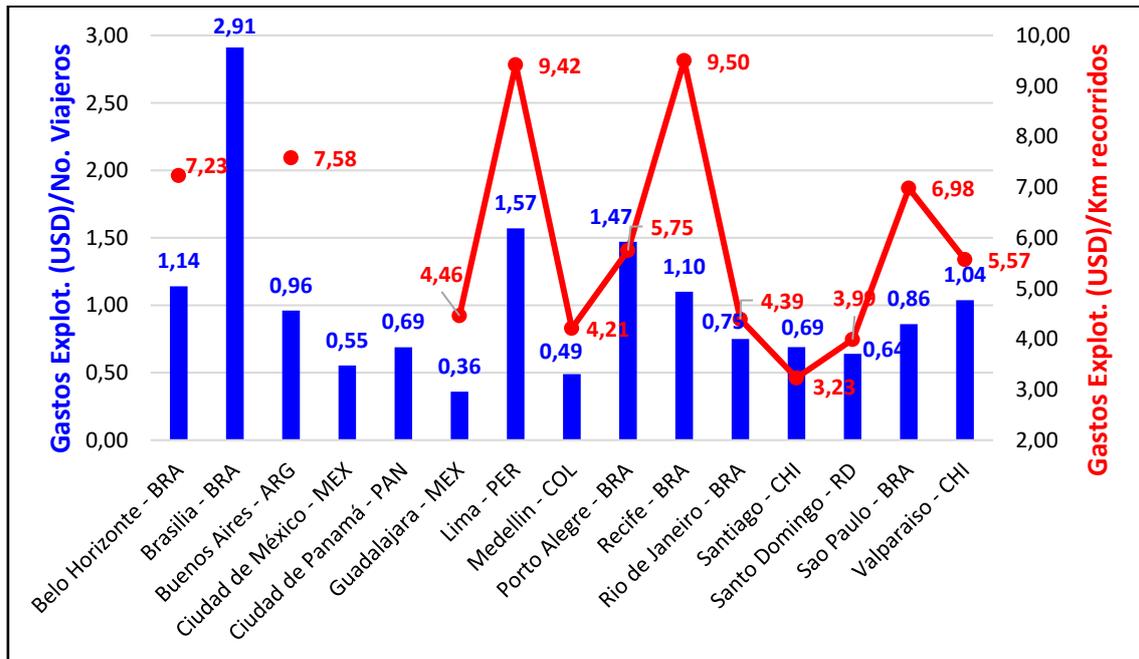


Ilustración 8: Gastos de explotación por número de viajeros y por kilómetros recorridos. Fuente: Elaboración Propia en base a datos anteriormente referenciados.

Si se hace el cálculo estadístico en el programa Excel, se puede encontrar que la correlación estadística es de 0,71 demostrando que existe muy alta correlación positiva entre las dos variables, lo que significa que aquellos metros que tiene altos gastos de explotación con relación al número de viajeros que transportan, también tendrán altos gastos de explotación por cada kilómetro recorrido.

Análisis de correlación estadística #2:  
Variables: Gastos de Explotación por Número de Viajeros y Gastos de Explotación por Kilómetros Recorridos  
Fórmula matemática: Coeficiente de correlación estadística  
Valor de la Correlación: **0,71 (Muy Alta y directamente proporcional)**

Tabla 17: Correlación estadística entre gastos de explotación por número de viajeros y gastos de explotación por kilómetros recorridos. Fuente: elaboración propia

A continuación, se presenta también el parámetro de la razón de la plantilla de empleados por millón de pasajeros transportados.

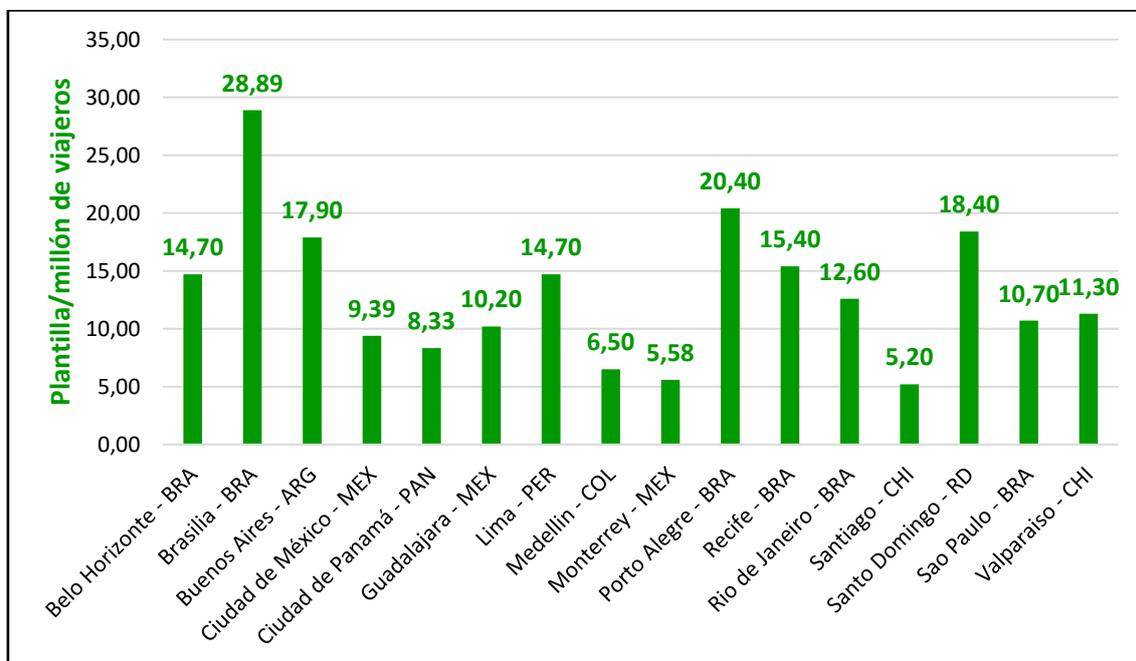


Ilustración 9: Relación de plantilla de trabajadores por millón de viajeros transportados. Fuente: Elaboración propia en base a datos anteriormente referenciados.

El cálculo de la correlación estadística entre los parámetros Gastos de Explotación por Número de Viajeros frente a la Plantilla por Millón de Viajeros, arroja un valor de 0,28 que muestra que no están realmente correlacionadas estas dos variables.

### Análisis de correlación estadística #3:

Variables: Gastos de Explotación por Número de Viajeros y Plantilla por Millón de Viajeros

Fórmula matemática: coeficiente de correlación estadística

Datos: matriz de datos de gastos de explotación por número de viajeros para los metros seleccionados y matriz de datos de la plantilla por millón de viajeros

Valor de la Correlación: **0,28 (muy baja o ninguna)**

Tabla 18: Correlación estadística entre gastos de explotación por número de viajeros y plantilla por millón de viajeros. Fuente: elaboración propia

También se estudió la correlación estadística entre la variable Coeficiente de Cobertura frente a las variables Gastos de Explotación por Número de Viajeros, Gastos de Explotación por Kilómetros Recorridos, y Plantilla por Millón de Viajeros, que dio valores estadísticos de -0,34; -0,31 y -0,44 respectivamente, mostrando nuevamente en los tres casos, que no existe correlación entre dichas variables.

**Análisis de correlación estadística #4:**

**VARIABLES:** Coeficiente de Cobertura frente a Gastos de Explotación por Número de Viajeros

**Fórmula matemática:** coeficiente de correlación estadística

**Datos:** matriz de datos del coeficiente de cobertura para los metros seleccionados y matriz de datos de los gastos de explotación por viajeros

**Valor de la Correlación:** **-0,34 (muy baja)**

*Tabla 19: Correlación estadística entre el coeficiente de cobertura frente a los gastos de explotación por número de viajeros. Fuente: elaboración propia*

**Análisis de correlación estadística #5:**

**VARIABLES:** Coeficiente de Cobertura frente a Gastos de Explotación por Kilómetros Recorridos

**Fórmula matemática:** Coeficiente de correlación

**Datos:** matriz de datos del coeficiente de cobertura de los metros seleccionados y matriz de datos de los gastos de explotación por kilómetros recorridos

**Valor de la Correlación:** **-0,31 (muy baja)**

*Tabla 20: Correlación estadística entre el coeficiente de cobertura frente a los gastos de explotación por kilómetros recorridos. Fuente: elaboración propia*

Análisis de correlación estadística #6:

VARIABLES: *Coeficiente de Cobertura frente a Plantilla por Millón de Viajeros*

Fórmula matemática: *Coeficiente de correlación*

Datos: *matriz de datos del coeficiente de cobertura para los metros seleccionados y matriz de datos de la plantilla por millón de viajeros*

Valor de la Correlación: **-0,44 (baja)**

*Tabla 21: Correlación estadística entre el coeficiente de cobertura, frente a la plantilla por millón de viajeros.  
Fuente: elaboración propia*

Como se puede observar, de los análisis de correlación realizados a las diferentes variables económico-financieras, sólo dos han dado correlación alta, y además positiva:

- Relación entre variables Gastos de Explotación por Número de Viajeros y Gastos de Explotación por Kilómetros Recorridos,
- Relación entre variable Coeficiente de Cobertura frente a variable Porcentual de Ingresos no Tarifarios

En el primer caso es una correlación que era hasta previsible de observar y muestra que la optimización de gastos de explotación dará buenos ratios si se evalúa tanto frente a los viajeros que recorren en el sistema como frente a los kilómetros recorridos, pues en ambos casos se está midiendo eficiencias en el sistema de metro.

En el segundo caso, esa correlación tiene capital importancia, pues indica que una operación de metro que decida incorporar fuentes de financiamiento, más allá de los cobros por títulos de transporte, tendrá una gran posibilidad de manejar Coeficientes de Cobertura superiores al 100%, y con ello ser financieramente sostenible.

Este tema abordaremos más adelante, pues lograr la sostenibilidad financiera no es algo que se obtiene con facilidad y requiere de un compromiso a nivel largo plazo de parte de la dirección de la empresa ferroviaria, algo que no siempre se obtiene debido a los compromisos sociales y políticos a los que se ven abocados los dueños y/o operadores de los sistemas de metro.

#### **4.4 COMPARATIVA DE LOS SISTEMAS DE METRO DE AMÉRICA LATINA FRENTE A LOS DE OTRAS REGIONES DEL MUNDO**

En la bibliografía que se ha consultado, no se ha encontrado análisis que muestren comparativas entre los sistemas de metro de América Latina frente a otras regiones en el mundo, por lo cual se generan algunas dudas de si sus parámetros operativos, financieros y socioeconómicos son similares o si existen condiciones particulares características de la región latinoamericana.

Abordar un análisis que incluya absolutamente todos los sistemas de metro del mundo y que luego extrapole y tabule datos para llegar a conclusiones, sería un trabajo tan extenso que por sí sólo requiriera una investigación digna de otra tesis completa, y que sea de paso dicho, una recomendación de las futuras líneas de investigación posteriores a esta tesis.

Pero como una primera forma de abordar esta temática, se propone en este presente estudio, realizar una comparación de los metros más emblemáticos de Europa, Asia y Norteamérica, con sus equivalentes en América Latina, sean estos de gran tamaño como de mediano tamaño.

Los sistemas de metro de los cuales se han recopilado datos son los que se listan en la siguiente tabla, juntamente con los nombres de las empresas y las fuentes de datos de donde se ha obtenido la información:

Sigla	Nombre comercial	Empresa Propietaria	Región	Fuente
NY	New York City Subway	MTA New York City Transit - NYCT	Am	(Metropolitan Transportation Authority - MTA, 2015)
Wa	Washington Metro	Washington Metropolitan Area Transit Authority - WMATA	Am	(Washington Metropolitan Area Transit Authority, 2014)
Mt	Montreal Metro	Societe de Transport de Montreal - STM	Am	(STM Metro de Montreal, 2014)
SF	San Francisco BART	San Francisco Bay Area Rapid Transit District - BART	Am	(San Francisco Bay Area Rapid Transit District, 2015)
Ln	London Underground	London Underground Limited - LUL	EU	(Transport for London, 2013, 2015)
Md	Metro de Madrid	Consortio Regional de Transportes de Madrid	EU	(Metro de Madrid S.A., 2014)
Bn	Berlin U-Bahn	Berliner Verkehrsbetriebe - BVG	EU	(BVG, 2016)
Mi	Metro de Milan	Azienda Trasporti Milanese	EU	(Azienda Trasporti Milanese, 2015)
Bc	Metro de Valencia	Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana	EU	(FGV - Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana, 2014)
HK	Hong Kong MTR	MTR Corporation Limited	As	(MTR, 2015)
Sh	Shanghai Metro	Shanghai Shentong Metro Group - SSMG	As	(Shanghai Shentong Metro Group Corporation, 2015)
Sg	Singapore MRT	Singapore Mass Rapid Transit Corporation Ltd - SMRT	As	(SMRT, 2015)
Dh	Delhi Metro	Delhi Metro Rail Corporation - DMRC	As	(Delhi Metro Rail Corporation Ltd., 2015)
Tp	Taipei Metro	Taipei Rapid Transit Corporation - TRTC	As	(Taipei Rapid Transit Corporation, 2015)
MX	Mexico City Metro	Sistema de Transporte Colectivo - STC	LA	(Sistema de Transporte Colectivo - STC, 2015)
SP	Metro Sao Paulo	Companhia do Metropolitano de Sao Paulo - MSP	LA	(Metro de Sao Paulo, 2015; Metro Sao Paulo, 2014)
SC	Metro de Santiago	Empresa de Transporte de Pasajeros Metro S.A.	LA	(ALAMYS, 2014; Metro de Santiago, 2015b)
BA	Subte de Buenos Aires	Buenos Aires Metrovías	LA	(ALAMYS, 2014; Subte Buenos Aires, 2018)
RJ	Metro do Rio de Janeiro	Metrô Rio	LA	(ALAMYS, 2014; Companhia do Metropolitano do Distrito Federal - Metro DF, 2016)
Me	Metro de Medellín	SITVA	LA	(ALAMYS, 2014; Metro de Medellín, 2014)

Tabla 22: Listado de Metros por regiones con nombre comercial, empresa propietaria y fuentes de información.

Fuente: Elaboración propia con datos indicados

#### **4.4.1 Pasajeros por longitud de red**

Dentro de los análisis descriptivos comparativos a realizarse, el primero que compete es la revisión de los tamaños de las redes de los sistemas de metros y las cifras de pasajeros que transportan anualmente estos metros. Estas dos variables provistas por cada uno de los operadores permiten calcular una tercera variable que es la relación de pasajeros por longitud de red, expresada en millones de pasajeros por km de red (MM pax/km de red). Esta ratio o parámetro de los sistemas de metro tiene una notable importancia porque permite ver si una red es diseñada de forma eficiente y optimizada para que cargue un buen número de pasajeros o si en caso contrario las líneas de metro se tienden sin prestar importancia a que las mismas se llenen o no con pasajeros. La primera visión lleva a tener sistemas de metro con trenes bastante cargados y la segunda a tener trenes usualmente vacíos o a media carga.

Se presentan esos datos en la tabla 23 y el gráfico que acompaña la comparación de Pasajeros por Longitud de Red en la Ilustración 10.

Ciudad y Operador	Region	Longitud de Red (km)	Pasajeros Anuales (MM)	Pasajeros por Longitud de Red (MMPax/km)
New York City Subway	Norteamérica	485	1751	<b>3,61</b>
Washington Metro	Norteamérica	171	209	<b>1,22</b>
Montreal Metro	Norteamérica	71	280	<b>3,94</b>
San Francisco BART	Norteamérica	197	128	<b>0,65</b>
Promedio seleccionados	Norteamérica	231	592	<b>2,56</b>
London Underground	Europa	402	1265	<b>3,15</b>
Metro de Madrid	Europa	294	561	<b>1,91</b>
Berlin U-Bahn	Europa	175	500	<b>2,86</b>
Metro de Milan	Europa	97	350	<b>3,61</b>
Metro de Valencia	Europa	147	59,9	<b>0,41</b>
Promedio seleccionados	Europa	223	547	<b>2,45</b>
Hong Kong MTR	Asia	185	1578	<b>8,53</b>
Shanghai Metro	Asia	613	2500	<b>4,08</b>
Singapore MRT	Asia	142	1200	<b>8,45</b>
Delhi Metro	Asia	212	780	<b>3,68</b>
Taipei Metro	Asia	129	680	<b>5,27</b>
Promedio seleccionados	Asia	256	1348	<b>5,26</b>
Mexico City Metro	América Latina	200	1580	<b>7,90</b>
Metro Sao Paulo	América Latina	75	800	<b>10,67</b>
Metro de Santiago	América Latina	105	650	<b>6,19</b>
Metro Rio	América Latina	45	200	<b>4,44</b>
Metro de Medellín	América Latina	35	201	<b>5,74</b>
Promedio seleccionados	América Latina	92	686	<b>7,46</b>

Tabla 23: Pasajeros por Longitud de Red para sistemas de metro seleccionados. Fuente: elaboración propia con datos de los operadores de los sistemas.

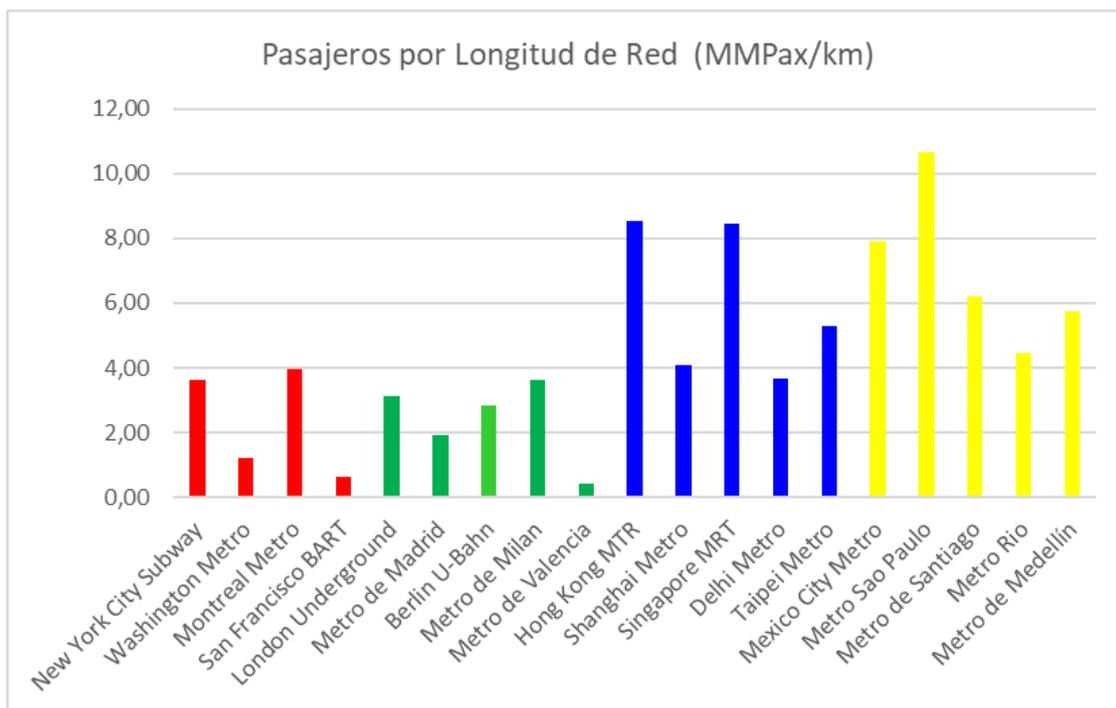


Ilustración 10: Pasajeros Anuales por Longitud de Red para sistemas de metro seleccionados. Fuente: elaboración propia con datos de los operadores de metro

Como se puede observar a partir de los datos y gráfico presentados para el grupo de sistemas de metro representativos de cada región, en los casos de Europa y de América del Norte (Canadá y USA) la ratio de pasajeros anuales por longitud de red es bastante inferior a las regiones de Asia y América Latina. El promedio para los sistemas de metro seleccionados corresponde a 2,56 MMPax/km para América del Norte y 2,45 MMPax/km para Europa, mientras que en Asia es de 5,26 MMPax/Km y en América Latina 7,46 MMPax/km. Esto muestra que los metros de estas dos últimas regiones tienen un mayor nivel de carga de pasajeros que otras regiones del mundo, y más aún, los sistemas de metro de América Latina son los que presentan mayor carga de pasajeros a nivel del mundo.

Subyace entonces la pregunta, ¿debido a qué causas es América Latina la región con mayores cargas de pasajeros por longitud de red? Y la respuesta principal está relacionada al hecho de que en América Latina confluyen dos factores, por un lado la región tiene varias ciudades muy populosas (incluyéndose dos ciudades con más de 20 millones de habitantes, seis ciudades que superan los 5 millones de habitantes y una treintena de ciudades que superan los 2 millones de habitantes) y por otro lado es una

región en donde cada uno de sus países integrantes ha tenido limitaciones presupuestarias que dificultan la extensión de sus redes de Metro. Con ello las redes que se construyen sufren acumulación de pasajeros y por tanto la ratio de pasajeros por longitud de red es de los más altos del mundo.

#### **4.4.2 Índice de cobertura y porcentaje de ingresos no tarifarios**

El “índice de cobertura” es una ratio que suele ser calculado con mucha frecuencia en los Metros alrededor del mundo, toda vez que permite tener una perspectiva de la eficiencia del operador ferroviario para cubrir los gastos debidos a la operación.

El cálculo del índice de cobertura se realiza dividiendo todos los ingresos operativos (sean estos debidos a ingresos tarifarios como también los de otras actividades comerciales) para el cociente de los costos operativos. Cuando el índice de cobertura es igual a 1 o porcentualmente el 100%, significa que todos los gastos o costos debidos a la operación, son cubiertos o pagados al 100% por los ingresos de la operación. Si el índice de cobertura es inferior a 1, significa que no se están cubriendo todos los costos de operación con los ingresos operativos, y, por tanto, será necesario recurrir a subsidios sea de parte del gobierno local o del gobierno central. Y finalmente si el índice de cobertura es superior a 1, entonces significa que hay un excedente financiero fruto de que los ingresos operacionales son superiores a los costos operacionales.

En cuanto a la variable denominada “ingresos no tarifarios”, esta corresponde a todas las actividades de tipo comercial que no están vinculadas en si mismo al cobro de títulos de transporte o tiquetes tarifarios, pero que también generan ingresos en un sistema de metro. Algunas de estas actividades comerciales o no tarifarias se listan a continuación:

- Publicidad comercial en estaciones, trenes e incluso en aplicaciones móviles del Metro o en tarjetas para el pago
- Peajes por circulación de datos o arriendos de infraestructura vinculados a telecomunicaciones al interior de trenes, túnel y estaciones

- Arriendo de locales comerciales al interior de las estaciones de metro como negocios o desarrollos de tipo inmobiliario anexos al exterior de las estaciones que van desde edificios de oficinas y apartamentos, hasta centros comerciales.
- Actividades de logística y transporte de carga a bordo de los trenes en horario no destinado a pasajeros

A mayor porcentaje de ingresos debidos a actividades no tarifarias, se evidencia un esfuerzo notable por parte del operador ferroviario o el propietario del sistema de metro para buscar incremento de los ingresos mediante soluciones creativas, en aras de sumar fuentes de ingresos de recursos financieros y con ello buscar ratios de índices de cobertura superiores a 100%, con lo que se evita depender de subsidios.

En la tabla 24 se presentan los datos para la muestra de ciudades en el mundo ya previamente seleccionada.

Ciudad - Operador	Región	Índice de Cobertura	Ingresos no Tarifarios
New York City Subway	Norteamérica	50,3%	7,3%
Washington Metro	Norteamérica	36,5%	5,0%
Montreal Metro	Norteamérica	64,0%	6,0%
San Francisco BART	Norteamérica	67,0%	9,9%
Promedio Metros seleccionados	Norteamérica	54,5%	7,1%
London Underground	Europa	100,6%	16,0%
Metro de Madrid	Europa	73,9%	6,2%
Berlin U-Bahn	Europa	57,6%	12,9%
Metro de Milan	Europa	91,9%	8,6%
Metro de Valencia	Europa	52,5%	4,2%
Promedio Metros seleccionados	Europa	75,3%	9,6%
Hong Kong MTR	Asia	183,8%	29,3%
Singapore MRT	Asia	128,1%	26,8%
Delhi Metro	Asia	149,7%	7,7%
Taipei Metro	Asia	118,5%	16,1%
Promedio Metros seleccionados	Asia	145,0%	20,0%
Mexico City Metro	América Latina	41,7%	4,6%
Metro Sao Paulo	América Latina	102,7%	11,5%
Metro de Santiago	América Latina	103,3%	19,8%
Metro Rio	América Latina	170,9%	8,1%
Metro de Medellín	América Latina	153,1%	5,4%
Promedio Metros seleccionados	América Latina	114,3%	9,9%

Tabla 24: Índice de cobertura y porcentaje de ingresos no tarifarios para sistemas de metro seleccionados. Fuente: elaboración propia con datos de los operadores de los sistemas

Sobre la primera variable del índice de cobertura, se puede observar que, de los sistemas de metro presentados, muy pocas operaciones de Europa y Norte América alcanzan a cubrir todos sus costos operativos en base a los ingresos de operación, mientras que para los sistemas de metro de Asia y América Latina la tendencia es a la inversa con muchos de los sistemas de metro superando el índice de cobertura de 100%. De hecho, como se puede observar en la tabla, los sistemas de metro de Santiago de Chile y Sao Paulo superan el 100% del índice de cobertura y los de Rio de Janeiro y Medellín incluso superan el 150% de índice de cobertura.

A nivel de promedios por región, para las muestras presentadas, se observa que Asia lidera teniendo una cobertura de 145%, seguido por América Latina con 114,3%,

mientras que bajo condiciones de bajos índices de cobertura se encuentran Europa con 75,3% y América del Norte con 54,5%.

Análoga situación sucede con los ingresos no tarifarios, es decir, aquellos que provienen de actividades no vinculadas al transporte, en donde los sistemas de metro de Asia logran los promedios más altos con un 17,9% sobre los ingresos totales, continuados por los sistemas de metro de América Latina con 9,9% y Europa 9,6%, mientras que los sistemas de Norte América están todavía más rezagados con un promedio de 7,1%.

El conjunto de las dos variables representadas muestra un esfuerzo serio en Asia y América Latina para conseguir la sostenibilidad financiera de sus sistemas de metro, mientras que en Norte América y Europa se muestra una mayor tendencia a depender de los subsidios gubernamentales. De manera especial en Europa el transporte público es considerado un servicio de primera necesidad y un derecho fundamental para los ciudadanos, por lo cual no siempre existe interés en obtener sostenibilidad financiera en los sistemas de metro.

#### **4.4.3 Valor de la tarifa o precios del pasaje frente al SMV**

El costo de movilizarse en transporte público, y de manera especial en los sistemas de metro, no representa el mismo porcentaje entre diferentes países y ciudades del mundo. Los gobiernos locales, regionales y nacionales toman decisiones relativas al precio o valor de la tarifa de pasaje según sus propias políticas públicas. Esto lleva a que en algunos países el peso que tiene la transportación en los gastos familiares es superior al que se da en otros países y ciertamente afecta más a la economía de las personas con bajos ingresos.

Por ello se ha estudiado la variable concerniente al “valor de la tarifa o precios del pasaje frente al salario mínimo vital (SMV)”. Esta tabla trata de analizar la relación entre los precios de los pasajes en cada uno de los sistemas de metro estudiados, comparándolos con el salario mínimo vital en los países y ciudades correspondientes.

Para poder tener una línea base equivalente en todos los sistemas de metro que han sido estudiados, se ha escogido el precio del pasaje más común, o del título de transporte más comúnmente usado, toda vez que en cada país hay una diferente estructura tarifaria, dependiendo de las tipologías de viaje y de los colectivos, incluyéndose tarifas con descuento que se otorgan a determinados colectivos ciudadanos de consideración social especial como son adultos mayores, personas con minusvalías o discapacidades, estudiantes de colegio y universitarios, etc. Y por otro lado para el caso del salario mínimo vital, se ha buscado estandarizar con los datos de los diferentes países calculando su equivalente mensual, ya que en algunos países el pago mínimo es por horas y en otros países por semanas o mensual. De la misma forma se ha trabajado con los salarios por ciudades en aquellos casos en los que el salario no está estandarizado a nivel nacional. Se ha asumido también otras denominaciones para salario mínimo vital, pues en algunos casos es llamado pago mínimo por hora, salario básico, etc. En todos los casos se ha hecho cambio monetario a dólares de los Estados Unidos de América y se ha utilizado como año de comparación, los datos de 2014, de donde se ha podido corroborar información para todos los sistemas de metro analizados.

La tabla 25 presenta los datos comparativos del precio del boleto más común, que fue obtenido de la moneda local y equiparado a dólares (USD) y del salario mínimo vital. Con ello se ha realizado el cálculo de cuánto cuestan 100 boletos de viaje al mes y por tanto el porcentaje del SMV necesario para cubrir el costo de dicho lote de boletos.

Ciudad - Operador	Región	Precio boleto más común (USD)	SMV mensual (USD)	Porcentaje del SMV para 100 boletos
New York City Subway	Norteamérica	2,50	1408,00	18%
Washington Metro	Norteamérica	2,15	1408,00	15%
Montreal Metro	Norteamérica	2,70	1812,80	15%
San Francisco BART	Norteamérica	1,85	1408,00	13%
<b>Promedio Metros seleccionados</b>				<b>15%</b>
London Underground	Europa	6,23	1875,41	33%
Metro de Madrid	Europa	1,98	993,96	20%
Berlin U-Bahn	Europa	3,43	1974,72	17%
Metro de Valencia	Europa	1,98	993,96	20%
<b>Promedio Metros seleccionados</b>				<b>23%</b>
Hong Kong MTR	Asia	1,08	978,90	11%
Singapore MRT	Asia	1,42	787,40	18%
Delhi Metro	Asia	0,33	978,90	3%
Taipei Metro	Asia	0,76	978,90	8%
<b>Promedio Metros seleccionados</b>				<b>10%</b>
Mexico City Metro	América Latina	0,37	150,65	25%
Metro Sao Paulo	América Latina	1,27	310,73	41%
Metro de Santiago	América Latina	1,22	392,67	31%
Metro Rio	América Latina	1,48	310,73	48%
Metro de Medellín	América Latina	0,87	305,10	28%
<b>Promedio Metros seleccionados</b>				<b>37%</b>

Tabla 25: Porcentaje del salario mínimo vital (SMV) necesario para pagar 100 boletos para sistemas de metro seleccionados, a precios de dólares de 2014. Fuente: elaboración propia con datos de los operadores de los sistemas

Se puede observar que a nivel de cada región los valores son relativamente cercanos entre una y otra ciudad con sus operadores de metro, pero cuando ya se evalúa a nivel comparativo entre regiones, se aprecia serias diferencias, en especial en los sistemas de metro de América Latina, cuyo costo de pagar 100 boletos representa en promedio el 37% del SMV, lo que denota que en dicha región el costo del transporte en metro es una carga considerable para la economía de una familia, comparado con América del Norte donde sólo representa el 15%, Europa con el 23% y Asia con el 10%.

## **5 ESTUDIO DE LAS CONCESIONES DE METRO EN AMÉRICA LATINA Y FACTORES DE ÉXITO Y FRACASO**

En este capítulo se realizará un estudio sobre las concesiones de ferrocarriles metropolitanos urbanos o metros en América Latina y los factores de éxito o fracaso de estos. En el primer numeral se introducen las concesiones que se han realizado en la región, listándose todas ellas con los datos relevantes sobre las mismas.

En el segundo numeral se presenta una comparativa de las concesiones de tipo EOT (Equip – Operate – Transfer) frente a los modelos de concesiones DFBOT (Design – Finance – Build – Operate – Transfer) que se hayan presentes en la región.

En el tercer numeral se presentan los factores de éxito o fracaso de los sistemas de metro concesionados en la región. Las modalidades definidas de EOT y DFBOT se explicaron previamente y han sido presentadas por varios estudiosos de la materia (Wojewnik-Filipkowska, 2012).

Finalmente se realiza un análisis que permite encontrar algunas conclusiones sobre las causalidades de que estos modelos de concesión en la región de América Latina hayan caminado de forma apropiada o hayan estado plagados de problemas.

### **5.1 CONCESIONES DE METRO EN AMÉRICA LATINA**

Las concesiones de sistemas de Metro en Latinoamérica se han llevado a cabo principalmente en Brasil y en Perú, con la adición de un único caso en Puerto Rico. En Brasil se han concesionado líneas individuales en Sao Paulo y redes completas en Rio de Janeiro y en Salvador de Bahía. En Perú las concesiones han sido también para cada una de las líneas de forma individual, mientras que, para el caso de Puerto Rico, al existir una sola línea en operación, coincide que la concesión es por lo pronto para todo el sistema de la ciudad de San Juan.

Se presenta en la Tabla 26 cada una de las operaciones mencionadas, con la tipología o modelo contractual de concesión, así como las empresas involucradas en la operación de concesión.

<b>CONCESIONES DE METRO EN LATINOAMÉRICA</b>			
<b>Operación</b>	<b>Ciudad - País</b>	<b>Tipología</b>	<b>Concesionario</b>
Metro de Lima línea 1	Lima - Perú	EOT	Concesiones Ferroviarias (Graña y Montero - Perú, Ferrovías - Argentina)
Metro de Lima línea 2	Lima - Perú	DFBOT	Consortio Nuevo Metro de Lima (Cosapi, FCC, Impregilo, Iridium, Vialia, Ansaldo Breda)
Metro de Sao Paulo Línea 4	Sao Paulo - Brasil	EOT	Consortio Vía Quatro (CCR, Ruasinvest Participacoes, Mitsui & Co)
Metro de Sao Paulo Línea 6	Sao Paulo - Brasil	DFBOT	Consortio Move Sao Paulo (Odebrecht, Queiroz Galvao, Fundo Eco Reality)
Metro de Sao Paulo Línea 6. Segunda PPP	Sao Paulo - Brasil	DFBOT	Consortio Linha Universidade Participacoes (Acciona, Alstom, STOA Infra &Energy)
Metro de Rio de Janeiro. Todas líneas	Rio de Janeiro - Brasil	EOT	MetroRio (Invepar: OAS, Funcfe, Previ, Petros )
Metro de Bahía (Salvador)	Bahía - Brasil	DFBOT	MetroSal (Andrade Gutierrez, Camargo Correa, Siemens)
Metro de Bahía. Segunda PPP	Bahía - Brasil	DFBOT	CCR Group Brasil
Tren Urbano de San Juan	San Juan - Puerto Rico	DFBOT	Alternate Concepts Inc - Siemens Transports

Tabla 26: Base de datos de concesiones de sistemas de Metro en Latinoamérica. Fuente: elaboración propia en base a información de concesionarios

Como se puede observar en la tabla, hay dos casos en los que se da una segunda concesión para la misma línea y ciudad. Esto es en base a que la concesión original fue

fallida y el concesionario obligado a retirarse de la construcción y equipamiento de obras abandonando la concesión, y dicho proyecto se entregó a un segundo concesionario para que se haga cargo y continúe con los planes de concesión por parte de la ciudad.

Adicional a estos casos presentados, se encuentra el proyecto de la Línea 1 del Metro de Bogotá, la cual fue adjudicada a nivel de concesión a la APCA Transmimetro conformada por dos empresas de capital público chino Harbour Engineering Company Ltd con una participación del 85% y Xi'An Metro Company con una participación del 15%, en un contrato por el cual se otorgó en 2019 un período de 7,9 años para el diseño, construcción y puesta en marcha de la Primera Línea del Metro de Bogotá y su posterior período de operación durante 20 años (Metro de Bogotá, 2022).

Según la misma fuente oficial, para diciembre de 2022, el avance del proyecto era del 17,33% y todavía no se encontraban concluidos los diseños en detalle del proyecto, ni el traslado anticipado de redes, así como la gestión predial y social (Metro de Bogotá, 2022).

Sin embargo, esta concesión recién se encuentra en fases muy preliminares de avance, lo cual no permite incluirla en las referencias de análisis con el resto de las concesiones estudiadas por ser muy temprano para juzgar si la concesión ya presenta serios retrasos o incrementos sustanciales de costos de construcción, ya que con apenas dos años de desarrollo del proyecto, hay muchos aspectos todavía en proceso de trabajo.

## **5.2 CONCESIONES DE TIPOLOGÍA EOT (EQUIP – OPERATE – TRANSFER) FRENTE A CONCESIONES DE TIPOLOGÍA DFBOT (DESIGN – FINANCE – BUILD – OPERATE – TRANSFER) EN LA REGIÓN DE LATINOAMÉRICA**

De los casos de concesiones en Latinoamérica, se establecen claramente dos grupos diferentes, el de la tipología EOT (Equip – Operate – Transfer) y las de tipología DFBOT (Design – Finance – Build – Operate – Transfer) que tienen diferencias muy marcadas entre ellas, empezando por los niveles de inversión que requiere cada una de ellas, pero

avanzando en el involucramiento del concesionario en un nivel muy superior en las DFBOT y finalmente por la responsabilidad de asumir los diversos riesgos involucrados del negocio, los cuales fueron tratados en el capítulo 3 de este documento.

### 5.2.1 Concesiones de Tipología EOT (Equip – Operate – Transfer)

En Latinoamérica, se encuentran activas tres concesiones de tipología EOT, que corresponden a los casos de la Línea 1 del Metro de Lima, a la Línea 4 del Metro de Sao Paulo y a todas las líneas del Metro de Rio de Janeiro.

En la tabla 27 se pueden observar algunas características relativas a estas concesiones.

CONCESIONES TIPO EOT (EQUIP - OPERATE - TRANSFER)					
Operación	Concesionario	Período	Aporte concesionario	Monto inversion concesionario	Porcentaje construcción obra total
Metro de Lima línea 1	Concesiones Ferroviarias (Graña y Montero - Perú, Ferrovías - Argentina)	30 años	Material rodante, equipamientos E/M, operación	350 MM USD	15%
Metro de Sao Paulo Línea 4	Consortio Vía Quatro (CCR, Ruasinvest Participacoes, Mitsui & Co)	30 años	Material rodante, equipamientos E/M, operación	550 MM USD	20%
Metro de Rio de Janeiro. Todas líneas	MetroRío (Invepar: OAS, Funcef, Previ, Petros )	20 años + 20 años	Material rodante, equipamientos E/M, operación	800 MM USD	ya construída

Tabla 27: Listado de concesiones de tipo Equip - Operate - Transfer en Latinoamérica

#### 5.2.1.1 Metro de Lima, Línea 1

El Metro de Lima tuvo un camino de desarrollo bastante tortuoso, pues el proyecto empezó en 1986 en el primer gobierno del presidente Alan García, pero demoró más de tres décadas para entrar en operación.

En el año de 1986 se puso la primera piedra del proyecto, que había sido oferta de campaña del alcalde Jorge del Castillo. Se arrancó con la construcción de talleres y cocheras en la zona de Villa El Salvador y unos primeros kilómetros del viaducto y

algunas estaciones, pero ya se anticipó que, debido a problemas financieros, la obra no podría ser concluida. El consorcio italiano encargado de la construcción entregó 9,2 km de obra para el año 1995 en el tramo Villa Salvador – Atocongo, más equipamiento eléctrico para la operación y material rodante consistente en 5 trenes Ansaldo Breda MB-300 de 6 coches. Lamentablemente como esta línea no cruzaba por el centro de la ciudad ni por ningún distrito destino de viajes, la línea quedó sin uso comercial, dándosele movimiento a los trenes únicamente por temas de mantenimiento.

En el año 2009, en el segundo gobierno del presidente Alan García se retoman las obras de construcción de la Línea 1 con financiamiento de la banca multilateral, en especial de la Corporación Andina de Fomento (CAF). Se lanza una licitación para la construcción, que la gana el Consorcio Tren Eléctrico de Lima, formado por las compañías Odebrecht de Brasil y la firma peruana Graña y Montero, al tiempo que se ordena la adquisición de trenes Alstom modelo Metrópolis 9000. Para final del año 2011 se había completado el primer tramo de la Línea 1, que iba desde Villa El Salvador hasta la estación Grau que ya quedaba en el Cercado (centro de Lima), en un total de 16 estaciones y una extensión de la línea de 22 km.

En julio de 2011 el presidente Alan García aprobó la construcción del segundo tramo de la línea 1 entre las estaciones Grau en el centro de Lima y Bayóvar en el distrito periférico y populoso de San Juan de Lurigancho. Finalmente, para julio de 2014 se culminó la construcción de la Línea 1 con un total de 26 estaciones y 34,2 km de extensión

A la par de los procesos constructivos, en el año 2011 se lanzó un concurso público para concesionar la operación de la Línea 1 del Metro de Lima, el ganador fue el consorcio de Concesiones Ferroviarias GyM Ferrovías S.A. conformado por la subsidiaria de operación GyM parte del Grupo Graña y Montero de Perú y la empresa Ferrovías de Argentina. Se especificó en el contrato de concesión la necesidad de incorporar una flota adicional de trenes Alstom Metrópolis 9000 para llegar a un total de 19 trenes de 5 coches, con una inversión de 203 millones de dólares (Metro de Lima, 2015).

Debido a que la demanda de pasajeros creció de forma acelerada y se alcanzaron 320 mil pasajeros mucho antes de lo previsto (Panamericana TV, 2015), entonces se tomó la decisión de pedir una adenda en el contrato con el concesionario, por la cual se le

pedía a GyM Ferrovías que haga adquisición de una nueva flota de coches y trenes. El pedido consistía en la adquisición de 20 trenes nuevos de 6 coches, más 19 coches sueltos que servían para hacer una mejora en los trenes existentes a la fecha, que contaban únicamente con 5 coches por tren. Con ello toda la flota llegaría a 39 trenes de 6 coches por tren. Además, se realizaron mejoras en los ingresos de las estaciones, así como en los equipamientos necesarios. La nueva inversión de la adenda en mención fue de 266 millones de dólares, para llegar a un total de 469 millones de dólares (Ositran, 2017). Con ello se llegó a la cifra récord de 692 mil pasajeros (Línea Uno, 2019) pocos meses antes de que se desate la pandemia de Covid19, ya con la flota total integrada a partir de la adenda con el concesionario.

Por las cifras de transporte de pasajeros, se puede evidenciar que el contrato de concesiones, así como sus adendas han cumplido con la evolución de crecimiento de pasajeros de la Línea 1 del Metro de Lima. En cuanto a la valoración del servicio, existen una serie de métricas definidas como “KPIs” (Key Performance Indicators) que son evaluados de forma permanente por el organismo regulador de la transportación que es OSITRAN (Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público) quien presenta informes periódicos sobre la valoración de servicio a través de los KPIs. Los informes de OSITRAN de forma recurrente evalúan de manera muy positiva la calidad de servicio del concesionario. De forma explícita, el informe del año 2017 en su página 6 indica que: “tiene un excelente desempeño operativo, superando con creces los estándares mínimos y que ha cumplido todas las inversiones hasta el momento” (Ositran, 2017). Similar criterio se da en el informe del año 2020 en el cual textualmente se indica: “tiene un excelente desempeño operativo y que cumplió las inversiones que habían sido exigidas en adenda 4” (OSITRAN, 2020).

El análisis final de esta concesión, según los datos de las fuentes citadas, nos indica una concesión de tipo EOT absolutamente exitosa, que respondió en el crecimiento de la demanda, que hay satisfacción de parte del concesionario quien ha aceptado a firmar sucesivas adendas y que para la ciudadanía se refleja en una operación con calidad de servicio muy apropiado, medido por parte del regulador ferroviario local mediante KPIs. En resumen, una concesión muy satisfactoria para todos los actores.

### 5.2.1.2 Metro de Sao Paulo, Línea 4

El Metro de Sao Paulo arranca en el año 1968 con la creación de la empresa “*Companhia do Metropolitano de São Paulo*” operando los trenes del Metro urbano de Sao Paulo, mientras a la par la “*Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM)*” opera la red de trenes de cercanías o suburbanos en la región metropolitana de Sao Paulo con sus ciudades aledañas.

A pesar de que la ciudad de Sao Paulo fue desarrollando de manera sostenida un crecimiento de líneas de metro, dicho crecimiento no alcanzaba a cubrir todos los requerimientos urbanos y se encontraba limitante para uso de inversiones, o muchas exigencias de la ciudad y la región para obtener financiamientos, lo que empujaría a retrasos de la construcción de la línea 4. Por ello la ciudad de Sao Paulo decidió licitar en el 2006 una concesión mediante un sistema de Asociación Pública Privada (APP), siendo el primer tipo de contrato de esta modalidad en Brasil. El ganador de este concurso para la concesión fue el consorcio “ViaQuatro” para un proceso de operación y mantenimiento de la línea 4 durante 30 años, comprometiéndose el concesionario en realizar una inversión de 450 millones de dólares (ViaQuatro, 2022), mientras que la ciudad invertía 920 millones de dólares.

Las responsabilidades y atribuciones del concesionario consistían en:

- Operar y mantener el sistema integral de la línea 4 por 30 años, incluyendo llevar el recaudo, todo ello siguiendo los mismos estándares de calidad del resto de la red de Metro de Sao Paulo, al igual que con similares tarifas que en las otras líneas.
- Proveer un total de 29 trenes de 6 coches de tipo sin conductor o driverless, con mecanismo de señalización CBTC y nivel de automatización GOA-4, (ViaQuatro, 2022).
- Explotar negocios no tarifarios asociados a los trenes y estaciones, como son tiendas y comercios, publicidad, telecomunicaciones, estacionamientos, durante el período de duración de la concesión.

- Se instituyó un mecanismo de compensación monetaria entre el Gobierno de Sao Paulo y el concesionario, en caso de que la demanda sea muy inferior o superior a lo planificado.

Con todos los avances que desarrolló el consorcio Via Quatro, la apertura de operaciones se dio el día 25 de mayo del 2010.

La evaluación de la calidad de las operaciones a cargo del consorcio Via Quatro en la Línea 4 del Metro de Sao Paulo es llevada a cabo por el organismo de control y regulación denominado *COMISSÃO DE MONITORAMENTO DAS CONCESSÕES E PERMISSÕES (CMCP)*, entidad cuyas funciones son, según dice textualmente el portal electrónico del Gobierno de Sao Paulo: “El Comité de Seguimiento de Concesiones y Permisos (CMCP) de servicios públicos en los sistemas de transporte de pasajeros supervisa y regula la ejecución de los contratos de concesión y permisos otorgados al sector privado. Define criterios de seguimiento e inspección, además de coadyuvar a los Órganos técnicos de la Secretaría de Transporte Metropolitano en la gestión económico-financiera de los contratos que celebren con los concesionarios o permisionarios” (Governo Do Estado de Sao Paulo - Transportes Metropolitanos, 2022).

Los informes de evaluación de calidad de servicio, que al igual que en el caso de OSITRAN para el Metro de Lima son llevados en base a KPIs, han presentado muy satisfactorios resultados, y es así que ya en el año 2012 la propia comisión ha presentado datos de los indicadores como es el caso de que la disponibilidad de trenes nunca bajó de 99,82% (y siendo en varios meses el 100%), el IQS o índice de calidad del servicio fue en todos los meses del 2012 de un valor de 1 sobre un valor idóneo de 1 y el IQM o índice de calidad del mantenimiento no bajó nunca de 0,9985 sobre un valor idóneo de 1, con lo cual los KPIs de operación de Via Quatro manejando la Línea 4 del Metro de Sao Paulo (CMCP, 2012). De la misma manera, posteriores informes han corroborado el cumplimiento de los niveles de servicio de parte del consorcio Via Quatro, entre ellos el informe presentado en la Semana de Integración Ferroviaria en 2015 en el cual se muestra que la CMCP indica que el IQS fue siempre de valor 1 sobre 1 y el IQM tuvo un promedio de 0,9966 sobre 1 (Santana de Paula et al., 2015); y en el informe presentado por Via Quatro en el 2019 en donde se indica que según una investigación del Instituto Datafolha más

del 90% de los usuarios considera que el servicio está bien o muy bien (Via Quatro, 2019).

Por la evidencia presentada en los diferentes documentos citados, se puede confirmar que la concesión de la Línea 4 del Metro de Sao Paulo ha sido muy satisfactoria a nivel del servicio al cliente para los ciudadanos, que así mismo ha cumplido con todas las inversiones ante el estado de Sao Paulo, y que finalmente el concesionario se siente cómodo con el proceso de concesión. Conclusión, se trata de una concesión exitosa en cada una de sus dimensiones.

### *5.2.1.3 Metro de Río de Janeiro, todas las líneas*

El Metro de Rio de Janeiro, o simplemente el MetroRio, inició su construcción en 1970, pero por problemas de financiamiento las obras se paralizaron desde 1971 a 1974, reiniciándose labores en 1975. Para el año de 1979 finalmente inició operaciones la línea 1 con solamente 4,3 km de vía, posteriores extensiones de dicha línea y la inauguración de la línea 2 se dieron entre 1980 a 1984.

En 1998 el Consorcio Oportrans adquirió el derecho de operar el servicio de Metro por 20 años, desarrollando una serie de integraciones con otros servicios como Integração Metrô-Ônibus Expresso, el Metro Na Superficie, Barra Expresso y en general servicios de corredores segregados tipo BRTs y de buses padrones. La corporación pasó a llamarse posteriormente Invepar. La construcción y ampliación de la red se mantuvo en manos de "Rio Trilhos" de titularidad pública y parte del Gobierno del Estado de Rio de Janeiro. Hasta 1997 la red había sido ampliada con la incorporación de nuevas estaciones sirviendo en las dos líneas existentes (MetroRio, 2009).

En el marco de los planes de Brasil para atender las Olimpiadas de Rio 2016 y la Copa Mundial de Fútbol FIFA 2014, se tomó la decisión de proceder con planes de expansión de la red de metro en Rio de Janeiro y se otorgó una extensión del plazo del contrato de concesión para llegar hasta el año 2037 (Metro Rio, 2014). En los años previos a los dos grandes eventos deportivos, la red del Metro de Rio vio crecer el número de estaciones

y la construcción de una nueva línea, direccionada hacia el sector de Barra de Tijuca, la denominada línea 4.

En cuanto al desempeño de la concesión del Metro de Rio en todas sus líneas, este se ha demostrado como exitoso en sus diferentes ámbitos. Como punto de partida está el hecho de que el propio Estado de Rio de Janeiro decidió renovar el contrato de concesión por 20 años más, mostrando satisfacción en la relación con el concesionario, tanto a nivel de cumplimiento de inversiones como en la calidad del servicio del Metro de Rio. Por otro lado, los indicadores específicos de calidad del servicio avalan el buen desempeño operativo en cuanto a calidad, es así como según el último reporte emitido por Invepar se dan los siguientes indicadores y sus cumplimientos (Invepar, 2022):

- Índice de Cumplimiento de Oferta (ICPO)<sup>12</sup>, con valores superiores a 98% en los años 2021 y 2022, siendo su meta mayor o igual al 92%
- Índice de Regularidad de Intervalo (IRIT)<sup>13</sup>, con valores superiores a 97% en los años 2021 y 2022, siendo su meta mayor o igual al 90%
- Índice de Ocurrencias Notables (ION)<sup>14</sup>, con valores de 1 a 2 en los años 2021 y 2022, siendo su meta de menor a 3,5 ocurrencias en el intervalo previsto
- Índice Compuesto de Desempeño (ICD)<sup>15</sup>, el cual es una conjunción de los índices antes indicados ICPO, IRIT e ION, habiendo presentado en los años 2021 y 2022 valores superiores a 1,95 y siendo el requisito que el ICD sea mayor o igual a 1,62, por tanto, superando por largo el requerimiento.

Con ello se puede confirmar que el EOT firmado entre el concesionario Invepar y el Gobierno del Estado de Rio de Janeiro ha sido satisfactorio para ambas partes, con resultados apropiados a nivel de servicio al cliente, y cumplimiento de todas las

---

<sup>12</sup> El Índice de Cumplimiento de Oferta (ICPO) es la ratio entre el número de salidas de trenes programadas y el número de salidas de trenes cumplidas

<sup>13</sup> El Índice de Regularidad de Intervalo (IRIT) es la relación entre intervalos de trenes dentro del rango previsto en horas punta e intervalos programados.

<sup>14</sup> El Índice de Ocurrencias Notables (ION) es el número de incidentes que causan un retraso de al menos 3,5 veces el intervalo previsto

<sup>15</sup> El Índice Compuesto de Desempeño (ICD) es la evaluación del desempeño basada en la composición de los indicadores ICPO, IRIT e ION

inversiones, en especial para aumentar el número de estaciones, la flota de trenes, y la extensión de la línea 4 a Barra de Tijuca. Una concesión exitosa en todos sus ámbitos.

Un resumen sobre las diferentes operaciones Equip – Operate – Transfer con los elementos centrales de la concesión primero para los usuarios y la administración pública y en segundo lugar para el propio concesionario, más las fuentes bibliográficas utilizadas en dichos análisis se presenta en la tabla 28.

CONCESIONES TIPO EOT (EQUIP - OPERATE - TRANSFER)			
Operación	Resultados de la concesión para usuarios y Administración Pública	Resultados para el concesionario	Fuentes
Metro de Lima línea 1	Alta satisfacción medido con KPIs (Ositran). Expansión del sistema de metro, aumento de Material rodante. Altos niveles satisfacción usuarios	Resultados financieros positivos. Concesionario recibe renovación de contrato	(Ositran, 2019) (Ositran, 2017) (Ositran 2014) (Metro de Lima, 2015)
Metro de Sao Paulo Línea 4	Alta satisfacción medido con KPIs. Expansión del sistema de metro, aumento de Material rodante. Altos niveles satisfacción usuarios	Resultados financieros positivos	(ViaQuatro, 2019) (ViaQuatro, 2022) (CMCP, 2012) (Santana de Paula et al., 2015)
Metro de Rio de Janeiro. Todas líneas	Operador privado sobre líneas de metro existentes. Aumento de Material rodante y expansión del sistema. Altos niveles satisfacción usuarios	Resultados financieros positivos. Concesionario recibe renovación de contrato	(MetroRio, 2009) (MetroRio, 2022) (Invepar, 2022)

Tabla 28: Concesiones EOT, resultados de la concesión para las partes y usuarios, y fuentes bibliográficas. Fuente: elaboración propia

### **5.2.2 Concesiones de Tipología DFBOT (Design – Finance – Build – Operate – Transfer)**

En Latinoamérica en el ámbito de concesiones de sistemas de metros bajo la metodología de DFBOT (Design – Finance – Build – Operate – Transfer) han existido cuatro casos en las ciudades de Lima para la Línea 2, en Sao Paulo para la Línea 6, en Salvador (Bahía) y en San Juan de Puerto Rico. El resumen de estos casos se cita en la tabla 29.

CONCESIONES TIPO DBFOT (DESIGN - BUILD - FINANCE - OPERATE - TRANSFER)					
Operación	Concesionario	Período	Aporte concesionario	Monto plan inversión concesionario	Porcentaje sobre obra total
Metro de Lima línea 2	Consortio Nuevo Metro de Lima (Cosapi, FCC, Impregilo, Iridium, Vialia, Ansaldo Breda)	35 años	Integral: Diseño, Financiamiento, Construcción O.C., Provisión de M.R., Operación	2925 MM USD aporte del consorcio, del total de 6620 MM USD	30%
Metro de Sao Paulo Línea 6	Consortio Move Sao Paulo (Odebrecht, Queiroz Galvao, Fundo Eco Reality)	25 años	Integral: Diseño, Financiamiento, Construcción O.C., Provisión de M.R., Operación	1550 MM USD del Consorcio, de total de 3100 MM USD	50%
Metro de Sao Paulo Línea 6. Segunda APP	Consortio Linha Universidade Participacoes (Acciona, Alstom, STOA Infra)	19 años	Integral: Diseño, Financiamiento, Construcción O.C., Provisión de M.R., Operación	1142 MM Euros del Consorcio, de total de 2283 MM Euros	50%
Metro de Bahía (Salvador)	MetroSal (Andrade Gutierrez, Camargo Correa, Siemens)	30 años	Material rodante, equipamientos E/M, operación. Modelo BOT	Monto inicial 1680 MM USD	--
Metro de Bahía (Salvador). Segunda APP	CCR Group Brasil	30 años	Finalizar obra civil, renovación de material rodante, equipamientos E/M	1400 MM BRL del consorcio, de total 3600 MM BRL	38%
Tren de San Juan Puerto Rico	Alternate Concepts Inc - Siemens Transports		Diseño, Construcción, Provisión de M.R., Operación, Mantenimiento	2250 MM USD	

Tabla 29: Concesiones DBFOT en Latinoamérica. Fuente: elaboración propia

#### 5.2.2.1 Metro de Lima, Línea 2 y tramo de Línea 4

Una vez que la Línea 1 del Metro de Lima empezó su operación a inicios de la década de 2010, la ciudad de Lima planteó un plan integral para desarrollo de su red de metro, que incluía un total de 4 líneas, de las cuales la ciudad decidió priorizar la construcción de la

Línea 2 que cruza de occidente a oriente la ciudad cruzando a la línea 1 cerca de la estación Gamarra, a la par que la construcción del ramal de la Línea 4 que enlaza el Aeropuerto Jorge Chávez en el distrito de El Callao, con la propia Línea 4 en la estación Carmen de la Legua, común a las líneas 2 y 4 del Metro (Autoridad de Transporte Urbano para Lima y Callao, n.d.).

Desde el gobierno central, concretamente el Ministerio de Transporte, se lanzó un proceso para búsqueda de una empresa concesionaria que forme una Asociación Público-Privada. En marzo de 2014 fue adjudicada la concesión al Consorcio Nuevo Metro de Lima, conformado por las empresas Cosapi S.A. (Perú), Impregilo S.p.A. (Italia), Iridium Concesiones de Infraestructura S.A. (España), Vialia Sociedad Gestora de Concesiones de Infraestructura S.L. (España), Ansaldo Breda S.p.A (Italia) y Ansaldo STS S.p.A. (Italia), para un contrato de concesión de 35 años, en el cual el consorcio pidió el cofinanciamiento del gobierno peruano por un monto de 3695 millones de dólares, para un total de inversión calculada en 6620 millones de dólares y también pidió una retribución de 108 millones de dólares por Retribución de Operación y Mantenimiento, y se fijó como fecha para la culminación del proyecto el año 2019, aunque en posteriores análisis ya fue retrasada para el año 2023 .

A poco tiempo del inicio del proyecto se evidenciaron una serie de problemas, y es así como ya para el año 2016 existían retrasos en la obra debidos a una serie de factores (Mariluz & Garcia Olano, 2016):

- Demoras en el saneamiento de predios a ser expropiados. - Para el momento de los informes, la gerente del consorcio citaba que, aunque 77 predios debían haber sido entregados con las debidas expropiaciones, apenas se habían liberado 8, con lo que la carencia de uso de los restantes generaba retrasos.
- Demoras en los estudios de ingeniería. - Los Estudios de Detalle de Ingeniería (EDI) debían pasar por una cadena de revisión, que incluía que después de que el consorcio los elaboraba y presentaba, la empresa a cargo de la supervisión debía proceder a su revisión. Al momento del análisis por parte de los autores de este informe, los EDI de las primeras 5 estaciones tenían un retraso, pues sólo

uno de ellos había recibido aprobación, con lo cual no se podían avanzar en los trabajos.

- Cadena de revisión y toma de decisiones. - Según el análisis, las decisiones se han ralentizado por la cadena de revisión y toma de decisiones. Ante cualquier planteamiento del consorcio concesionario, debe pasar por revisión de la supervisión contratada y posteriormente por OSITRAN (Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura), luego por la AATE (Autoridad Autónoma del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y El Callao) para finalmente pasar al Ministerio de Transportes y Comunicación, que toma la decisión final.

Con todos estos aspectos, ya para el 2016 se visualizaba retrasos de varios meses en las obras de línea 2 y el tramo de línea 4.

Para el año 2018 un artículo de Velásquez Jara mostraba una serie de problemas, además de los retrasos, puesto que ya para ese año sólo existían avances del 24% de la obra, a pesar de que habían transcurrido 4 años desde el inicio de la obra. Algunos de los temas que encontraba dicho artículo eran los listados a continuación (Velásquez Jara, 2018):

- Ya para ese año el concesionario había presentado un recurso de arbitraje ante el CIADI por un monto de 260 millones por los retrasos en la entrega de los terrenos o predios que debían ser expropiados antes del inicio de la obra.
- No había existido una discusión suficiente sobre las alternativas de trazado o de diseño de la obra. Visto que los diseños fueron parte del contrato de concesión, estos no estaban listos para el momento de la firma de dicho contrato.
- La formulación de ejecución del proyecto, que atravesó por los retrasos en la entrega de predios y aprobación de los EDI, pero que por otro lado tuvo una entrega muy temprana de los trenes, los cuales ya habían sido entregado en el año 2016, significando que pasarían sin uso durante más de 6 años antes de que puedan entrar en funcionamiento. Lo propio sucedió con las tuneladoras, que llegaron mucho antes de que las estaciones estén listas y por tanto no podían entrar a trabajar.

Los problemas continuaron con retrasos en el desarrollo de la obra, que, aunque se planteó en entregas por tramos, ya la Contraloría del Estado alertó en agosto de 2021 los retrasos en la entrega del tramo 1A (Gobierno del Perú - Gob.pe, 2021)

Para el año 2022, los retrasos de toda la obra evidenciaban que, aunque habían pasado 8 años desde el inicio de esta, en la obra total apenas existía un avance de 43% de los trabajos y que existía una serie de sobre costos en la misma (Revista Gestión Perú, 2022) y que existían varios subsistemas con serios retrasos, como el sistema de gestión de pasajeros que registraba avances de 0% (la República, 2022). Inclusive la banca multilateral retiró su apoyo de los créditos que previamente se habían establecido para la construcción de la Línea 2 del Metro de Lima.

La concesión de la Línea 2 del Metro de Lima acumula serios retrasos en la ejecución del proyecto, sobre costos debidos a dichos retrasos y al final insatisfacción para la ciudad. Es una concesión que evidencia un fracaso en la planificación y gestión.

En análisis de parte del autor, sobre los elementos centrales que se presentan como antecedentes o partes de la historia de conflictos contractuales, se pueden resumir las causas raizales de estas fallas en la concesión como las siguientes:

- Diseños deficientes: carencias en el análisis del trazado y metodologías. Para la firma del contrato de concesión, no existía un análisis profundo sobre el trazado de la Línea 2 ni de los métodos tecnológicos de construcción. La municipalidad o el gobierno nacional no habían trabajado lo necesario en este tema y el concesionario no tenía los parámetros adecuados con los cuales establecer diseños y construcción de la obra.
- No se desarrollaron a tiempo los diseños de ingeniería, ni se hizo una validación de los mismos en tiempos apropiados. Al inicio de la obra no existían diseños detallados de ingeniería (EDIs) y su aprobación dependía de una cadena de revisiones y validación muy larga que llegó a aprobaciones dos años después de haber sido presentados. Así que, como fruto de las debilidades en el paso anterior, los diseños tomaron mucho tiempo, que, sumado a la cadena de aprobación, generó retrasos a la globalidad del proyecto.

- Fallas en la planificación del proyecto de forma integral: retrasos en entregas de predios expropiados. Lo propio sucedió con la entrega de predios que debían ser expropiados y que no estaban a tiempo para el inicio de la obra. Nuevamente con retrasos en el trazado, indicado dos párrafos arriba, las expropiaciones sin haberse ejecutado por las demoras administrativas y judiciales de declaratorias de uso público de los predios, así como la salida de sus moradores, todo ello llevaba a que el constructor no pueda arrancar obras en dichos sectores.
- Fallas en la planificación del proyecto de forma integral: planificación inapropiada de entrega de trenes por presión de integrantes del consorcio concesionario. La planificación del concesionario no fue ajustada a tiempos reales, puesto que ordenó la construcción del material rodante y así lo trenes llegaron apenas 3 años después de la firma del contrato de concesión, cuando ninguna construcción de una extensa línea de metro en todo el mundo ha tomado tan poco tiempo, y lo usual es que el período de construcción se extienda entre 5 a 10 años. Este proceso de aceleración en construcción de los trenes parece obedecer al interés de uno de los socios que era fabricante de material rodante, en contraposición a los intereses del consorcio como una unidad de empresas y peor aún de los intereses de la ciudad.

#### 5.2.2.2 *Metro de Sao Paulo, Línea 6*

Después de la concesión de la Línea 4 del Metro de Sao Paulo, la ciudad se embarcó en el año 2008 en el desarrollo de una nueva línea que conectaría la zona del norte de la ciudad de Freguesia do O, hasta Rua do Oratorio, con un primer tramo desde la estación Sao Joaquim en la zona central de la ciudad con un total de 9,5 kilómetros y 11 estaciones, y un segundo tramo de 2,3 kilómetros desde la estación de Oratorio hasta una última estación en Vila Prudente, obra que según el entonces gobernador de Sao Paulo, José Serra, culminaría su construcción y sería entregada en el año de 2012 con un monto de inversión de 2200 millones de reales brasileños (Varela, 2008).

Más adelante se reformuló el trayecto de la línea, desde Freguesia do O hasta Brasilandia, con un total de 18,4 kilómetros y 17 estaciones generándose además un ramal en forma de “Y”, para pasar a denominarse de ahí en adelante como línea 6

Naranja y con la característica de que intersecaría las líneas 7 Rubí y 8 Diamante del sistema CPTM, así como la línea 4 Amarilla de la concesión de ViaQuatro. Además, por cruzar grandes centros educativos como UNIP, PUC, Mackenzie, FAAP y FMU se la denominó como “línea universitaria” (SP Noticias, 2008).

El proceso de concesión tuvo complicaciones, con la presentación de una sola oferta y resultó finalmente con la adjudicación en el año 2014 del Consorcio Move Sao Paulo integrado por las constructoras brasileñas Odebrecht y Queiroz Galvao, más la UTC Engenharia y el fondo Eco Realty. Se dio inicio a las obras para el año 2015, pero ya para el año 2016, el consorcio se quedó incapaz de conseguir el financiamiento necesario con un crédito del Banco de Desarrollo de Brasil (BNDES) (Vía Libre, 2016), aunque a ello había que sumar a ese momento problemas adicionales para la expropiación de 370 predios y que nuevamente el trazado de la obra habría cambiado, puesto que la definición para ese momento era que se construirían 15,3 kilómetros con 15 estaciones (Russo, 2016).

Adicionalmente, con el escándalo de corrupción surgido por el caso Lava Jato, la constructora fue observada minuciosamente, su presidente Marcelo Odebrecht fue detenido y aunque no hubo acusaciones relacionadas con la línea 6 del Metro de Sao Paulo, la capacidad de gestión de la empresa Odebrecht se vino a menos por los juicios planteados, así como por el cierre de muchas de sus oficinas o subsidiarias. El contrato con el Consorcio Move Sao Paulo finalmente fue finalmente dado de baja semanas después (Diário do Transporte, 2016).

El gobierno de Sao Paulo intentó armar una nueva Asociación Público-Privada y para el 2018 se informó que se había formado un nuevo consorcio a cargo de la obra, integrado en un 15% por la empresa brasileña Ruas Invest, en un 50% por las empresas de origen chino China Railway Capital Co. de China. Limitado. y China Railway First Group Ltd., para cerrar con un 35% de parte de la empresa japonesa Mitsui Group (Leite & Arcoverde, 2018).

A pesar de la publicitada noticia por la nueva conformación de la Asociación Pública Privada, no hubo dato alguno de inicio de obras, y la ciudad se embarcó nuevamente en la búsqueda de un nuevo concesionario que se haga cargo de las obras. Para el año

2020, cuatro años después de que había sido parada la obra, se anunció un nuevo acuerdo concesional. El gobierno de Sao Paulo firmaba un nuevo contrato para avance de las obras con el consorcio denominado Concessionaria Linha Universidade, liderado por la constructora española Acciona y el grupo operador de transporte francés Transdev con un acuerdo de construcción limitado a un período de 4 años y un monto económico signado en 15000 millones de reales brasileños (aproximadamente 2500 millones de dólares al cambio de la época), para un período concesional de 19 años, una vez que la obra se apertura al tráfico de pasajeros (Cinco Días El País, 2020).

Aunque la obra llegase a inaugurarse en el año 2024 según lo acordado en el último contrato, se evidencia que para ese momento resultaría en un desarrollo constructivo de 16 años, con 3 concesionarios diferentes a lo largo del tiempo y con cambios sucesivos de la planificación. Se trata nuevamente de un proceso concesional plagado de problemas.

Un análisis de parte de este autor sobre los elementos críticos de las concesiones de la Línea 6 del Metro de Sao Paulo determina algunas causas raizales:

- Caso de corrupción de grandes constructoras. El primer consorcio quedo manchado por un escándalo de corrupción, vinculado al caso Lava Jato con referencia a la constructora Odebrecht, siendo este el mayor problema que afrontó dicho consorcio.
- Falta de diseños completos del trazado y de análisis de alternativas técnicas de construcción. La obra tuvo un cambio sucesivo relativo al trazado, número de estaciones y métodos constructivos, pasando de 12 estaciones a posteriormente 17 estaciones con un ramal en forma de “Y” para finalmente quedar en 15 estaciones. Los cambios no obedecían a criterios técnicos sino a falta de planificación
- Fallas en la planificación del proyecto de forma integral: retrasos en la expropiación de predios. Se perdieron al menos dos años debido a que se necesitaba expropiar 370 propiedades en sectores donde se construían las estaciones, y que, al no haberse entregado a tiempo, no podían avanzar las obras.

- Problemas de financiamiento. La concesión de la línea 6 estuvo afectada por problemas de financiamiento desde el inicio de esta. Al lanzarse la búsqueda del concesionario, por lo abultado del financiamiento sólo se presentó la oferta de Move Sao Paulo. Luego este concesionario se quedó corto de posibilidades de financiamiento por el caso de corrupción Lava Jato, pero en el siguiente intento de formación de un consorcio que se hiciera cargo, con la presencia de las empresas asiáticas, no fue posible consolidar los altos montos de financiamiento que requería la obra. Sólo se llegó a una concesión exitosa en un último intento con el consorcio liderado por Acciona para poder alcanzar el financiamiento esperado en la APP.

### 5.2.2.3 *Metro de Salvador de Bahía*

Aunque en la ciudad de Salvador del estado de Bahía existían sistemas ferroviarios que databan de finales del siglo XIX, el proyecto para tener un moderno sistema de Metro toma arranque en el año 1997, cuando la ciudad presenta la iniciativa al Banco Mundial para tener su aprobación para un crédito que viabilizara las obras de construcción y los equipamientos del Metro de Salvador de Bahía y Lauro de Freitas.

Para el año 1999 fue aprobado un crédito del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento – BIRF (una subsidiaria del Banco Mundial) al gobierno federal de Brasil por un total de 150 millones de dólares, mientras existía el compromiso del gobierno federal de Brasil por aportar 40 millones de dólares, el gobierno del estado de Bahía aportaría 68 millones de dólares y se estimaba que la empresa privada aportaría 50 millones de dólares (L. Queiróz, 2001).

El gobierno estatal de Bahía lanzó en el año 1997 un proceso para la búsqueda de un concesionario que se hiciera cargo de la construcción y operación (Secretaria da Fazenda do Estado de Bahia, 2014). Dicho proceso fue ganado por MetroSal conformado por las empresas constructoras brasileñas Camargo Correa y Andrade Gutiérrez, así como la alemana Siemens (Ministerio Público Federal, 2009). El ámbito electromecánico y de material rodante por otro lado estaba soportado por las compañías españolas CAF (Construcciones Auxiliares Ferroviarias S.A.), la empresa Inversiones en Concesiones

Ferrovias y la firma de señalización ferroviaria española Dimetronic S.A, en un proyecto que involucraba diseño, financiamiento, construcción, equipamiento y concesión operativa por 25 años con pagos anuales de 25 millones de dólares (Multilateral Investment Guarantee Agency - MIGA, 2003), es decir un modelo de DFBOT integral.

Sin embargo, a pesar de haberse adjudicado la concesión en 1997, las obras de construcción se iniciaron recién para abril del año 2000, y aunque la primera fase de la obra estaba prevista para ser inaugurada a mediados del 2003, luego fue pospuesta para finales del año 2008, y después todavía sufrió posteriores retrasos antes de la apertura del primer tramo (Secretaria da Fazenda do Estado de Bahia, 2014). En cuanto al material rodante, también se presentaron retrasos y para el año 2008 llegaron apenas 3 trenes de 4 coches cada uno y en el año 2009 llegaron otros 3 trenes de la misma composición (Chagas, 2009). Solamente 6 trenes con 24 coches en total, después de haber transcurrido más de una década de firmado el contrato.

La Línea 1 del Metro de Salvador de Bahía y Lauro de Freitas fue concebida para ejecutarse en primera instancia en cuatro tramos diferentes de obra, pero posteriormente dicha perspectiva fue corregida a la construcción solamente en dos tramos: (Tramo 1 – Estación Lapa / Estación Acceso Norte, Tramo 2- Estación Acceso Norte / Estación Pirajá). Sin embargo para el final de la década del 2010, aunque el tramo 1 estaba virtualmente completado en su obra civil y equipamientos eléctricos, el tramo 2 apenas tenía algunos avances de obras iniciales constructivas, con un retraso muy considerable en su planificación (Secretaria da Fazenda do Estado de Bahia, 2014) y los talleres y cocheras no estaban concluidos, al punto que a la llegada del material rodante, este no pudo ser colocado sobre las rieles en los patios de cocheras, debiendo llevarse a un almacenaje en el Porto Seco de Interior de la autoridad de aduanas (Chagas, 2009).

Adicional a los retrasos en tiempos, el Tribunal de Cuentas de la Unión (tribunal federal), presentó una investigación por sobrecostos o excesos de facturación por un monto de 166 millones de reales brasileros (Tribunal de Contas da União, 2013). Por otro lado, el Ministerio Público Federal – Procuraduría de Bahía, emplazó un proceso de investigación

por colusión, fraude y formación de cártel. Entre los temas presentados, el primer aspecto correspondía a los acuerdos generados entre el consorcio Metrosal formado por las constructoras Camargo Correa y Andrade Gutierrez en colusión con el consorcio de las empresas Odebrecht, OAS, Queiroz Galvao, Alstom y Contrans, por el cual de forma encubierta e ilegal se habría acordado de que en caso de que cualquiera de los dos consorcios ganara, todas las empresas citadas participarían de forma conjunta (Ministerio Público Federal Procuradoria da Republica na Bahia, 2009). Y el segundo aspecto donde se investigaba el fraude, es que en el proceso de licitación hubo un ganador diferente al consorcio Metrosal y que hubo una especie de compra del proceso de adjudicación. Según el Ministerio Público Federal, habiendo sido seleccionado como ganador el consorcio Cigla, integrado por las constructoras Impregilo y Soares da Costa, que terminó retirándose de la competencia, después que habría recibido un pago de 11 millones de reales brasileiros de parte de Metrosal (Ministerio Público Federal Procuradoria da Republica na Bahia, 2009).

Con todos estos sucesos, el acuerdo con Metrosal fue concluido y a su vez la propiedad de la Compañía de Transporte de Salvador, quien maneja el Metro de Salvador, fue entregada a propiedad y manejo de parte del Gobierno Estatal de Bahía, que además de agilizar las acciones para finalización de obras del Metro de Salvador, permitiría una mejor integración modal con los otros sistemas de transporte como autobuses, trenes regionales con el propio metro (Globo G1 Bahia, 2013).

El 24 de abril de 2013 fue lanzada una nueva licitación para terminar la construcción de la Línea 1 en su tramo 2 y una nueva Línea 2 para un sistema de metro de un total de 42 km de longitud con 20 estaciones, de las cuales 11 serían intermodales (Collet, 2013). La licitación tuvo una única empresa oferente, que correspondió a la Companhia de Participações em Concessões S.A que forma parte o es controlada por el grupo constructor y operador en inversiones de transporte Grupo CCR S.A., por una concesión de construcción y operación durante un período de 30 años (Collet, 2013), para una inversión de varios actores: el estado de Bahía invertiría 1 billón de reales brasileños, el gobierno federal aportaría 1,3 billones de reales del programa de aceleración del crecimiento (PAC2) y el inversor privada, la compañía Grupo CCR se comprometía a

invertir 1,6 billones de reales en base a sus propios financiamientos y créditos obtenidos (Santana, 2013).

El Metro de Salvador de Bahía tuvo algunos problemas más, como el hecho de que por el largo retraso que tuvieron las obras y que llevaron a tener los trenes parados, con lo que hubo que desechar todas las ruedas de los trenes, los motores, al tiempo que tocó hacer una revisión integral y mantenimiento a todos los sistemas electromecánicos (Junior et al., 2014). También durante la construcción por parte del Grupo CCR, existieron problemas de seguridad, que llevaron incluso a huelgas o paralizaciones de parte de los trabajadores de la compañía denotando preocupación en los protocolos de seguridad (Globo G1 Bahia, 2014). Y si bien se hizo un acto de inauguración del Metro de Salvador de Bahía y Lauro de Freitas con presencia de la presidente del Brasil, Dilma Roussef, a mediados del 2014 y coincidiendo con el campeonato mundial de fútbol, una buena parte de las obras todavía no estaban concluidas, y se generaron posteriores retrasos en la entrega de la obra completa, hasta que finalmente se concluyó el proyecto en toda la obra civil, equipamientos e instalaciones, y la operación comercial llegó para el año 2016.

Desde esta autoría de la investigación, una recopilación y análisis de las causas de los problemas del proyecto y el fracaso de la primera concesión, así como los problemas todavía subyacentes en la segunda concesión, son los siguientes:

- Caso de corrupción de grandes constructoras. El primer consorcio se involucró en varios casos de corrupción, en primer término, debido al acuerdo ilícito de cooperar entre los competidores, dividiéndose las obras sea cual fuere el que ganare, y en segundo término por haber comprado el derecho de adjudicación al primer ganador de la licitación. Adicional a ello, se encontraron sobrepuestos en las obras
- Carencia de diseños completos del trazado. La obra tuvo una iniciación tardía debido a que no se contaba con diseños completos de la misma, los cuales debían además contar con las aprobaciones correspondientes de parte de las entidades públicas de la ciudad y el estado, por eso aun cuando la licitación fue adjudicada en 1997, recién se inició la construcción en el año 2000. Además de

ello, el proyecto tuvo cambios relativos al trazado, número de estaciones y tramos constructivos, pasando de una planificación de cuatro tramos de construcción para posteriormente sólo trabajar dos tramos de construcción y después incorporar una segunda línea e incremento de estaciones llegando a 20 en total. Los cambios no obedecían a criterios técnicos sino a falta de planificación. Desde la primera adjudicación hasta la entrada en operación comercial en pleno, el proyecto tomó 19 años.

- Fallas en la planificación del proyecto de forma integral y en la coordinación del concesionario. La planificación del concesionario no fue ajustada a tiempos reales, puesto que la construcción estaba muy retrasada mientras que se ordenaba la construcción del material rodante. Con ello los trenes llegaron cuando ni siquiera estaban tendidas las rieles, lo que causó que las ruedas se deterioraran por estar inapropiadamente almacenadas y después fueron desechados motores y ruedas de los trenes.

#### *5.2.2.4 Tren Urbano de San Juan de Puerto Rico*

El Tren Urbano de San Juan de Puerto Rico surge como una iniciativa del Departamento de Transportación y Obras Públicas de Puerto Rico en el año 1989, sirviendo a las zonas del Area Metropolitana de San Juan, Bayamón y Guaynabo con una primera estimación de costos de 1250 millones de dólares, con lo que la administración de Puerto Rico tomó la decisión de embarcarse en el proyecto en el año de 1994 y se iniciaron las obras de construcción para el año de 1996 y configurándose una nueva entidad de control denominada Puerto Rico Highway and Transportation Authority – PRHTA (Urban Transport Technology, 2006).

El contrato de concesión fue denominado un “superturn key contract” que significa un contrato “llave en mano” donde el concesionario tenía a su cargo tanto los diseños, la construcción, el equipamiento, la operación y el mantenimiento. El consorcio estaba integrado por Siemens Transit Team (STT), Alternate Concepts, Inc., Parsons Brinckerhoff, Juan R Requena & Associates, Lord/Mass Joint Venture y Joint Venture Redondo-Perini, siendo Siemens Transit Team la entidad que lideró el consorcio (Middleton, 2000).

Los diseños del Tren Urbano tuvieron cambios en el camino, se adicionó un tramo de 4 estaciones, incrementándose el valor total de inversión del proyecto. Actualmente tiene 16 estaciones y una extensión de 17,2 km con la mayor parte del trazado a nivel de viaducto elevado en 9,5 km, además de un tramo a nivel de superficie y un tramo 1,8 kilómetros de forma subterránea, teniéndose una previsión de un total de 115.000 viajeros al día (Urban Transport Technology, 2006), para un costo total del proyecto de 2100 millones de dólares (Middleton, 2000).

El material rodante lo fabricó la firma alemana Siemens, tratándose de 74 coches de 23 metros de largo, en composiciones de dos coches conjuntos o hasta tres coches, con cuatro motores de 167 hp por cada coche (Railway Technology, 2000). Sin embargo, a pesar de que se contabilizan más de 35 composiciones de tren, en la práctica suelen salir a circulación apenas 15 de ellos al tiempo. Por su parte de la operación se encargó una firma estadounidense surgida de tres gerentes que trabajaron en la autoridad de transporte de Massachusetts y que fundaron una pequeña compañía de operación de flotas de trenes y de buses, llamada Alternate Concepts Inc., quien hasta la fecha es la empresa encargada de la operación del Tren Urbano de San Juan (Alternate Concepts Inc, 2022).

Si bien la previsión de pasajeros era de 115.000 viajeros al día, por el tamaño de la flota del material rodante de 74 coches, su capacidad total fácilmente superaría los 300.000 pasajeros al día, pero los datos del número de pasajeros reales arroja que apenas 40.000 pasajeros/día utilizan el Tren Urbano de San Juan y en horas pico la demanda llega a un máximo de 3.000 pasajeros/hora/dirección, lo que representa un 13,3% de su capacidad total y está muy por debajo de las expectativas que había desarrollado la PRHTA (Vía Libre, 2010).

El Tren Urbano de San Juan, a pesar de ser un metro pesado, no llega ni de cerca a los niveles de pasajeros de una línea de metro, sino que inclusive se encuentra muy por debajo de los niveles de demanda de sistemas de Tranvía o incluso de líneas de BRT. Pero no sólo que la demanda es muy inferior a la de diseño, sino que también la baja cantidad de pasajeros ha afectado seriamente la sostenibilidad financiera, los posibles

planes de expansión hoy vistos casi nulos e incluso en ocasiones ha afectado al mantenimiento y conservación del sistema (Noticel, 2014).

Desde el análisis del autor de esta investigación, se encuentra que en el caso del Tren Urbano de San Juan existieron los siguientes problemas:

- Diseños deficientes. Se desarrolló una obra sobredimensionada, en donde lo más probable era que ni siquiera era necesario construir un metro pesado, sino simplemente un tranvía o una línea de BRT. Además de ello, el material rodante fue muy sobredimensionado para las expectativas planteadas, pues para un objetivo de mover 115.000 pasajeros al día una flota de 78 coches de largo tamaño (23 metros) era claramente sobredimensionada, pero hay que tomar en cuenta que el líder de los diseños, Siemens Transit Team, era justamente quien proveía el material rodante.
- Fallas en la planificación del proyecto de forma integral. Si ya se observaba que la demanda era demasiado baja para los niveles de pasajeros reales y lo propio para la inversión realizada y los gastos permanentes en operación y mantenimiento, era necesario planificar el desarrollo de sistemas de buses alimentadores para incrementar la demanda, y a la par trabajar en una gestión de operación propia, reduciendo costos de operación externos. Sin embargo, la PRHTA no incursionó en ninguno de estos procesos a planificarse.

Un resumen sobre las diferentes operaciones Design – Finance – Build – Operate – Transfer en donde se aprecian los aspectos más relevantes de la concesión primero para el promotor de la obra, la administración pública y a su vez a los usuarios, y en segundo lugar para el propio concesionario, más las fuentes bibliográficas utilizadas se presenta en la tabla 30.

CONCESIONES TIPO DBFOT (DESIGN - BUILD - FINANCE - OPERATE - TRANSFER)			
Operación	Resultados de la concesión para usuarios y Administración Pública	Resultados para el concesionario	Fuentes
Metro de Lima Línea 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Graves retrasos de más de 10 años para la entrega final.</li> <li>- Juicios y arbitrajes contra la ciudad, que ya acumulan más de USD 800 millones en contra</li> <li>- Insatisfacción ciudadana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retrasos en la entrega de predios expropiados por autoridad</li> <li>- Retrasos en aprobación de diseños (EDI)</li> <li>- Pérdidas financieras por retrasos surgidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(Mariluz y García Olano, 2016)</li> <li>(Velasquez Jara, 2018)</li> <li>(ATU, n.d.)</li> <li>(Gob.pe, 2021)</li> </ul>
Metro de Sao Paulo Línea 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monto de financiamiento demasiado alto, concesionaria no obtiene fondos de bancos</li> <li>- Casos de corrupción de constructoras</li> <li>- Una segunda concesión, resulta en fracaso. Necesaria tercera concesión</li> <li>- Insatisfacción ciudadana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Primer concesionario (Move Sao Paulo) expulsado del proyecto</li> <li>- Segundo concesionario no concreta la firma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(Russo, 2016)</li> <li>(Varela, 2008)</li> <li>(Leite y Arcoverde, 2018)</li> </ul>
Metro de Bahía (Salvador)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseños incompletos de obra</li> <li>- Planificación inapropiada, trenes llegaron antes de tiempo y se dañaron partes</li> <li>- Retrasos considerables en la obra (2 décadas en total)</li> <li>- Casos de corrupción de constructoras</li> <li>- Insatisfacción ciudadana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Primer concesionario (MetroSal) expulsado del proyecto</li> <li>- Segundo concesionario tuvo problemas constructivos de seguridad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(MIGAS, 2003)</li> <li>(Ministerio Público Federal, 2009)</li> <li>(SeFaz Bahia, 2013)</li> </ul>
Tren Urbano de San Juan Puerto Rico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseños incompletos, obra sobredimensionada por el concesionario, no se alcanzó ni la 1/3 parte de la demanda prevista</li> <li>- Carencias de planificación para tener integración modal</li> <li>- Problemas de sostenibilidad financiera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concesionario tuvo Retrasos constructivos por diseños incompletos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(Middleton, 2006)</li> <li>(Railway Technology, 2000)</li> <li>(Urban Transport Technology, 2013)</li> </ul>

Tabla 30: Concesiones DFBOT, resultados de la concesión para las partes y usuarios, y fuentes bibliográficas. Fuente: elaboración propia

### **5.3 DIFERENCIAS ENTRE CONCESIONES DE TIPOLOGÍA EOT (EQUIP – OPERATE – TRANSFER) Y LAS DFBOT (DESIGN – FINANCE – BUILD – OPERATE – TRANSFER), Y FACTORES DE ÉXITO O FRACASO**

Acorde a como ya se presentó en el capítulo 3, las concesiones de tipo EOT traen algunas particularidades en contraposición con las DFBOT. El primer aspecto es que la participación del concesionario en los modelos EOT es extremadamente limitada a nivel de los diseños o incluso llega a ser nula. El promotor de la obra hace los diseños y le presenta al concesionario cuál será su participación a nivel de equipamientos, sin existir amplios márgenes de maniobra, más bien limitados a los diseños macro del sistema de Metro en desarrollo.

En segundo lugar, en los modelos EOT el concesionario no suele asumir la construcción de la obra civil, de la cual se encarga el promotor de la obra, el gobierno local o nacional. Es decir, a diferencia de los modelos DFBOT, no hay ni el factor de Design (D) ni de Build (B).

Este tipo de concesiones se caracterizan por inversiones que realizaría el concesionario en ámbitos principalmente concernientes a la provisión de Material Rodante (trenes), equipamientos de taller y maquinaria para el mismo, y de equipamiento de sistemas eléctricos, telecomunicaciones y de manera especial para la señalización ferroviaria, núcleo central de la operación de un sistema de Metro. En los modelos EOT se habla de financiamientos en el orden de algunos cientos de millones de dólares, mientras que en los modelos de DFBOT el financiamiento anda en orden de algunos miles de millones de dólares. El financiamiento de equipamiento en un modelo EOT, suele cubrir entre un 10 a 20% de la obra, mientras que en un modelo DFBOT el financiamiento puede moverse entre 50% a 80% de la obra. Esto es entonces, en el caso de los modelos EOT la financiación del concesionario no es la base para poder sostener o asegurar la realización del proyecto, es más bien una financiación complementaria, mientras que en los modelos DFBOT la financiación del concesionario es absolutamente decisiva para que el proyecto se lleve a cabo o no. Debido a que el financiamiento EOT es muy limitado

en contraposición de los modelos DFBOT, tampoco el factor Finance (F) es considerado como preponderante para el desarrollo de los modelos EOT.

En cuanto al riesgo que se asume, en los modelos de concesiones tipo EOT existe limitada participación o toma de niveles de riesgo, puesto que el concesionario no se involucra fuertemente con el promotor de la obra en los diseños para su desarrollo, ni arriesga en la construcción de la obra civil que es la parte que lleva el gran peso de la inversión financiera, y en la mayoría de los casos tampoco asume riesgos concesionales en la operación a nivel de que se condicionen sus ingresos según los niveles de demanda de pasajeros. En su defecto, en los modelos de concesiones tipo DFBOT si existe una gran toma de riesgo por parte del concesionario, pues participa decisivamente con el promotor de la obra en el desarrollo del proyecto, toma decisiones fundamentales a nivel de diseños de ingeniería, luego existen fuertes riesgos asociados a la construcción y finalmente en la parte de la operación con frecuencia se condicionan los ingresos a la demanda de pasajeros, con lo cual también se incurre en riesgos operativos.

De los casos revisados, se concluye además que los modelos DFBOT han tenido una serie de problemas recurrentes que se describen a continuación:

- Diseños deficientes o carencia de estos. De las concesiones analizadas que han tenido serios problemas (Línea 2 del Metro de Lima, Línea 6 del Metro de Sao Paulo, Metro de Salvador de Bahía, Tren Urbano de San Juan), en absolutamente todos los casos se identificó que los diseños eran deficientes o que de plano no existían. Los modelos DFBOT estipulan que el concesionario es quien se va a encargar de la realización de los diseños, pero en la práctica este tipo de modelos conlleva a que una gran empresa constructora lidere al grupo concesionario, y los constructores por un lado no son especialistas en planificación de transporte y por otro lado tienen intereses propios en la construcción, entonces presentan diseños apropiados para ellos, no para la ciudad o para el sistema de metro.
- Fallas en la planificación del proyecto de forma integral. Similar al punto anterior, en todos los proyectos que se identificó problemas serios en las concesiones, no hubo una planificación integral del proyecto, y en algunos casos

como la Línea 2 del Metro de Lima o el Metro de Salvador de Bahía, los trenes llegaron mucho tiempo antes de que estén las obras civiles necesarias, en el caso de la Línea 2 del Metro de Lima y la Línea 6 del Metro de Sao Paulo se perdieron muchos meses o hasta años en la entrega de predios ya expropiados por parte de la autoridad pública, y finalmente en proyectos como el Metro de Salvador de Bahía y en el Tren Urbano de San Juan, fue en cambio un problema de carencias en la planificación del trazado y sistema de integración con otros modos de transporte.

- Caso de corrupción de grandes constructoras. De los casos de concesiones con serios problemas, en dos de ellos se evidenciaron fuertes procesos de corrupción que la justicia llevó a sanciones, que corresponden al consorcio con la participación de Odebrecht en la Línea 6 de Sao Paulo y el consorcio Metrosal con las constructoras Camargo Correa y Andrade Gutiérrez en Metro de Salvador de Bahía. El tema central es que en los procesos DFBOT por el enorme tamaño de la obra y la necesidad de inversiones en varios miles de millones de dólares, son las grandes empresas constructoras las que toman el liderazgo de estos consorcios, y por esos montos invertidos, en muchas ocasiones empujan a mecanismos de corrupción.

Como se puede observar de los análisis descritos, no se trata de un problema de la ciudad o país donde se da la concesión, porque se encuentra en un mismo lugar casos de éxito y fracaso. Se evidencia que son las tipologías de concesiones aplicadas las que han sido exitosas o fracasos, siendo el modelo DFBOT el que genera malos resultados, por las propias características de estas concesiones, basadas en:

- El concesionario hace los diseños, no los hace o contrata la administración pública, promotora del proyecto, que es quien conoce a profundidad la ciudad y defiende sus intereses.
- El concesionario debe aplicar enormes montos de financiamiento que superan los mil millones de dólares, que no siempre son bancables a lo largo del tiempo, o empujan poniendo estrés al grupo concesional.
- Debido al elevado peso del componente construcción (70%-80% de la obra) concesionario es típicamente liderado por una gran empresa constructora, que

sesga diseños hacia intereses de la construcción y que en algunos casos se ha metido a casos de corrupción.

- Por la misma causa, el grupo constructor no suele prever coordinación apropiada de planificación de componentes del sistema, como material rodante y equipos de taller.
- Finalmente, no se planifica apropiadamente la operación, pues un grupo constructor sólo participa en 5-8 años de construcción, mientras que la operación suele cifrarse en 30 años y el constructor no es un conocedor de las condiciones idóneas de operación.

## **6 APRENDIZAJES PARA DESARROLLAR UN MODELO DE CONCESIÓN EXITOSO Y PROPUESTA DE UN CASO PRÁCTICO**

En la investigación que se realiza en esta tesis, con una revisión retrospectiva de los casos de concesiones en América Latina, se analizan más de dos décadas de concesiones de Metro en la región, desde los primeros casos allá en Brasil en los últimos años del anterior milenio hasta las condiciones actuales, con casos de éxitos y fracasos.

En este capítulo, en el primer numeral se concretan planteamientos en base a los aprendizajes obtenidos a lo largo de la tesis, estudiando las macro etapas de desarrollo de un proyecto de metro adecuándolas para un modelo de concesión que sirva para procesos futuros en Latinoamérica toda vez que se observa una oleada de proyectos de metro y las restricciones presupuestarias existentes.

Ya para el segundo numeral, se complementa la perspectiva de las macro etapas de desarrollo del proyecto de metro, con una metodología genérica de gestión.

Finalmente, en el tercer numeral se propone un caso práctico de estudio: la red del Metro de Quito y se parte por el análisis de una serie de consideraciones iniciales sobre dicho sistema, tanto a nivel del desarrollo del proyecto, como del estatus actual. En el tercer numeral, se detalla la condición de administración y operación prevista actualmente al corto y mediano plazo del Metro de Quito. Finalmente, en el cuarto numeral se aplicaría la propuesta de modelo de concesión planteado, para avanzar en un proceso exitoso de expansión de la red del Metro de Quito.

### **6.1 PROPUESTA DE UN MODELO DE CONCESIÓN, EN BASE A LAS LECCIONES APRENDIDAS EN LA INVESTIGACIÓN.**

En los análisis desarrollados en el capítulo 5 se encontró que los modelos EOT eran altamente exitosos, mientras que los modelos DFBOT por el contrario presentaban

muchas falencias, a pesar de ser los que están de moda al momento en la región con la adjudicación de algunos de ellos, como la Línea 1 del Metro de Bogotá, y se analiza dicha posibilidad para las nuevas líneas de Metrorrey en Monterrey y del Tren Eléctrico Urbano de Guadalajara.

Se plantea entonces la necesidad de encontrar un modelo que tenga los elementos favorables de los modelos EOT, pero en la búsqueda de tener un alcance mayor como los DFBOT dada la perspectiva de mayores niveles de inversión e involucramiento del concesionario privado.

La propuesta incluye entonces realizar un análisis vinculado a la temática en los siguientes ámbitos de consideración:

- Diseños
- Financiamiento
- Construcción y equipamientos
- Operación

### **6.1.1 DISEÑOS**

Posiblemente el mayor causante de fracasos en los modelos DFBOT ha sido que hay debilidad en los diseños o que directamente no existen los mismos. Aquí se identifican tres factores primordiales: carencia de estudios o diseños, debilidades en los diseños debidos a que el constructor no domina la planificación de la ciudad, o finalmente que existen conflictos de intereses en las constructoras al momento de hacer diseños. Una explicación más detallada a continuación:

- El promotor de la obra, en búsqueda de consolidar rápidamente una concesión de Metro, puede verse tentado a lanzar el proceso concesional sin contar con diseños suficientes para plantear las especificaciones técnicas suficientes a nivel de diseños de ingeniería de obra civil y de equipamientos, resultando en condiciones contractuales que no son claras.

- El concesionario, típicamente liderado por el constructor, realiza diseños que no son apropiados para la ciudad donde se desarrolla el Metro porque no tiene un dominio de las redes de servicios públicos existentes, planificación urbanística, necesidades de movilidad de los ciudadanos y planes de integración de sistemas de transporte multimodales, con lo que el diseño del trazado y de la obra civil en general no es la apropiada para la ciudad a mediano y largo plazo.
- El concesionario puede incurrir en conflictos de intereses creados en las propias constructoras, llegando inclusive a casos de corrupción. En cambio, en los modelos EOT, estas empresas no se encargan de realizar diseños, pues suelen recibir los Términos de Referencia para la provisión del material rodante y los equipamientos, con lo que no precisan involucrarse en diseños y es el promotor de la obra, la administración pública, quien se encarga de desarrollar los diseños.

En ese sentido, el primer factor de éxito para una buena concesión consiste en que no se le entregue esta etapa al concesionario, y en lugar de ello sea el propio promotor de la obra quien se encargue de realizar todos los diseños, aprovechando en primera instancia la información que dispone la administración pública de la ciudad, y en segundo término mediante la contratación de un consultor que realice los diseños. Este consultor debería ser un consorcio conformado por una empresa de ingeniería y un operador ferroviario, toda vez que el primero es más capaz para generar diseños de obra civil, de material rodante y de equipamientos electromecánicos y de telecomunicaciones, mientras que el operador ferroviario es más capaz para encontrar el trazado idóneo en función de la demanda, de desarrollar los estudios de factibilidad o viabilidad comercial y socioeconómica, y finalmente de generar el modelo de explotación ferroviaria.

El concesionario solo debería encargarse de abordar la etapa final de los diseños de ingeniería o diseños de ingeniería avanzada, pero habiendo recibido del promotor de la obra los siguientes elementos de estudios y diseños:

- Estudios de prefactibilidad
- Estudios de factibilidad geológica, constructiva, ambiental, socio económica, financiera, comercial, patrimonial y arqueológica, de expropiaciones, de

sistemas electromecánicos y telecomunicaciones, seguridad industrial y de diseño de trenes

- Diseño del sistema integrado de transporte masivo (con convergencia multimodal)
- Diseños de Ingeniería Básica

Se deben además haber agilizado los permisos requeridos por la ciudad o el país, antes de adjudicarse la concesión.

Toda vez que los estudios de factibilidad y diseños de ingeniería ya tienen un costo de algunos millones de dólares, la alternativa es financiarlos con recursos propios de la ciudad o del país, a nivel de fondos de pre-inversión, o con créditos de la banca multilateral de desarrollo.

En los estudios de factibilidad y diseños de ingeniería, se debe invitar a los gremios profesionales y a las universidades, para que realicen sus aportes de perspectiva técnica, en calidad de sociedad civil.

### **6.1.2 FINANCIAMIENTO**

Las experiencias exitosas de los modelos de concesiones tipo EOT mostraban que los montos de financiamiento alcanzaban hasta 20% o 30% del total del proyecto. Las experiencias de los modelos de concesiones tipo DFBOT en cambio muestran financiamientos alcanzando 80% del total de inversión del proyecto.

Por otro lado, el desarrollo de una concesión tiene como uno de los principales objetivos para el sector público, aliviar la carga de aporte financiero que debe asumir el gobierno local y el gobierno nacional.

En tal sentido, la propuesta de financiamiento idóneo involucra superar los montos definidos en los modelos EOT, pero sin llegar a los porcentajes usuales de los modelos DFBOT. Adicionalmente se encuentra que existen financiamientos muy apropiados para

equipos manufacturados, como es el financiamiento de las ECAs para material rodante y/o equipos e instalaciones.

Toda vez que usualmente un 60-70% de la inversión en el proyecto corresponde a Obra Civil, un 20-30% corresponde a material rodante e instalaciones, y finalmente un 10-15% del proyecto corresponde a gerencia de proyecto, supervisión o fiscalización, remediaciones ambientales y expropiaciones de predios, y bajo las consideraciones anteriores, la propuesta es que se acceda a un financiamiento según los datos abajo indicados:

- Aporte empresa privada: 50%
- Financiamiento crédito ECA: 15%
- Financiamiento Banca Multilateral 35%

Esto permitiría que el sector privado genere un aporte notable, pero de forma controlada, al tiempo que se optimizaría de forma eficiente el tipo de créditos que se tomarían.

### **6.1.3 CONSTRUCCIÓN Y EQUIPAMIENTOS**

Toda vez que un proyecto de Metro tiene varios actores participantes, de diferentes tipologías de origen, y que existen varios riesgos en el proyecto, en el ámbito de la construcción y equipamientos hay tres preocupaciones centrales a resolver en una concesión:

- ¿Cómo se gestionan los potenciales conflictos o riesgos constructivos? Toda vez que el constructor puede dar soluciones, pero estas no siempre serán las más efectivas para la ciudad
- ¿Existen mecanismos para que conforme se avance en el desarrollo de obra, se puedan generar optimizaciones sobre los diseños, que permitan ahorros para la ciudad?
- ¿Cómo se garantiza que exista una planificación por encima de la que maneja el constructor, de tal forma que exista una organización de actividades en el

tiempo y bajo la concurrencia de diferentes actores, tal que no se retrasen o anticipen cronogramas de actividades esenciales? Un gran ejemplo de lo que no puede suceder han sido aquellos casos en donde el material rodante llega muchos meses antes de que los elementos de rieles o talleres y cocheras estén instalados.

Estas tres grandes consideraciones se pueden resolver mediante la contratación de una Gerencia de Proyecto o PMO (Project Management Office), la cual tendrá la misión de coordinar y resolver conflictos o problemas surgidos como riesgos constructivos, así como de optimizar soluciones con beneficios para la ciudad y finalmente de coordinar cronogramas entre los diferentes actores.

Se recomienda para el contrato de construcción, acogerse a la gobernanza y políticas contractuales de la banca multilateral de desarrollo. En el caso de la Línea 1 del Metro de Quito, el contrato de construcción fue firmado utilizando los modelos contractuales del FIDIC (Federación Internacional De Ingenieros Consultores) con sede en Suiza, según las políticas que estipuló el Banco Interamericano de Desarrollo – BID. El contrato modelo FIDIC representó tanto para contratante como para contratista, un mecanismo más apropiado de gobernanza.

Por otro lado, la adquisición de trenes la debería realizar la ciudad en base a un contrato de proveedor de material rodante atado a la oferta de un crédito de arrastre de exportación de manufactura mediante una Export Credit Agency.

#### **6.1.4 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Toda vez que la forma de recuperación de los montos de inversión de la concesión es a través del período de operación, hay tres temas de alta importancia a considerar:

1. Demanda. - En la fase de diseño, se debe abordar con mucha seriedad los estudios de factibilidad, el trazado de cada línea de Metro analizando los flujos de pasajeros (relaciones origen – destino), ubicación de estaciones en función de nodos clave de la ciudad, y las posibilidades de obtención de ingresos no

- tarifarios o negocios no vinculados al transporte. Un trabajo muy serio en ese aspecto evitará tener serios problemas de demanda a futuro, que lastrarían los ingresos del concesionario y harían inviable el modelo de concesión a largo plazo.
2. Presencia de un operador en el consorcio concesionario. - Al momento de lanzar el proceso de concesión, se debe asegurar que exista un reconocido operador en el consorcio o asociación que conformen al concesionario adjudicatario. Hay muchos elementos de la operación que no los conocen ni dominan los constructores y que no los puede asumir un pequeño operador contratado para resolver dicho tema. La exigencia debe ser total por la participación de un serio operador como miembro del consorcio oferente de la concesión, y en caso de que se retirase el operador ferroviario del consorcio, se daría por concluido el contrato de concesión, así se evitaría que los miembros del consorcio se reacomoden de forma perjudicial a los intereses de la ciudad.
  3. Presencia de una supervisión o fiscalización de la operación. - En el contrato de concesión se debe establecer la obligatoriedad de la presencia de una supervisión o fiscalización independiente, quien evaluará la calidad de servicio en la etapa de operación mediante el uso de KPIs (Key Performance Indicators) y las posibilidades de premios o multas en base al destaque o deficiencias vinculadas a los KPIs.

Estas consideraciones que se indican permitirían un contrato de concesión que sea provechoso para el promotor de la obra al tiempo que justo para el concesionario, generando la oportunidad de obtener financiamiento de parte del privado, mientras que se pueden reducir los riesgos que ya se han identificado en los capítulos anteriores.

## **6.2 PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE ANÁLISIS**

De forma paralela al análisis de las macro etapas de desarrollo de un proyecto de metro, conviene el desarrollo de una propuesta de metodología genérica de análisis para una

línea de metro que se pretenda instaurar, a forma de un marco metodológico de pasos que se deben completar.

La propuesta de metodología de análisis incluye el siguiente esquema:

- 1) Estudios previos de metros en países cercanos o de la zona. Tipos de modelos de gestión.
- 2) Estudio y análisis de ventajas e inconvenientes y sistemas de funcionamiento en cada una de sus etapas desde el diseño hasta la operación.
- 3) Análisis económico/administrativo del país donde se quiere instaurar
- 4) Análisis de la ley del País
- 5) Análisis de la experiencia previa de ese país en ese tipo de empresa.
- 6) Evaluación y experiencias a medio y largo plazo de estos sistemas.
- 7) Propuesta de aspectos esenciales para un modelo de concesión apto, basado en 4 etapas:
  - a) Recomendaciones Diseño
    - Contratación de estudios de factibilidad y diseños
    - Análisis de trazado de líneas
    - Factibilidad técnica y comercial
  - b) Recomendaciones Financiamiento
    - Modelos de financiamiento
    - % optimo a alcanzar por el concesionario
  - c) Recomendaciones para la Construcción y equipamientos
    - ¿Quién debe ocuparse o estar al cargo?
    - ¿Coparticipaciones?
  - d) Recomendaciones para la Operación/gestión posterior
    - Exigencias para los licitadores
    - Tipos de operaciones admisibles
    - Tiempos de duración del concesionario para la operación

Esta estructura metodológica de análisis puede aportar mucho en el proceso para la toma de decisiones, caminando de la mano con el análisis de las macro etapas para un proyecto de metro.

### **6.3 CASO DE APLICACIÓN PRÁCTICA PARA EL MODELO DE CONCESIÓN PROPUESTO: EL METRO DE QUITO**

#### **6.3.1 Historia y descripción.**

El proyecto del Metro de Quito nace en el año 2009 como una propuesta de campaña del entonces candidato a la alcaldía del Distrito Metropolitano de Quito, el Dr. Augusto Barrera. Una vez que gana la alcaldía, se confirma el inicio del proyecto con el respectivo proceso de estudio sobre el mismo.

Dado que en Ecuador no se habían construido ni operado ninguna tipología de trenes modernos, no existía el conocimiento sobre la construcción e ingeniería ferroviaria, por lo que el alcalde Barrera toma la decisión de buscar una entidad asesora que apoyara a la ciudad de Quito en el desarrollo de los estudios y diseños para la construcción del Metro de Quito. Con dicho fin se analizó las posibilidades con varias ciudades europeas y latinoamericanas, para finalmente tomarse la decisión de establecer un convenio entre gobiernos regionales entre la Municipalidad de Quito con la Comunidad Autónoma de Madrid, y como representante de esta última la empresa Metro de Madrid como entidad que aglutinaba los esfuerzos de varias instituciones de planificación de transporte, ingeniería constructiva, estudios financieros, entre otros, convenio que se firma el 21 de octubre de 2009 (Diario El Comercio, 2009).

Con la empresa Metro se firma en 2011 un contrato para la realización de los estudios de factibilidad y diseños del sistema integrado de transporte masivo (SITM). Los estudios de factibilidad abordaban los ámbitos técnicos, financieros, socioeconómicos, de movilidad y ambientales del proyecto.

A la par se inicia un proceso para generar un portafolio financiero, siendo el eje central el financiamiento con la banca multilateral de desarrollo, consiguiéndose la aprobación y firma de créditos con cuatro bancos internacionales: Banco Interamericano de Desarrollo, Banco Mundial, Corporación Andina de Fomento y Banco Europeo de Inversiones, además de créditos locales, fondos de titularización de los ingresos del aeropuerto y un crédito de tipo ECA (export credit agency) con el Fondo para la Internacionalización de la Empresa (FIEM) de España (Metro de Quito, 2015).

En el año 2013, inició la construcción de la Fase 1 de la Primera Línea del Metro de Quito, que contempló la construcción de las Estaciones intermodales La Magdalena (estación subterránea, intercambiador y edificio) y El Labrador (estación subterránea, intercambiador, edificio, fondo de saco fase 1 y Av. Isaac Albéniz). La fecha de finalización fue el 30 de abril de 2015, por un monto total de 104 millones de dólares. En el año 2015, se suscribió el contrato para la “Ejecución de la Primera Línea del Metro de Quito, Fase 2: Construcción de las Obras Civiles y Provisión y Montaje del Sistema de Equipamiento e Instalaciones” con un monto de 1538 millones de dólares con el constructor “Consortio Línea 1 del Metro de Quito”, aunque el monto total de inversión de la fase 2 asciende a 1905 millones de dólares (Metro de Quito, 2017).

A continuación, se presenta una descripción general de las características que involucran a la Línea 1 del Metro de Quito (Metro de Quito, 2022a):

- La Primera Línea del Metro de Quito tiene un trayecto de 22 km desde Quitumbe hasta El Labrador, con 15 estaciones en puntos estratégicos. El tiempo estimado de recorrido de extremo a extremo es de 34 minutos, a una velocidad promedio de 38 km/hora. En el esquema a continuación se puede observar la disposición de las estaciones desde Quitumbe al sur, hasta El Labrador al norte.

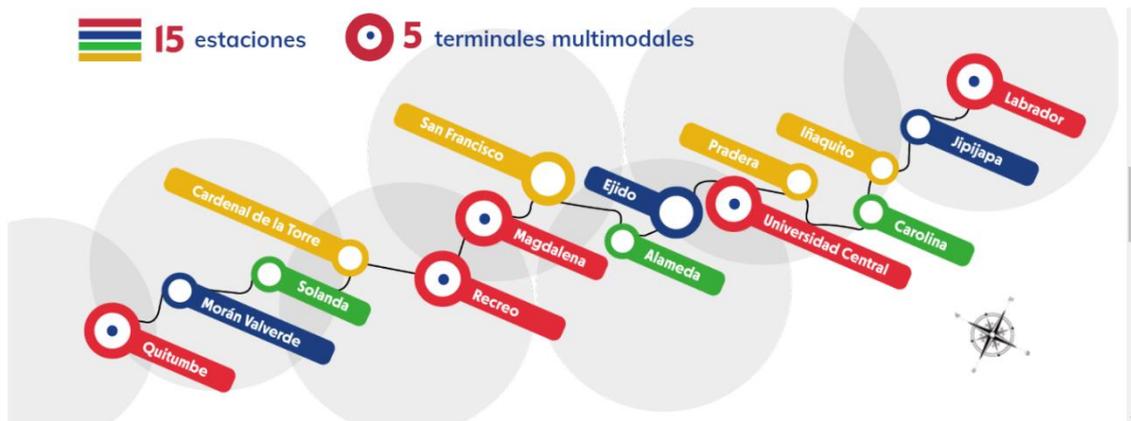


Ilustración 11: Estaciones de la Línea 1 del Metro de Quito. Fuente, Portal web Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito

- 5 estaciones son multimodales, es decir, están conectadas directamente con subsistemas de transporte en superficie: Quitumbe, El Recreo, La Magdalena, Universidad Central y El Labrador.
- La infraestructura del Metro de Quito, el túnel, las estaciones y demás componentes, fue construida con los más altos estándares de calidad e innovación en los procesos constructivos para asegurar el excelente desempeño y ser espacios seguros ante incidentes naturales, como inundaciones o movimientos sísmicos, convirtiéndose en los espacios más seguros para la ciudadanía.
- Existen 14 pozos para ventilación, 13 pozos para bombeo y 13 salidas de emergencia en la vía (sin contar las salidas de emergencia en las estaciones).
- Entre todas las estaciones existen un total 290 botones de comunicación para emergencias (interfonos).
- Existen 4 alimentadores de energía conectando el sistema de la EEQ con el Metro de Quito, y 11 subestaciones de tracción para la alimentación de la catenaria y de los centros de transformación.
- Existe un sistema de telecomunicación troncalizado bajo el estándar TETRA que será compatible con otros estándares de telecomunicación, como P25.

- El Puesto de Control Central, el cerebro de la operación del Metro de Quito, se encuentra en Talleres y Cocheras y desde este punto se operará, controlará y supervisará todos los sistemas de manera centralizada para atender inmediata y eficazmente ante cualquier tipo de incidencia.
- Existen 18 trenes los cuales están compuestos por seis coches con una longitud total de 109 metros. Tienen dos cabinas de conducción, una a cada extremo, estos trenes no deben dar la vuelta al final de cada recorrido, simplemente hacen un cambio de vía y están listos para movilizarse en el sentido contrario. Hoy iremos y volveremos en el mismo carril o vía.
- En cada estación, los trenes abrirán sus 24 puertas para el ingreso y salida de las personas. Al interior se cuenta con 144 asientos, que serán usados, preferencialmente, por personas de grupos de atención prioritaria.
- Cuenta con los subsistemas de señalización ferroviaria, sistema de energía, subestaciones eléctricas, distribución de energía, electrificación, escaleras mecánicas y ascensores, protección contra incendios, ventilación, telecomunicación, control de estaciones y puesto de control central.
- Se cuenta con espacios específicos para sillas de ruedas en el primero y en el último coche. Asientos rojos para grupos de atención prioritaria. Sistemas de emergencia: interfonos para comunicarse con el conductor en casos de emergencia. Altura de las agarraderas adaptadas a nuestro país. Pantallas en las cuales se anuncian las paradas, a fin de brindar un mejor servicio para las personas con discapacidad auditiva. Altavoces a través de los cuales el conductor anuncia las paradas, a fin de brindar un mejor servicio para las personas con discapacidad visual.

Al momento de la escritura de este informe de investigación, la línea 1 del Metro de Quito tenía un avance de construcción y equipamientos del 99,13%, es decir, el proceso de construcción está virtualmente finalizado (Metro de Quito, 2022a).

Entendiéndose entonces que la construcción y dotación de equipamientos de la Línea 1 del Metro de Quito está ya en su cierre, la gran etapa de ahí en adelante corresponde a la operación y mantenimiento de todos los sistemas.

### **6.3.2 Las Proyecciones Del Metro De Quito A Corto Plazo.**

El proyecto del Metro de Quito surge en un país que no ha tenido ingeniería ferroviaria moderna, pues previo al mismo no se habían construido y operado ni tranvías, ni metros, ni trenes de cercanías ni ferrocarriles entre ciudades. El único caso ferroviario del Ecuador corresponde al ferrocarril entre las estaciones de Durán y Chimbacalle, construido por los presidentes García Moreno y Eloy Alfaro en el siglo XIX, el cual quedó abandonado en las últimas décadas del siglo XX y fue restaurado por el presidente Rafael Correa en el año 2011. Sin embargo, este ferrocarril histórico, llamado tradicionalmente “el ferrocarril de Alfaro”, tuvo una restauración con el objetivo de convertirse en un ferrocarril de vocación turística, pensado en velocidades máximas de 50 km/h, con lo cual la conducción es a la vista, sin ninguna señalización ferroviaria moderna y utilizando locomotoras de tipo diésel e incluso aquellas locomotoras de carbón y vapor de inicios del siglo XX. Las restauraciones de la línea férrea, así como de la adquisición de las nuevas locomotoras fueron realizadas bajo contratos por empresas y técnicos españoles, especialmente de FEVE - Ferrocarriles Españoles de Vías Estrechas (la Nueva España, 2011).

Por ello, la restauración y operación del ferrocarril de Alfaro no llevó a Ecuador a incursionar en ingeniería ferroviaria moderna. Ni las empresas públicas o privadas ecuatorianas adquirieron el conocimiento o “know how”, ni las universidades ecuatorianas llegaron a desarrollar ningún tipo de estudios o programas de tecnologías, ingenierías o másteres con especialización ferroviaria.

La Empresa Pública Metropolitana del Metro de Quito (EPMMQ), quien es la personería jurídica que tiene a su cargo ser el promotor y gestor del proyecto del Metro de Quito, en ausencia de capacidad local de ingeniería ferroviaria, identificó que era necesaria la contratación de un “operador ferroviario internacional”, una empresa con suficiente prestancia y capacidad comprobada, para a lo largo de un período de 6 años cumplir con dos objetivos (Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, 2022):

1. Poner en operación la Línea 1 del Metro de Quito, y
2. Realizar transferencia de tecnología ferroviaria a los técnicos de la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito.

Bajo esas perspectivas, la EPMMQ inició un proceso de contratación para buscar ese operador ferroviario. Por un análisis de la propia EPMMQ, se encontró que, de una muestra de más de 40 operadores ferroviarios en el mundo, la mayoría eran de titularidad pública, es decir eran empresas cuyo capital accionario pertenecía a otras empresas de titularidad pública o a entidades del gobierno central o de gobiernos regionales (Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, 2022).

En base a ello la EPMMQ utilizó una metodología de contratación directa de régimen especial acorde a la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública del Ecuador (LOSNCPE) en la que sólo se invitó a empresas de titularidad pública, basándose en el Artículo 2, numeral 8 de dicha ley que indica lo siguiente:

“Art. 2.- Régimen Especial. - Se someterán a la normativa específica que para el efecto dicte el Presidente de la República en el Reglamento General a esta Ley, bajo criterios de selectividad, los procedimientos precontractuales de las siguientes contrataciones...

... 8. Los que celebren el Estado con entidades del sector público, éstas entre sí, o aquellas con empresas públicas o empresas cuyo capital suscrito pertenezca, por lo menos en el cincuenta (50%) por ciento a entidades de derecho público o sus subsidiarias; y las empresas entre sí. También los contratos que celebren las entidades del sector público o empresas públicas o empresas cuyo capital suscrito pertenezca por lo menos en cincuenta (50%) por ciento a entidades de derecho público, o sus subsidiarias, con empresas en las que los Estados de la Comunidad Internacional participen en por lo menos el cincuenta (50%) por ciento, o sus subsidiarias; y, los que realicen las empresas de economía mixta en las que el Estado o sus instituciones hayan delegado la administración o gestión al socio del sector privado” (*Ley Orgánica Del Sistema Nacional de Contratación Pública*, 2018).

Con esta normativa, se presentaron finalmente al concurso dos empresas de titularidad pública:

- La asociación conformada por las empresas Metro de Medellín (de capital accionario perteneciente en un 50% a la Municipalidad de Medellín y en 50% a la Gobernación del Departamento de Antioquia, de Colombia) (Metro de

Medellín, 2022), y la empresa francesa Transdev (de capital accionario perteneciente en un 66% a la Caisse des Dépôts, entidad controlada por el gobierno francés) (Transdev, 2022). Esta asociación adoptó el nombre de Empresa Operadora Metro de Medellín Transdev (EOMMT).

- La empresa operadora Metro de Sao Paulo, cuya propiedad accionaria es en 97,3% del Gobierno del Estado de Sao Paulo de Brasil (Metro Sao Paulo, 2021).

De las empresas que presentaron ofertas, el primer orden de prelación para ser seleccionada, lo obtuvo la Empresa Operadora Metro de Medellín Transdev (EOMMT), quien avanzó en el proceso para la firma del contrato en el mes de noviembre de 2022. Con ese paso en marcha, la inauguración de la operación del Metro de Quito tendrá lugar a final del mes de diciembre de 2022, con una operación de tipo inductiva o de enseñanza para la ciudadanía, toda vez que es la primera vez para la ciudad de Quito y en general para Ecuador que cuenta con un sistema de Metro subterráneo.

Las características del concurso que llevó al contrato entre la EPMMQ y la EOMMT, con las responsabilidades para esta última se detallan a continuación (Metro de Quito, 2022b, 2022c):

- Es un contrato de prestación de servicios, con responsabilidades limitadas
- La responsabilidad principal de la EOMMT es la de operar la Línea 1 del Metro de Quito, con todos sus trenes, equipamientos e instalaciones, túnel, estaciones, talleres y cocheras y todos los subsistemas involucrados. Adicionalmente, es responsabilidad de la EOMMT el desarrollo de mantenimiento de las estaciones de la Línea 1 del Metro de Quito.
- El operador, deberá además realizar un proceso de transferencia de tecnología en favor de la EPMMQ para el aprendizaje de sus técnicos.
- No es responsabilidad de la EOMMT el mantenimiento del material rodante, ni de los equipos e instalaciones.
- El período de duración del contrato de operación es de 6 años.
- No se exigen ningún tipo de inversiones en particular, afirmándose que todas las obras civiles, instalaciones, equipos, material rodante, talleres y cocheras están ya construidos o instalados y a disposición del operador.

- La forma de pago que calculará la EPMMQ será en base a un pago mensual fijo, en base a la oferta presentada por el operador, la EOMMT, sin ningún tipo de reajustes demandados por las partes.
- El pago mensual se podrá ver afectado en unos premios o castigos en base al cumplimiento real de la operación frente a los objetivos establecidos. Estos premios o castigos son insertados en el contrato como mecanismos para incentiva o motivar al operador a que genere las mejores condiciones de operación con el objetivo de que los usuarios reciban un alto nivel de servicio al cliente.
- Ese análisis para los premios o castigos será desarrollado en base al cálculo de KPIs auditados por un supervisor independiente. En cualquier caso, los premios o castigos no superarán el 5% del valor fijado como pago mensual.
- No se considerarán en los cálculos de pagos mensuales, los niveles de demanda o el cobro de taquilla que realice el operador, toda vez que la EPMMQ garantizará que el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito asigne el presupuesto correspondiente, mediante la garantía al momento del contrato de una certificación plurianual por los 6 años del contrato en los cuales se certifica que existen fondos asignados para el pago por operación a la EOMMT.

Como se puede observar por los datos recopilados, el contrato que ejecutará la EOMMT no es una concesión ni una asociación pública privada. De hecho, es un simple contrato de prestación de servicios, pero por un monto importante de 190 millones de dólares, aunque con los montos de premios probables puede llegar casi a 200 millones de dólares.

Dentro de los elementos claves del contrato es importante estudiar algunos elementos que para esta tipología de contrato sea exitoso:

1. El pago es por suma fija o alzada. Solo hay un pequeño componente para motivar un buen nivel de servicio al cliente, en base a análisis de KPIs.
2. No hay exigencia de inversión para el operador.
3. No se considera la demanda para el pago al operador. Si la demanda no fuera la estimada, este riesgo no es transferido al operador.

4. No hay cálculo de reajustes financieros en base a condiciones contractuales. Y dado que Ecuador tiene economía dolarizada, no hay riesgos por pérdidas de repatriación de divisas debido al tipo de cambio (hedging).
5. No hay otro tipo de riesgos inducidos por el contrato, más allá de los debidos a consideraciones jurídicas y a la propia actividad del negocio.

Con estas condiciones indicadas, el modelo de contrato se plantea con altas posibilidades de éxito a los 6 años plazo. Involucra varios aspectos de los casos de éxito de las concesiones de los EOT de Línea 1 de Lima, Línea 4 de Sao Paulo y Metro de Río, sin embargo, no se trata de una asociación pública privada o una concesión. Pero si le proporciona a la ciudad de Quito una sólida alternativa para cubrir la operación y manejo de la Línea 1 del Metro de Quito en el corto plazo.

### **6.3.3 Estudio De Alternativas A Mediano Y Largo Plazo**

Después de revisar la contratación que se ha dado para la Línea 1 del Metro de Quito al corto plazo, compete estudiar las alternativas que tiene la EPMMQ para el mediano y largo plazo. Para ello se parte con un análisis de cómo se contrataron y ejecutaron las diferentes etapas, para luego observar las perspectivas o alternativas posibles y finalmente realizar una propuesta de cuál sería un modelo exitoso al mediano y largo plazo.

El proceso que ha llevado la empresa Metro de Quito hasta llegar a la operación de la Línea 1 ha tenido los siguientes tramos o etapas y sus correspondientes contratos o actores participantes:

SIGLA	ETAPA	ENTIDAD A CARGO DEL DESARROLLO O CONTRATISTA	TIPO DE CONTRATACIÓN	PROMOTOR DE PROYECTO O ENTIDAD CONTRATANTE
D	Estudios de Factibilidad y Diseños	Metro de Madrid	Contratación Directa	Municipio de Quito a través de EMMOP y EPMMQ
F	Financiamiento	Banca Multilateral (BM, BID, CAF y BEI) y Export Credit Agency	Créditos contratados en 40% por gobierno nacional, 60% por gobierno local. Todos con garantía soberana	Municipio de Quito y Ministerio de Finanzas, Gobierno Nacional
B	Construcción 1era Fase	Acciona Infraestructura	Licitación pública internacional abierta	Municipio de Quito a través de EPMMQ
B	Construcción 2da Fase	Consorcio Línea 1 del Metro de Quito (inicialmente Odebrecht y Acciona, luego sólo Acciona)	Licitación pública internacional abierta	Municipio de Quito a través de EPMMQ
B	Provisión de material rodante y equipo de taller	Construcciones Auxiliares Ferroviarias - CAF	Licitación pública internacional abierta	Municipio de Quito a través de EPMMQ
O	Operación bajo contrato de prestación de servicios	Empresa Operadora Metro de Medellín Transdev - EOMMT	Concurso de selección y contratación directa	Municipio de Quito a través de EPMMQ

Tabla 31: Etapas del Desarrollo de la Línea 1 del Metro de Quito, actores y tipos de contratos. Fuente: elaboración propia

En base a los datos presentados en la tabla 31, el modelo de desarrollo para la Línea 1 del Metro de Quito, corresponde a lo que se definió como “modelo de contratación por capas” en el numeral 3.9.2 de esta investigación. Es un modelo de contratación en el cual se gestionó cada una de las macro etapas de desarrollo del proyecto de forma individual y progresiva, conforme se culminaba una “capa” se avanzaba hacia la siguiente. No hubo un proceso que empaquete las diferentes macro etapas y genere un contrato para algún oferente privado, como en los modelos DFBOT.

Sin embargo, la experiencia del Metro de Quito hasta este momento ha sido exitosa, convirtiéndose incluso en un caso de estudio para la banca multilateral de desarrollo.

Algunos de los hitos que la empresa Metro, la EPMMQ, resalta son (Metro de Quito, 2022a):

- Desarrollado sobre estudios de factibilidad y diseños técnicos óptimos.
- El diseño y la tecnología han seguido el aprendizaje de las líneas más modernas de los metros en Europa.
- Costo de construcción por kilómetro, con un valor de 91,8 millones de dólares por km, uno de los más bajos de las dos últimas décadas para una línea de metro 100% subterránea.
- Desviaciones de incremento de costos en la construcción sobre el monto firmado, en un valor de 1,5% para el Metro de Quito, frente al promedio mundial de 44,7% según investigación de Bent Flyvbjerg.
- Financiación única en la región, al obtener créditos de cuatro bancos multilaterales de desarrollo: Banco Mundial (BM), Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Corporación Andina de Fomento (CAF), Banco Europeo de Inversiones (BEI). Además, fue el primer caso en el cual el BEI otorgó un crédito de más de 300 millones de dólares en la región de América Latina.
- Único proyecto de gran envergadura en Ecuador con financiamiento ECA (Export Credit Agency), permitiendo la adquisición de trenes con condiciones excepcionales (0,75 % de interés, 25 años, 15 años de gracia), firmado con el Fondo de Internacionalización de la Empresa (FIEM) de España.
- Para el cálculo de los beneficios socio económicos frente al monto de inversión y costos de operación, arrojó un Valor Actual Neto (VAN) Socioeconómico positivo, demostrando ser un proyecto que debía ejecutarse.
- Finalmente, hay que mencionar que ninguno de todos los contratos indicados, tuvo problemáticas serias y más bien se han ido cumpliendo de forma organizada hasta su cierre.

Con ello se puede concluir que, para las macro etapas de desarrollo del proyecto, el Metro de Quito usó un modelo de desarrollo y contratación por capas, y que para su caso resultó en un amplio éxito.

### **6.3.4 Perspectivas para el Metro de Quito una vez que el contrato de operación culmine**

Después de ver el proceso integral que llevó el Metro de Quito a lo largo de las macro etapas, que culminó con la contratación del operador ferroviario, la EOMMT, por un período de 6 años, subyace la incógnita de qué perspectivas tendría a continuación la EPMMQ.

Para dicho análisis es necesario considerar dos ámbitos principales, el primero relativo a las condiciones de la administración pública y el segundo al respecto de las posibilidades de expansión de la red del Metro de Quito.

#### *6.3.4.1 Las condiciones de la administración pública de Ecuador*

La experiencia demuestra que la administración pública ecuatoriana tiene una serie de normativas y procedimientos que presentan serios desafíos para las empresas públicas, como en el caso de las empresas de transporte.

Por un lado, la normativa del Sistema Nacional de Contratación Pública – SERCOP, y de manera especial la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública – LOSNCP y su reglamento, más el control que realiza la Contraloría General del Estado, han generado efectos adversos para las empresas públicas de transporte.

El más claro ejemplo, es el caso de la Empresa Pública de Transporte de Pasajeros de Quito (EPMTQP), que es la encargada de administrar los sistemas de BRTs de propiedad y administración de la Municipalidad de Quito, que son el Corredor Sur Oriental, el corredor Ecovía y el corredor Trolebús. Dicha empresa ha tenido a lo largo del tiempo serias dificultades para la compra de repuestos, a tal punto que la línea principal de la EPMTQP, la línea del Trolebús de Quito, en la década del 2000 a 2010, contaba con una flota de 105 trolebuses articulados de propulsión eléctrica, pero la adquisición o contratación de repuestos tuvo tales niveles de obstáculos, que en varias ocasiones la EPMTQP optó por canibalizar unidades en condición operativa o en estatus de mantenimiento, para poder obtener repuestos para que otras unidades sigan en funcionamiento pleno. Esto llevó a que la EPMTQP pierda capacidad operativa, con reducción del número de trolebuses eléctricos articulados de 105 unidades a apenas 40

que es la flota que funciona actualmente y con perspectivas de que 25 trolebuses eléctricos salgan de circulación en pocos días (Diario El Comercio, 2021b).

El otro gran problema que afrontan las empresas públicas en Ecuador es relativo a la normativa laboral, que permite la formación de sindicatos con fuertes capacidades de coerción tanto por acciones de hecho, como de derecho. En el caso de la referida EPMTPO, dicha empresa tiene un exceso de personal operativo, puesto que actualmente el número de empleados alcanza cerca de 2000 personas entre el personal administrativo como el personal de conducción de buses y de mantenimiento de estos, sin embargo, los propios informes de la EPMTPO ante su junta directiva señalan que los ratios de personal por unidad de bus activo están muy por encima del promedio internacional, siendo el estándar internacional promedio de 4 personas laborando en la empresa por unidad de bus, pero la cifra real en la EPMTPO es de 7,35 personas/bus, muy por encima del promedio mundial (EPMTPO, 2021) . Y aun cuando los directivos de la EPMTPO conocen que existe un exceso de personal en la institución y que ese pasivo laboral lastra económicamente a la empresa, por la normativa ecuatoriana de la Ley Orgánica del Servicio Público (LOSEP) y la Ley Orgánica de Empresas Públicas (LOEP), no pueden hacer las reducciones de personal necesarias para funcionar de una manera eficiente.

Se evidencia que la normativa ecuatoriana actualmente genera serias dificultades en el tema de adquisiciones de repuestos, y de administración y despidos del personal. No existe una propuesta del legislativo para reformar las leyes y por tanto no hay perspectiva a corto o mediano plazo de que las leyes sean cambiadas.

#### *6.3.4.2 Posibilidades de expansión de la red del Metro de Quito*

En el año 2011 los consultores de la empresa Metro de Madrid definieron el plan maestro del Sistema Integrado de Transporte Masivo, que específicamente para el modo metro pesado, involucraba los siguientes tramos o líneas de la red del Metro de Quito (Metro de Madrid, 2011c):

- Línea 1 del Metro de Quito, desde la estación Quitumbe hasta la estación El Labrador, con una extensión de 22,3 km, la cual ya se encuentra construida

- Extensión de la Línea 1, desde la estación El Labrador hasta la estación La Ofelia, con aproximadamente 5 km de extensión, de la cual ya hay diseños de ingeniería, pero todavía no está construida.
- Línea 2 del Metro de Quito, desde la estación El Labrador hasta el sector de Carapungo – Calderón, la cual no está construida y tampoco tiene diseños de ingeniería. Extensión aproximada de 8 km.
- Línea 3 del Metro de Quito, desde la estación El Recreo hasta el sector de Guamaní – Caupicho, tampoco ha sido construida, ni tiene desarrollados diseños de ingeniería. Extensión aproximada de 9 km.

Como se puede observar, para cubrir el planteamiento de crecimiento del Metro de Quito hasta las líneas 2 y 3, se requeriría la construcción de alrededor de 22 km, que a la misma tasa de costos de construcción de la Línea 1 (91,8 millones de dólares/km), representaría una inversión de alrededor de 2000 millones de dólares. Sin embargo, la ciudad ya no puede contratar más deuda, por cuanto su nivel de endeudamiento está al límite de lo permitido por ley, siendo que ya para el año 2019 la ciudad ya se encontraba en un nivel de endeudamiento de 188% frente al presupuesto anual y estando el límite definido por la ley en 200% (Jácome, 2019).

En base a este techo o límite de deuda, la ciudad se ve imposibilitada de contratar nueva deuda y de financiar la expansión de la red del Metro.

### **6.3.5 Propuesta de modelo de concesión aplicado a la ciudad de Quito**

En virtud de las complejidades administrativas que puede tener el Metro de Quito para operar de una forma eficiente una vez se acabe el contrato con la EOMMT y a la par la necesidad de expandir su red, pero con limitaciones presupuestarias, lleva a la necesidad de plantear una alternativa de concesión, que, si es apropiadamente desarrollada, se lograrían dos grandes objetivos para la ciudad:

- Administración eficiente de la red de Metro de Quito, toda vez que el concesionario sería una empresa privada, enfocada en eficiencia y sin las ataduras de la ley pública ecuatoriana
- Como parte de la concesión, la empresa privada aportaría con fondos útiles para poder financiar la expansión de la red de Metro.

Se propone un modelo concesional atendiendo los puntos descritos en el numeral 6.2 en la guía metodológica:

**1) ESTUDIOS PREVIOS DE METROS EN PAÍSES CERCANOS O DE LA ZONA. TIPOS DE MODELOS DE GESTIÓN.**

Los casos de concesiones de líneas o sistemas completos de metros en países cercanos al caso del Metro de Quito, o de la región de Latinoamérica han sido estudiados profundamente en este mismo documento, con la perspectiva de que no depende del país o de la ciudad, ya que existen modelos exitosos y modelos que han tenido muchos problemas, con lo que la importancia radica en el cuidado de los detalles del proyecto de concesión.

**2) ESTUDIO Y ANÁLISIS DE VENTAJAS E INCONVENIENTES Y SISTEMAS DE FUNCIONAMIENTO EN CADA UNA DE SUS ETAPAS DESDE EL DISEÑO HASTA LA OPERACIÓN.**

Nuevamente, las ventajas e inconvenientes de cada uno de los modelos han sido estudiados a profundidad en el capítulo 5 de esta memoria.

**3) ANÁLISIS ECONÓMICO/ADMINISTRATIVO DEL PAÍS DONDE SE QUIERE INSTAURAR**

En cuanto a las condiciones económicas de Ecuador, el país venía moviéndose con tasas de crecimiento del PIB de nivel moderado, pero que a causa de la pandemia del Covid19, sufrió una caída durante los dos años que dicha enfermedad generó reducción de actividades económicas. Para el 2022 está previsto que el año se cierre con una tasa de crecimiento de 2,7% (Banco Central del Ecuador, 2022).

Sobre las condiciones administrativas, en Ecuador la administración pública es bastante burocrática y lenta en accionar y toma de decisiones, sin embargo las empresas privadas tienen libertad para trabajar en el ámbito que se desempeñen, sin temor a que el sector público intente meter mano a este tipo de empresas con procesos fuera de los ámbitos jurídicos internacionales.

#### **4) ANÁLISIS DE LA LEY DEL PAÍS**

Ecuador es un país que se maneja con los acuerdos internacionales en materia legal y de respeto de derechos. Por norma general en Ecuador se aplica el concepto de contar con “seguridad jurídica”.

En cuanto a la normativa para las concesiones, estas se hayan reguladas en las leyes ecuatorianas, especialmente en tres marcos jurídicos superiores: la Ley Orgánica del Servicio Público (LOSEP), la Ley Orgánica de Empresas Públicas (LOEP) y la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública (LOSNC) las cuales tienen artículos que determinan las modalidades de asociación del sector público con empresas privadas.

#### **5) ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA PREVIA DE ESE PAÍS EN ESE TIPO DE EMPRESA**

En Ecuador han existido ya algunos casos de contratos de concesión, en especial en el ámbito de minería y petróleos, así como en puertos marítimos para tráfico de contenedores.

Pero de manera especial destacan dos concesiones aeroportuarias, de los principales aeropuertos internacionales del país, en Quito y Guayaquil, que han sido concesionados al Consorcio Quiport para el caso del aeropuerto Mariscal Sucre de Quito y al Consorcio Tagsa para el caso del aeropuerto José Joaquín Olmedo de Guayaquil.

#### **6) EVALUACIÓN Y EXPERIENCIAS A MEDIO Y LARGO PLAZO DE ESTOS SISTEMAS.**

Las concesiones referidas de los aeropuertos de Quito y Guayaquil ya han cumplido una década y en ambos casos se puede hablar de equilibrio concesional, toda vez que por un lado han cumplido con creces la función de atención y servicio al usuario con estándares de calidad (ambos aeropuertos exhiben orgullosamente varios premios internacionales por desempeño aeroportuario en diferentes categorías), al tiempo que para el concesionario se han dado los retornos financieros que se habían esperado.

#### **7) RECOMENDACIONES DE DISEÑOS**

La aplicación de un modelo concesional para expandir la red del Metro de Quito involucra que la administración municipal a través de la Empresa Pública Metropolitana del Metro de Quito realice la contratación de los estudios de

factibilidad y de los diseños para la construcción de la extensión de la línea 1 y las líneas 2 y 3.

Como temas fundamentales se requiere el análisis del trazado de las líneas, en base a un estudio domiciliario de movilidad (con encuestas origen destino), estudios de geología y servicios afectados, y en base a ello poder tener tanto la factibilidad comercial, como la factibilidad técnica. En la línea de la factibilidad socio ambiental se deberán determinar requerimientos para la licencia ambiental, así como las exigencias de expropiaciones y análisis de grupos sociales afectados, para que la administración municipal pueda trabajar en las declaraciones de interés público para los predios a ser expropiados y en los diálogos con grupos sociales.

Los diseños deberán cubrir hasta la ingeniería básica, dejándose solamente los diseños de ingeniería avanzada para que quede en manos del concesionario.

#### **8) RECOMENDACIONES DE FINANCIAMIENTO**

Dado que la estimación del monto de inversión es de alrededor de 2000 millones de dólares por las expansiones descritas del Metro de Quito, el financiamiento de parte del concesionario debería alcanzar 50%, esto es 1000 millones de dólares, mientras que la administración pública debería aportar 700 millones de dólares mediante créditos de la banca multilateral de desarrollo contratados por el gobierno central ya que las finanzas de la ciudad andan comprometidas, pero a nivel de país existe espacio para nuevos créditos, y finalmente un crédito con una agencia de créditos de exportación por un crédito de arrastre de manufactura por 300 millones de dólares, cuyo destino sería la adquisición de material rodante, equipamientos de taller y señalización, en un contrato también tomado por el gobierno central.

#### **9) RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN Y EQUIPAMIENTOS**

La construcción y equipamientos del plan de expansiones del Metro de Quito deberá estar completamente a cargo del concesionario, pero se estipulan dos elementos centrales que aportarán en un buen desarrollo:

- El contrato concesional que regulará las relaciones entre concesionario (que es el constructor y proveedor de equipamientos) y el promotor del proyecto, debe tener la gobernanza de los mecanismos de la banca multilateral de desarrollo. La ley ecuatoriana permite acogerse a la gobernanza de la institución de financiamiento internacional. El modelo contractual ya utilizado en la

construcción de la Línea 1 del Metro de Quito y que ha tenido grandes resultados es la contratación FIDIC de la Federación Internacional De Ingenieros Consultores.

- Se requiere una coparticipación de una dupla de instituciones contratistas, por un lado, la fiscalización de obra, que garantiza cantidades y calidades de la obra, y por otro lado una gerencia de proyecto o PMO (por sus siglas en inglés) que busca buena coordinación entre contratante y contratista, mejoras de procesos y optimización de diseños de obra.

## **10) RECOMENDACIONES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

La licitación para búsqueda de concesionario deberá exigir que las ofertas vengan de consorcios conformados por al menos una empresa constructora y una empresa operadora ferroviaria, ambas con al menos 20 años de experiencia en el mercado, para garantizar que tanto el constructor como el operador tengan suficiente experiencia en el oficio.

La operación deberá ser pactada según la evaluación permanente de una serie de KPIs, los cuales serán revisados por la dupla de fiscalización y gerencia de proyecto. En cuanto al tiempo previsto para el contrato concesional a nivel de operación, dado el monto de inversión, el plazo apropiado debe ser de 30 años.

## **7 CONCLUSIONES, APORTES DE LA INVESTIGACIÓN Y FUTURAS LÍNEAS**

### **7.1 CONCLUSIONES**

Este capítulo presenta las conclusiones a las que se llega después de este trabajo de investigación para la tesis doctoral. El estudio desarrollado ha permitido profundizar sobre varias temáticas: los modelos de gestión y administración de sistemas de metros, las características principales de los metros en la región de América Latina frente a otras regiones del mundo, y la investigación ha prestado especial atención al conocimiento de los modelos de concesiones y las aplicaciones de estas, que se han dado en América Latina, con los éxitos, fracasos y el aprendizaje que han dejado.

Se enumeran a continuación las conclusiones:

- Un proyecto de línea de metro, en realidad debe ser considerado como un programa o una familia de proyectos conjuntos, por la envergadura que toma, tanto a nivel económico financiero, como por la cantidad de actividades que se necesitan desarrollar.
- En un proyecto de línea de metro coparticipan una gran cantidad de actores, arrancando por el promotor de la obra, pasando por las empresas de diseños de ingeniería y de planificación de la movilidad, continuando por las instituciones financieras o bancarias, luego las constructoras de obra civil y empresas de equipamientos electromecánicos y de telecomunicaciones y control, las empresas de provisión o fabricación de material rodante, empresas de supervisión o fiscalización, de gerencia de proyectos, empresas de operación

ferroviaria y de mantenimiento de flota, y finalmente aquellas empresas que hacen funciones de coordinación de interfaces entre las mencionadas.

- Se observa que en muchos proyectos hay una sobre valoración de la etapa de construcción, que suele tomar de 4 a 10 años por lo regular, restándose importancia a la primera gran etapa de estudios de factibilidad y diseños de ingeniería que suele tomar de 2 a 5 años, y sobre todo se minimiza la importancia de la última etapa, la concerniente a la operación y mantenimiento. Esto lleva a que los líderes de desarrollo de líneas de metro suelen ser las grandes firmas constructoras, las cuales a su vez no son expertas en estudios de factibilidad, sus diseños priorizan su propia actividad constructora y no son los óptimos para la ciudad o son sobredimensionados y finalmente no conocen de operación, lo que los lleva a minimizar esta última gran fase y a descuidar aspectos de coordinación en las diferentes instancias del proyecto.
- Dentro de las macro etapas de desarrollo de un proyecto de metro existen empresas de titularidad privada y de titularidad pública, por lo general en la primera etapa de diseños y estudios de viabilidad comparten participación unas y otras, en la segunda etapa de construcción y equipamientos definitivamente son las empresas de titularidad privada las que dominan el panorama y en la tercera macro etapa de operación, en cambio son las empresas de titularidad pública las que dominan las operaciones de líneas de metro, incluyendo gigantescas empresas que trabajan a nivel mundial con actitud muy dinámica pero siempre con capital accionario de los gobiernos de origen, aunque si se encuentra algunas pocas excepciones de empresas privadas en el ámbito de operación.
- Existe una dualidad entre los grados de libertad de un proyecto y la experiencia del promotor del proyecto. Cuando en la ciudad donde se construye el metro no hay líneas anteriores o proyectos previos, se habla de proyectos “greenfield” en los cuales hay muchos grados de libertad para diseñar todo desde cero sin restricciones, pero en contra no se cuenta con experiencia y conocimiento para abordar de forma más eficiente los diseños. En el caso opuesto, en una ciudad con líneas ferroviarias ya existentes, un proyecto “brownfield”, los grados de libertad se reducen ostensiblemente pues hay que diseñar de tal forma que sea

compatible con las líneas anteriores, pero ofrece la ventaja de que ya existe conocimiento en la materia por parte de los técnicos locales.

- Otra gran dualidad que se encuentra es al respecto del promotor de la obra, en el caso de que este sea un gobierno local o un gobierno nacional o regional. Por un lado, un gobierno local es más conocedor de la realidad de la ciudad y participa de mejor forma en planificación de transporte y diseños, pero en cambio tiene menor capacidad de gestión financiera. A la inversa el gobierno nacional o regional es más capaz para obtener créditos y en general en la gestión financiera, pero no domina la planificación de la ciudad.
- Al desarrollar un proyecto de metro, el promotor de la obra se enfrenta a una serie de riesgos que van desde los geológicos y constructivos hasta los de financiamiento y de demanda insuficiente, y siempre es fundamental saber desde el inicio del proyecto quién está dispuesto a asumir dichos riesgos. Si hay determinado riesgo como el de la demanda, no se puede continuar a niveles avanzados del proyecto sin que exista claridad de si la demanda va a ser asumida por el promotor del proyecto o por el concesionario, y de manera similar para cada uno de los tipos de riesgos en el proyecto.
- Por la experiencia que se ha dado en varios países uno de los riesgos más fuerte en un proyecto de metro es el riesgo político, toda vez que bajo el liderazgo de una línea política se impulsa el proyecto de metro, pero con la oposición de otra línea política se retrasa o estanca dicho proyecto. Para reducir los niveles de riesgo político, es necesario generar mecanismos contractuales que superen los vaivenes políticos y que permitan un blindaje jurídico para el proyecto.
- En el ámbito del financiamiento, existen varios modelos que han sido usados en la región de Latinoamérica, pero de todos los presentados dos son las mejores alternativas, el primero los créditos de la banca multilateral de desarrollo que ofrecen condiciones crediticias blandas al tiempo que brindan libertad en los modelos de contratación y el segundo es el de los créditos de arrastre de manufactura de exportación que provienen de las agencias de créditos de exportación, ECAs por sus siglas en inglés. Sin embargo, cada uno de estos tipos de créditos tienen algunas características restrictivas, así en el caso de la banca multilateral de desarrollo hay exigencias fuertes para que los estudios de

factibilidad y los diseños sean muy completos, mientras que en los créditos de las ECAs sólo pueden tener como destino bienes manufacturados en origen como son los trenes y los equipamientos electromecánicos, de telecomunicaciones y de control.

- En la gestión de sistemas de metro, existen algunos tipos de modelos de contratación, que van desde modelos denominados “por capas” en donde predomina el control y la asunción del riesgo por parte del administrador del proyecto, hasta los modelos denominados “super llave en mano”, que por sus siglas en inglés de las etapas asumidas son denominados DFBOT, en los cuales se entrega toda la actividad desde diseño a operación al concesionario, y por tanto se espera que dicha empresa privada asuma todos los riesgos. Es fundamental que al darse las contrataciones exista claridad del modelo administrativo de la concesión y el reparto del riesgo.
- Sobre las características de los sistemas de metro en Latinoamérica, existen elementos que distinguen a estos sistemas de los presentes en otras regiones del mundo. La primera característica distintiva es que las ciudades de América Latina son muy populosas y por restricciones de disponibilidades de presupuesto, los sistemas de metro no alcanzan a llegar a tener redes con el tamaño suficiente para una apropiada cobertura de la ciudad.
- Una segunda característica predominante es que los sistemas de metro en América Latina tienen altos niveles de demanda o de carga en sus redes. Sólo las redes de metro de Asia en promedio tienen similares niveles de demanda, estando muy por encima de las existentes en América del Norte y en Europa. Esto además se refleja como parte del proceso de selección del trazado y ubicación de estaciones, para generar líneas de metro con altos niveles de demanda.
- Otra característica predominante de los sistemas de metro en América Latina es que en promedio se manejan índices de cobertura muy superiores a los de América del Norte y Europa, y solamente superados por los sistemas de Asia. Y en la misma línea, los porcentajes de ingresos no tarifarios de los sistemas de metro en América Latina son superiores a sus equivalentes de América del Norte y Europa y sólo están igualados o superados por los de Asia. Como se puede

observar, en varios aspectos los sistemas de metro de América Latina comparten más características en común con los de Asia, que con los de Europa y América del Norte.

- Una última característica singular de los sistemas de metro en América Latina es que el costo del centenario de pasajes frente al salario mínimo vital o salario mínimo que se paga en cada país representa un mayor porcentaje en esta región que en otros continentes del mundo.
- En el análisis de las concesiones existentes en la región se encontró que predominaban dos modelos, el del concesionario invirtiendo en equipamientos, operando y luego transfiriendo las inversiones al promotor del proyecto (EOT por sus siglas en inglés), y el de tipo super llave en mano (DFBOT). Las concesiones EOT se encontró que fueron muy exitosas, ofreciendo resultados apropiados tanto para la ciudad y sus usuarios, para el promotor del proyecto, pero también para el concesionario. En contra las concesiones de tipo DFBOT fueron en todos los casos muy problemáticas, con problemas serios de parte de la relación promotor del proyecto – concesionario, que llevaron a litigios saldados en varios cientos de millones de dólares, retrasos de muchos años en el cronograma, deterioro del material rodante por fallas en la planificación, y en último término a que varios concesionarios fueron expulsados o dados de baja del contrato de concesión, necesitando una segunda y hasta tercera concesión para lograr que se complete el proyecto.
- Finalmente, en base a los aprendizajes obtenidos, se ha podido diseñar un modelo de concesión que se presente como apropiado para la expansión de la red del Metro de Quito, para poder afrontar las complejidades de la legislación administrativa ecuatoriana, así como las restricciones presupuestarias para una expansión del sistema. Los criterios encontrados permiten seleccionar aquellos elementos valiosos de las concesiones limitadas como las EOT, de los modelos de administración por capas e incluso de los modelos super llave en mano o DFBOT.

## 7.2 APORTES DE LA INVESTIGACIÓN

Se encuentran algunos temas que han significado aportes considerables para el mundo ferroviario, que se han generado en esta investigación y que se enumeran a continuación:

- No existía una previa caracterización de las líneas de metro en América Latina. El estudio ha permitido encontrar varios factores en donde los sistemas de metro de la región son singulares, tienen elementos en común entre una y otra red en la región, y las diferencias existentes especialmente con los sistemas de metro de Europa y América Latina, al tiempo de encontrarse aspectos en común con los sistemas de Asia.
- Se ha generado un análisis sobre los mecanismos de financiamiento existentes en América Latina, que, dadas las consideraciones de ser países en vías de desarrollo, existen muchas particularidades en estas formas de financiar los proyectos de metro. Además, se encontró dos tipologías de financiamiento que son muy apropiadas para los sistemas de metro en la región.
- La caracterización de los sistemas de metro de la región también ha permitido evaluar los diferentes modelos de gestión a los que acceden los promotores de proyectos de las ciudades latinoamericanas, con análisis sobre los niveles de gobierno a los que pertenece el promotor, los grados de libertad y rangos de experiencia, las tipologías de empresas según la propiedad accionaria y la relación de riesgo existente.
- La investigación recogió los modelos de concesiones existentes a nivel mundial, y cuáles se aplican en los sistemas de metro de América Latina, con un estudio de cada uno de los casos y las diferencias entre los modelos concesionales exitosos frente a los modelos concesionales que han tenido serios problemas, encontrándose patrones en cada una de estas tipologías.

- Finalmente, con los aprendizajes obtenidos, el aporte más importante de la investigación ha sido poder generar unas claras recomendaciones sobre un modelo de concesión que sea aplicable para expansiones de la red de metro, y que se ha hecho un caso práctico sobre las posibles futuras líneas del metro de la ciudad de Quito, Ecuador.

### **7.3 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

Al realizar este estudio se encontró que se puede profundizar en las siguientes líneas de investigación:

- Se puede profundizar en el conocimiento de las relaciones entre los grados de libertad y la experiencia, con los modelos greenfield y brownfield, encontrándose un punto óptimo entre estas variables.
- La investigación analizó los modelos de financiamiento presentes en la actualidad para los sistemas de metro de América Latina, por lo que se sugiere que una futura investigación podría evaluar modelos de financiamiento en países del primer mundo de Europa, Norte América y Asia, así como en países en vías de desarrollo de África y Asia.
- De la misma forma, el estudio revisó todos los casos de concesiones en América Latina, con lo que se podría hacer el mismo ejercicio para otras regiones del planeta y las diferencias en las aplicaciones de los modelos EOT frente a los DFBOT
- Finalmente, se puede hacer una investigación con factores que caracterizan a los sistemas de metro en Asia, Europa y América del Norte, al tiempo que se evalúen los modelos de gestión y operación en los mismos.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

Abd Karim, N. A. (2011). Risk Allocation in Public Private Partnership (PPP) Project: A Review on Risk Factors. *International Journal of Sustainable Construction Engineering & Technology*, 2(2), 8–16.

<https://publisher.uthm.edu.my/ojs/index.php/IJSCET/article/view/344/239>

Abdenur, A. E., & Marcondes de Souza Neto, D. (2013). Cooperación china en América Latina. Las implicaciones de la asistencia para el desarrollo. *Íconos Revista de Ciencias Sociales*, 17(47). [www.flacsoandes.edu.ec](http://www.flacsoandes.edu.ec)

ALAMYS. (2013). Comité de gestión indicadores económicos 2010 - 2012. In *18va. Reunión Intermedia de los Comités Técnicos*.

ALAMYS. (2014). *Comités de Gestión y Operación. Propuesta sobre los Indicadores Económicos 2013*. <http://slideplayer.es/slide/3290817/>

Alternate Concepts, I. (2020). *Rail Services - Tren Urbano Systems*.

<http://www.acitransportation.com/services-rail.html>

Alternate Concepts Inc. (2017). *Rail Services | Alternate Concepts, Inc - Transit Management Systems*. <http://acitransportation.com/services-rail.html>

Alternate Concepts Inc. (2022). *Rail Services | Tren Urbano Systems*.

<https://acitransportation.com/services-rail.html#>

Amos, P. (2004). *Public and Private Sector Roles in the Supply of Transport Infrastructure and Services. Operational Guidance for World Bank Staff*.

<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/17409/33897a10ENGLISH0tp111pp1roles.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ardila-Gomez, A., & Ortegon-Sanchez, A. (2015). *Sustainable Urban Transport Financing from the Sidewalk to the Subway: Capital, Operations, and Maintenance Finance*. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/23521>

Arias, J. F. (2015). *Metodología para el proceso de evaluación de alternativas de sistemas de transporte público* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8435/TESIS\\_JFA\\_PUCE150409\\_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8435/TESIS_JFA_PUCE150409_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Autoridad de Transporte Urbano para Lima y Callao. (n.d.). *Metro de Lima y Callao*. Retrieved October 22, 2022, from <https://portal.atu.gob.pe/metro-de-lima-y-callao/>

Azienda Trasporti Milanesi. (2015). *Bilancio 2015*. [https://www.atm.it/it/IlGruppo/ComeLavoriamo/Documents/archivio%202015/BILANCIO%202015%20\\_%20ATM%20SERVIZI%20SpA.pdf](https://www.atm.it/it/IlGruppo/ComeLavoriamo/Documents/archivio%202015/BILANCIO%202015%20_%20ATM%20SERVIZI%20SpA.pdf)

Banco Central del Ecuador. (2022). *La economía ecuatoriana se desaceleró por las paralizaciones de junio de 2022*. <https://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/1519-la-economia-ecuatoriana-se-desacelero-por-las-paralizaciones-de-junio-de-2022>

Banco Interamericano de Desarrollo. (2015). *Brasil 2011-2014 Evaluación del Programa de País*. <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7252/Evaluacion-del-Programa-de-Pais-Brasil-2011-2014.pdf?sequence=2>

Banco Mundial. (2002). 3. TRANSPORTE URBANO Y REDUCCIÓN DE LA POBREZA. In *Ciudades en Movimiento: Revisión de la Estrategia de Transporte Urbano del Banco Mundial*.

BBC News. (2019). *Crisis en Venezuela: cómo se deterioró el metro de Caracas, que fue uno de los subterráneos más modernos de América Latina - BBC News Mundo*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-48441194>

- Berrone, P., Fageda, X., Llumà, C., Ricart, J. E., Rodríguez, M., Salvador, J., & Trillas, F. (2018). *Asociación Público-Privada en América Latina. Guía para Gobiernos Regionales y Locales*. CAF. <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1179>
- Brage-Ardao, R., Graham, D. J., & Anderson, R. J. (2015). Determinants of rolling stock maintenance cost in metros. *Journal of Rail and Rapid Transit*, 230(6). <https://doi.org/10.1177/0954409715614047>
- Brandão, L. E., Bastian-Pinto, C., Gomes, L. L., & Labes, M. (2012). Government Supports in Public–Private Partnership Contracts: Metro Line 4 of the São Paulo Subway System. *Journal of Infrastructure Systems*, 18(3), 218–225. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IS.1943-555X.0000095](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000095)
- BVG. (2016). *Berlin Geschäftsbericht 2015 - 2016*. <http://unternehmen.bvg.de/index.php?section=downloads&download=2517>
- Caballero Rey, Á. (2015). *Transporte Urbano Sostenible De la financiación tradicional a la financiación innovadora*. <https://www.aate.gob.pe/wp-content/uploads/2015/12/Financiación-Innovadora-Álvaro-Cabellero-Santiago-de-Chile.pdf>
- Calderón Alcas, R. (2005). *La banca de desarrollo en América Latina y el Caribe. Serie: Financiamiento del Desarrollo, CEPAL*. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5138/S054250\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5138/S054250_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Canal Globovision. (2018). *Alcalde de Maracaibo: El problema eléctrico en Zulia es multifuncional y no podemos ocultarlo*. <https://globovision.com/article/alcalde-de-maracaibo-el-problema-electrico-en-zulia-es-multifuncional-y-no-podemos-ocultarlo>
- Cantarelli, C. C., Flyvbjerg, B., Molin, E. J. E., & van Wee, B. (2010). Cost Overruns in Large-scale Transportation Infrastructure Projects: Explanations and Their Theoretical Embeddedness. *EJTIR Issue*, 10(1), 5–18. [www.ejtir.tbm.tudelft.nl](http://www.ejtir.tbm.tudelft.nl)

- Carmona, M. (2010). The regulatory function in public-private partnerships for the provision of transport infrastructure. *Research in Transportation Economics*, 30, 110–125. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2010.10.012>
- Carpintero, S., & Petersen, O. H. (2015). Bundling and Unbundling in Public-Private Partnerships: Implications for Risk Sharing in Urban Transport Projects. *Project Management Journal*, 46(4), 35–46. <https://doi.org/10.1002/pmj.21508>
- Cervero, R., & Murakami, J. (2009). Rail and Property Development in Hong Kong: Experiences and Extensions. *Urban Studies Journal*, 46, 2019–2043. <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0042098009339431>
- Chagas, A. (2009). *A chegada dos trens | Metrô de Salvador*. <http://vfco.brazilia.jor.br/Trens-Urbanos/Metro-Salvador/2009-01-19-Chegada-Trens.shtml>
- Chen, J., & Fang, J. (2011). On the Public Private Partnership Financing Strategies of Urban Rail Transit. *Advances in Civil Engineering*. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.255-260.4095>
- Cieza Montenegro, D. (2019). *Ejecución del proyecto ferroviario Línea 2 del Metro de Lima y Callao* [Universidad César Vallejo]. [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/30017/Cieza\\_MD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/30017/Cieza_MD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cinco Días El País. (2020, October). *Acciona obtiene en firme la mayor concesión de su historia: la línea 6 del metro de Sao Paulo | Compañías | Cinco Días*. [https://cincodias.elpais.com/cincodias/2020/10/05/companias/1601918522\\_363692.html](https://cincodias.elpais.com/cincodias/2020/10/05/companias/1601918522_363692.html)
- Clemente, J. (2013, October). Situación actual de los metros y ferrocarriles de América Latina. *Boletín FAL - Facilitación Del Transporte y El Comercio En América Latina y El Caribe*, 16. [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36138/FAL\\_326\\_es.pdf;jsessionid=420BCF793FBA3E6DA89C80223E3D9BC4?sequence=1](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36138/FAL_326_es.pdf;jsessionid=420BCF793FBA3E6DA89C80223E3D9BC4?sequence=1)

- CMCP. (2012). *Controlando e Avaliando a Qualidade No serviço Prestado Pela Concessionaria*. <https://docplayer.com.br/73095788-Comissao-de-monitoramento-das-concessoes-e-permissoes-da-secretaria-dos-transportes-metropolitanos-de-sao-paulo.html>
- Collet, L. (2013). *CCR faz lance de R\$ 127,6 mi por metrô de Salvador | Exame*. <https://exame.com/negocios/ccr-faz-lance-de-r-127-6-mi-por-metro-de-salvador-2/>
- Companhia Brasileira de Trens Urbanos. (2018). *Relatório de Gestão 2018 Companhia Brasileira de Trens Urbanos - CBTU*. <https://www.cbtu.gov.br/images/gaplo/gestaoanual/gestao2018.pdf>
- Companhia do Metropolitano do Distrito Federal - Metro DF. (2016). *Relatorio de Atividades da Administracao*. <http://www.metro.df.gov.br/wp-content/uploads/2017/11/1.-Relatório-de-Atividades-da-Administração-2016.pdf>
- Cosio, J. (2011). Los proyectos y los planes de negocios. *PERSPECTIVAS*, 27, 23–45. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=425941231003>
- CREC. (2015). *China Railway Group Limited - Profile*. <http://www.crecg.com/english/2687/2716/3831/index.html>
- CRTM. (2015). *Informe Anual 2015*. [http://www.crtm.es/media/494476/informe\\_anual.pdf](http://www.crtm.es/media/494476/informe_anual.pdf)
- de Mello, L. R. (2001). Fiscal Decentralization and Borrowing Costs: The Case of Local Governments. *Public Finance Review*, 29(2), 108–138. <https://doi.org/10.1177/109114210102900202>
- de Oliveira Ferreira, Z. M. (2002). La financiación de las infraestructuras de transporte público en Rio de Janeiro. *Primer Seminario Internacional Promoteo*. [http://www.centroubal.com/sicat2/documentos/81\\_200832262\\_R8P2-01A-dt4-spa3.pdf](http://www.centroubal.com/sicat2/documentos/81_200832262_R8P2-01A-dt4-spa3.pdf)
- Delhi Metro Rail Corporation Limited. (2016). *Delhi Metro Annual Report 2015-2016*. <http://www.delhimetrorail.com/OtherDocuments/DMRCAEnglhYear20156.pdf>

- Delhi Metro Rail Corporation Ltd. (2015). *Delhi Metro Annual Report 2014-2015*.  
[https://slidelegend.com/queue/annual-reports-2014-15-delhi-metro\\_59d262f61723ddbdf53c98.html](https://slidelegend.com/queue/annual-reports-2014-15-delhi-metro_59d262f61723ddbdf53c98.html)
- Departamento Nacional de Planeación. (1993). *Garantía de la Nación a Créditos para el Metro de Medellín*.  
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/CONPES/Econ%C3%B3micos/2640.pdf>
- Diario Crónica Uno. (2020). *Solo dos trenes del Metro de Valencia están operativos*.  
<https://cronica.uno/solo-dos-trenes-del-metro-de-valencia-estan-operativos-estaciones-muestran-senales-de-abandono/>
- Diário do Transporte. (2016). *Governo do Estado de São Paulo não descarta romper contrato de construção da linha 6 do Metrô*.  
<https://diariodotransporte.com.br/2016/09/28/governo-do-estado-de-sao-paulo-nao-descarta-romper-contrato-de-construcao-da-linha-6-do-metro/>
- Diario El Comercio. (2009). *'La vida sería complicada sin el metro'*.  
<https://www.elcomercio.com/actualidad/vida-seria-complicada-metro.html>
- Diario El Comercio. (2021). *'El Municipio no está apto para operar el Metro'*.  
<https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/municipio-aptoperar-metro-quito.html>
- Diario El Comercio. (2021b). *Quito, con troles eléctricos nuevos para 2022*.  
<https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/quito-troles-electricos-nuevos-2022.html>
- Diario El País. (2018). *Caracas, el Metro que funciona gratis porque no hay cómo cobrarlo | Internacional | EL PAÍS*.  
[https://elpais.com/internacional/2018/07/14/america/1531584679\\_602157.html](https://elpais.com/internacional/2018/07/14/america/1531584679_602157.html)
- Diario El Telégrafo. (2015). *Firma china ofrece un Metro barato*. 06/03/2015.  
<https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/quito/1/firma-china-ofrece-un-metro-barato>

- Diario El Universal. (2018). *Falla eléctrica causó avería en el Metro de Maracaibo*.  
<https://www.eluniversal.com/venezuela/26339/falla-electrica-causa-averia-en-el-metro-de-maracaibo>
- Diario El Universal. (2019). *El Metro de Caracas rozó el colapso durante el 2019*.  
<https://www.eluniversal.com/caracas/58553/el-metro-de-caracas-rozo-el-colapso-durante-el-2019>
- Diario Perú 21. (2018). *Metro de Lima: China muestra interés para invertir en líneas 3 y 4 | Economía | Peru21*. 28/08/2018. <https://peru21.pe/economia/metro-lima-china-muestra-interes-invertir-lineas-3-4-nndc-424030?href=tepuedeinteresar>
- Diccionario del español Jurídico - RAE. (2020). *Definición de concesión*. Diccionario Del Español Jurídico, Real Academia de La Lengua Española.  
<https://dej.rae.es/lema/concesión>
- Ding, J., Qin, Y., Jia, L., Zhu, S., & Yu, B. (2013). SOMS: A Subway Operation and Maintenance System Based on Planned Maintenance Model with Train State. *Journal of Intelligent Learning Systems and Applications*, 5, 195–202.  
<https://doi.org/10.4236/jilsa.2013.54021>
- Echeverry Garzón, J. C., Ortega López, J. R., Arteaga Arredondo, I. C., & Peñalosa Londoño, E. (2009). La conveniencia de un metro para Bogotá: Debate. In *Escuela de Gobierno Alberto Lleras. Universidad de los Andes*.  
<http://hdl.handle.net/1992/7564>
- el Tiempo. (2009, October 3). *Metro o TransMilenio, ¿cuál le conviene más a Bogotá?* - *Archivo Digital de Noticias de Colombia y el Mundo desde 1.990 - eltiempo.com*.  
<https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-6269888>
- el Vocero de Puerto Rico. (2019, November 29). *Urgente renovación para el Tren Urbano*. [https://www.elvocero.com/actualidad/urgente-renovaci-n-para-el-tren-urbano/article\\_82b06b0a-1245-11ea-9ead-4b476f711d0c.html](https://www.elvocero.com/actualidad/urgente-renovaci-n-para-el-tren-urbano/article_82b06b0a-1245-11ea-9ead-4b476f711d0c.html)
- Empresa Metro de Bogotá. (2020). *Proyecto Primera Línea del Metro de Bogotá*.  
<https://www.metrodebogota.gov.co/que-es-metro>

- Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito. (2020). *Metro de Quito - Licitaciones*.  
<https://www.metrodequito.gob.ec/el-proyecto/licitaciones/>
- Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito. (2022). *Informe de necesidad para contratación de operador ferroviario*.
- EPMTPQ. (2021). *Acta de Directorio\_EPMTPO\_004-2021*.
- Estache, A. (2010). *Infrastructure finance in developing countries: An overview* (No. 15; 2).
- ETMVA. (2013). *Informe Corporativo 2013 Metro de Medellin*.  
[https://www.metrodemedellin.gov.co/Portals/1/Images/Contenido/INFORMES-CORP/2013\\_informe-corporativo.pdf](https://www.metrodemedellin.gov.co/Portals/1/Images/Contenido/INFORMES-CORP/2013_informe-corporativo.pdf)
- European Commission. (2014). *Directive of the European Parliament and of the Council on the award of Concession Contracts – Frequently Asked Questions*.  
[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO\\_14\\_19](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_14_19)
- European Commission. (2016). *Concession contracts - partnerships between the public sector and a private company | Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs*. [https://ec.europa.eu/growth/single-market/public-procurement/rules-implementation/concessions\\_en](https://ec.europa.eu/growth/single-market/public-procurement/rules-implementation/concessions_en)
- Evening Standard. (2017). *TfL could make £322 million by monitoring mobile phone use on London Tube | London Evening Standard*.  
<https://www.standard.co.uk/news/transport/revealed-tfl-could-make-322-million-by-monitoring-mobile-phone-use-on-the-tube-a3646086.html>
- Extremiana Vázquez, I. (2010). *Gestión de riesgos en proyectos de túneles* [Universidad de la Rioja]. [https://biblioteca.unirioja.es/tfe\\_e/TFE000112.pdf](https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE000112.pdf)
- Faure, R., Prizzon, A., & Rogerson, A. (2015). *Multilateral development banks A short guide*. <https://www.shareweb.ch/site/Multilateral-Institutions/Documents/Short%20guide%20to%20multilateral%20development%20banks.pdf>

- FGV - Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana. (2014). *INFORME DE GESTIÓN, CUENTAS Y MEMORIA DE SOSTENIBILIDAD*.  
<https://www.fgv.es/memorias/memoria2014/files/assets/common/downloads/publication.pdf>
- Filbà, M., Salvany, J. M., Jubany, J., & Carrasco, L. (2016). Tunnel boring machine collision with an ancient boulder beach during the excavation of the Barcelona city subway L10 line: A case of adverse geology and resulting engineering solutions. *Engineering Geology*, 200, 31–46.  
<https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2015.11.010>
- Flyvbjerg, B. (2007). Cost Overruns and Demand Shortfalls in Urban Rail and Other Infrastructure. *Transportation Planning and Technology*, 30(1), 9–30.  
<https://doi.org/10.1080/03081060701207938>
- Flyvbjerg, B., Bruzelius, N., & van Wee, B. (2008). Comparison of Capital Costs per Route-Kilometre in Urban Rail. *EJTIR Issue*, 8(1), 17–30.  
[http://www.ejtir.tbm.tudelft.nl/issues/2008\\_01/pdf/2008\\_01\\_02.pdf](http://www.ejtir.tbm.tudelft.nl/issues/2008_01/pdf/2008_01_02.pdf)
- Flyvbjerg, B., Holm, M. K. S., & Buhl, S. L. (2005). How (In)accurate Are Demand Forecasts in Public Works Projects? The Case of Transportation. *Journal of the American Planning Association*, 71(2), 131–146.  
[https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/41001032/Traffic9.1PRINTJAPA.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1517461706&Signature=7Z8s9QOCeKr4KoaZy%2B2Y3T4aDUQ%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DHow\\_In\\_accurate\\_Are\\_Dema](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/41001032/Traffic9.1PRINTJAPA.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1517461706&Signature=7Z8s9QOCeKr4KoaZy%2B2Y3T4aDUQ%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DHow_In_accurate_Are_Dema)
- Flyvbjerg, B., Holm Skamris, M. K., & Buhl, S. L. (2004). Cost Overrun in Transport Infrastructure Projects. *Transport Review*, 24(1), 3–18.  
<https://doi.org/10.1080/0144164032000080494>
- Gago De Santos, M. P. (2014). *Colaboraciones público-privadas: procedimientos para minimizar sus costes de transacción* [Universidad Complutense de Madrid].  
<http://eprints.ucm.es/26457/1/T33286.pdf>

- Gallagher, K., Irwin, A., & Koleski, K. (2013). ¿Un mejor trato? Análisis comparativo de los préstamos chinos en América Latina. *Cuadernos de Trabajo Del Centro de Estudios China México - Universidad Nacional Autónoma de México*, 1. <http://www.economia.unam.mx/cechimex/cuadernosstrabajo.html>
- Garcia-Kilroy, C., & Rudolph, H. P. (2017). *Private Financing of Public Infrastructure through PPPs in Latin America and the Caribbean*. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/26406/114418-WP-LACRegionalInfrastructureFinanceReportFINALFINAL-PUBLIC.pdf?sequence=8&isAllowed=y>
- Gianturco, D. (2001). *Export Credit Agencies : The Unsung Giants of International Trade and Finances*. Greenwood Publishing Group. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlap/detail.action?docID=282739>
- Globo G1 Bahia. (2013). *Após impasse, Governo da Bahia assume metrô em obras há 13 anos - notícias em Bahia*. <https://g1.globo.com/bahia/noticia/2013/04/apos-impasse-governo-do-estado-vai-assumir-metro-de-salvador.html>
- Globo G1 Bahia. (2014). *Obra embargada do metrô de Salvador é liberada nesta sexta - notícias em Bahia*. <https://g1.globo.com/bahia/noticia/2014/05/obra-do-metro-embargada-na-ultima-semana-e-liberada-nesta-sexta-23.html>
- Gobierno del Perú - Gob.pe. (2021). *Riesgo de retraso en funcionamiento de la Etapa 1A de Línea 2 del Metro de Lima - Noticias - La Contraloría General de la República - Gobierno del Perú*. <https://www.gob.pe/institucion/contraloria/noticias/515129-riesgo-de-retraso-en-funcionamiento-de-la-etapa-1a-de-linea-2-del-metro-de-lima>
- Governo Do Estado de Sao Paulo - Transportes Metropolitanos. (2022). *Alianzas e Innovación – Departamento de Transporte Metropolitano*. [http://www.stm.sp.gov.br/?page\\_id=49](http://www.stm.sp.gov.br/?page_id=49)
- GTZ, & Wright, L. (2005). *Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-makers in Developing Cities Module 3a Mass Transit Options*.

[http://www.sutp.org/files/contents/documents/resources/A\\_Sourcebook/SB3\\_Transit-Walking-and-Cycling/GIZ\\_SUTP\\_SB3a\\_Mass-Transit-Options\\_EN.pdf](http://www.sutp.org/files/contents/documents/resources/A_Sourcebook/SB3_Transit-Walking-and-Cycling/GIZ_SUTP_SB3a_Mass-Transit-Options_EN.pdf)

Habitat, U. (2013). Metro, Light Rail and BRT. In *Planning and Design for Sustainable Urban Mobility* (p. 18). UN-Habitat. <https://unhabitat.org/wp-content/uploads/2013/06/GRHS.2013.03.pdf>

Hernández, A. C., García, A., & Jericó, P. (2011). *Operación de Trenes de Viajeros. Claves para la Gestión Avanzada del Ferrocarril. Parte I*. [https://www.vialibreffe.com/pdf/Operaci%C3%B3n\\_trenes\\_de\\_viajeros.pdf](https://www.vialibreffe.com/pdf/Operaci%C3%B3n_trenes_de_viajeros.pdf)

Hidalgo, D., & Graftieaux, P. (2008). Bus Rapid Transit Systems in Latin America and Asia. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*, 2072, 77–88. <https://doi.org/10.3141/2072-09>

Huici, R. (2015). Gestión ferroviaria. Experiencias y lecciones, estudio de casos. In Asociación Latinoamericana de Ferrocarriles - ALAF (Ed.), *Seminario internacional La gestión ferroviaria en América Latina: experiencias y lecciones* (p. 51). [http://www.alaf.int.ar/actividades\\_download/02\\_Huici.pdf](http://www.alaf.int.ar/actividades_download/02_Huici.pdf)

INECO. (2016). *Informe Anual 2016*. [https://informeanual2016.ineco.com/wp-content/uploads/2017/09/informe\\_anual\\_2016.pdf](https://informeanual2016.ineco.com/wp-content/uploads/2017/09/informe_anual_2016.pdf)

Instituto de Información Estadística y Geográfica. (2018). *Estadísticas de Transporte Urbano de Pasajeros 2015 - Marzo 2018*. [https://www.iiieg.gob.mx/contenido/SociedadGobierno/Presentacion\\_Estadisticas\\_Transporte\\_Urbano\\_Pasajeros-2015-marzo2018.pdf](https://www.iiieg.gob.mx/contenido/SociedadGobierno/Presentacion_Estadisticas_Transporte_Urbano_Pasajeros-2015-marzo2018.pdf)

International Monetary Fund. (2004). *Public-Private Partnerships*. <https://www.imf.org/external/np/fad/2004/pifp/eng/031204.pdf>

Invepar. (2022). *Release de Resultados 2T2022*. <https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/bd3db855-9f6e-4e32-83b7-672f92e2593b/37679a5a-25c8-1aa5-01b8-19540407573a?origin=1>

- Iossa, E., & Martimort, D. (2015). The Simple Microeconomics of Public-Private Partnerships. *Journal of Public Economic Theory*, 17(1), 4–48.  
<https://doi.org/10.1111/jpet.12114>
- Jácome, E. (2019). *La deuda del Metro pone un límite a la nueva Alcaldía - El Comercio*.  
<https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/jorge-yunda-deuda-metro-quito.html>
- Jett, A. (2019). Risk Mitigation and Sovereign Guarantees for Public Private Partnerships in Developing Economies. In A. Deep, J. Kim, & M. Lee (Eds.), *Realizing the Potential of Public–Private Partnerships to Advance Asia’s Infrastructure Development*. Asian Development Bank.  
[https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=fFmGDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT166&dq=%22investment+bank%22++credit+enhancement+guarantees&ots=-pu2r0McUK&sig=tU17hwK9kuRXhNk7BsZ2RbU7nNQ&redir\\_esc=y#v=onepage&q=%22investment%20bank%22%20%20credit%20enhancement%20guarantees&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=fFmGDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT166&dq=%22investment+bank%22++credit+enhancement+guarantees&ots=-pu2r0McUK&sig=tU17hwK9kuRXhNk7BsZ2RbU7nNQ&redir_esc=y#v=onepage&q=%22investment%20bank%22%20%20credit%20enhancement%20guarantees&f=false)
- Jorge Secall. (2014). La Línea 4 del Metro Sao Paulo. Primera APP ferroviaria en Brasil. *Seminario CAF APPs*, 33.  
[http://www.proinversion.gob.pe/RepositorioAPS/0/1/JER/SEMINARIO\\_CAF\\_PI/04\\_La\\_line\\_4\\_del\\_metro\\_de\\_Sao\\_Paulo.pdf](http://www.proinversion.gob.pe/RepositorioAPS/0/1/JER/SEMINARIO_CAF_PI/04_La_line_4_del_metro_de_Sao_Paulo.pdf)
- Jornal Correio Bahía. (2013). *Considerada capaz de operar el metro de Salvador, la compañía podría comenzar a construir el próximo mes - Jornal CORREIO | Notícias y opiniones que Bahía quiere saber*.  
<https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/considerada-apta-para-operar-metro-de-salvador-empresa-pode-assumir-obra-no-proximo-mes/>
- Junior, E., Aguiar, R., & Aragao, F. (2014). *Harald Zwetkoff - Entrevistas - Bahia Notícias*. <https://www.bahianoticias.com.br/entrevista/351-harald-zwetkoff.html>
- Ke, Y., Wang, S. Q., Chan, A. P. C., & Lam, P. T. I. (2010). Preferred risk allocation in China’s public-private partnership (PPP) projects. *International Journal of Project Management*, 28(5), 482–492. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2009.08.007>

- Kohon, J. (2010). *Lecciones sobre la asociación público-privada en la creación de una nueva línea de metro: El caso del metro de San Pablo* (Sector de Conocimiento y Aprendizaje). [https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/3840/NOTA FERRO METRO SAN PABLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/3840/NOTA_FERRO_METRO_SAN_PABLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- la Nueva España. (2011). *Feve y Ecuador sellan en El Berrón dos contratos por 21 millones de euros - La Nueva España*.  
<https://www.lne.es/asturias/2011/07/09/feve-ecuador-sellan-berron-contratos-21067766.html>
- la República. (2022). *Metro de Lima: ¿por qué hay retrasos en el funcionamiento de la línea 2?*. <https://larepublica.pe/sociedad/2022/06/15/metro-de-lima-por-que-hay-retrasos-en-el-funcionamiento-de-la-linea-2-mtc-atu-contraloria-callao-tren-electrico/>
- Leite, I., & Arcoverde, L. (2018). *Grupo brasileño asume 15% en concesión de Línea 6 del Metro y gobierno de SP admite nuevo retraso en obras | São Paulo | G1*. G1 Globo. <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/grupo-brasileiro-assume-15-na-concessao-da-linha-6-do-metro-e-governo-de-sp-admite-novo-atraso-nas-obras.ghtml>
- Lerner, J., & Alves, C. (2016). *“The best mobility solution for a city is for workers to live close to work” Architect and urbanist*.  
<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/be/article/viewFile/67707/65332>
- Línea Uno. (2019). *Línea 1 del Metro de Lima*.  
<https://www.lineauno.pe/noticias/comunicado-22/>
- López Corral, A. (2000). Infraestructuras y Presupuesto: Crisis del modelo de financiación presupuestaria. *Revista de Obras Públicas - CICCOP*, 3(400).  
[http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/2000/2000\\_julio-agosto\\_3400\\_06.pdf](http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/2000/2000_julio-agosto_3400_06.pdf)
- López Corral, A., Carpintero, S., & Sánchez Soliño, A. (2009). El sistema concesional en la financiación y gestión de infraestructuras y equipamientos públicos. *Claves de La Economía Mundial*, 1, 130–136.

<http://www2.caminos.upm.es/Departamentos/construccion/Economia/catedra/doc/corral-et-al.pdf>

López Corral, A., Sánchez Soliño, A., & Carpintero López, S. (2006). Las concesiones de Infraestructuras y equipamientos públicos en España. *Boletín Económico de ICE*, 2890, 37–48. [http://www.revistasice.info/cache/pdf/BICE\\_2890\\_37-48\\_\\_EF73A022F84A35D24C406C0D68B1AD59.pdf](http://www.revistasice.info/cache/pdf/BICE_2890_37-48__EF73A022F84A35D24C406C0D68B1AD59.pdf)

Mariluz, O., & Garcia Olano, E. (2016). *Trabas frenan avance de obras en Línea 2 del Metro de Lima | ECONOMIA | GESTIÓN*. Revista Gestión. <https://gestion.pe/economia/trabas-frenan-avance-obras-linea-2-metro-lima-119369-noticia/>

Melis Maynar, M. (2004). El colapso del túnel ferroviario por inestabilidad del frente en suelos y rocas blandas o muy diaclasadas. *Revista de Obras Públicas. Ciencia y Técnica de La Ingeniería Civil*, 3450, 33–64. [http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/2004/2004\\_diciembre\\_3450\\_02.pdf](http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/2004/2004_diciembre_3450_02.pdf)

Metro de Bogotá. (2022). *Información Primera Línea del Metro de Bogotá*. <https://www.metrodebogota.gov.co/informacion-plmb>

Metro de Lima. (2015). *Informe de Sostenibilidad 2015 Línea 1*. [https://www.lineauno.pe/wp-content/uploads/2019/06/Reporte-LINEA1-2015\\_ESP.pdf](https://www.lineauno.pe/wp-content/uploads/2019/06/Reporte-LINEA1-2015_ESP.pdf)

Metro de Madrid. (2007). *Plan de Ampliación de la Red de Metro de Madrid desde 1993 a 2007*. Metro de Madrid. <http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobtable=MungoBlobs&blobcol=urldata&blobkey=id&blobheadervalue1=filenameLAN+DE+AMPLIACION+RED+DE+METRO+2003-2007.pdf&blobwhere=1119147465901&blobheadername1=Content-Disposition&ssbinary=true&blobheader=application%2Fpdf>

Metro de Madrid. (2011a). *Estudios para el diseño conceptual del Sistema Integrado de Transporte Masivo de Quito y Factibilidad de la Primera Línea del Metro de Quito. E 2.14: Modelo de Movilidad y Demanda en el DMQ* (p. 162). Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas de Quito. EPMMOP.

Metro de Madrid. (2011b). *Estudios para el diseño conceptual del Sistema Integrado Masivo de Transporte Masivo de Quito y Factibilidad de la Primera Línea del Metro de Quito. E-3.6 Informe de Análisis y Propuesta del Modelo de Institucionalidad* (p. 114). Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas de Quito. EPMMOP.

Metro de Madrid. (2011c). *Estudios para el diseño conceptual del Sistema Integrado de Transporte Masivo de Quito y Factibilidad de la Primera Línea del Metro de Quito. E 2.17: Modelo de Integración Física*(p. 173) Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas de Quito. EPMMOP

Metro de Madrid. (2016). *Metro de Madrid pone en marcha un innovador sistema de publicidad dinámica en túnel | Metro de Madrid.*  
<https://www.metromadrid.es/es/nota-de-prensa/2016-10-10/metro-de-madrid-pone-en-marcha-un-innovador-sistema-de-publicidad-dinamica-en-tunel>

Metro de Madrid S.A. (2011). *Estudios para el diseño conceptual del Sistema de Transporte Masivo de Quito y Factibilidad de la Primera Línea del Metro de Quito. Entregable E-3.5 Estudio de Factibilidad Socio Económica.*

Metro de Madrid S.A. (2014). *Informe Anual de Gestión y RSC.*  
[https://www.metromadrid.es/export/sites/metro/comun/Portal\\_de\\_transparencia/Documentos/Informacion\\_economica/MEMORIAS/Informe\\_anual\\_2014.pdf](https://www.metromadrid.es/export/sites/metro/comun/Portal_de_transparencia/Documentos/Informacion_economica/MEMORIAS/Informe_anual_2014.pdf)

Metro de Medellín. (2014). *Tarifas 2015.*  
<https://www.metrodemedellin.gov.co/aldía/noticiasmetro/tarifas2015>

Metro de Medellín. (2022). *Metro de Medellín, Gobierno Corporativo - Socios.*  
<https://www.metrodemedellin.gov.co/quienes-somos/gobierno-corporativo/socios>

Metro de México. (2015a). *Cifras de operación.*  
<http://www.metro.cdmx.gob.mx/operacion/cifras-de-operacion>

- Metro de México. (2015b). *Indicadores de Operación 2015*.  
<http://metro.cdmx.gob.mx/operacion/mas-informacion/indicadores-de-operacion/indicadores-2015>
- Metro de Panamá. (n.d.). *Transparencia – El Metro de Panamá*. Retrieved May 28, 2020, from <https://www.elmetrodepanama.com/transparencia-3/>
- Metro de Panamá. (2010). *Contrato entre la República de Panamá y Consorcio Línea Uno compuesto por Constructora Norbeto Odebrecht y Fomento de Construcciones y Contratas para el Proyecto de Ingeniería de Diseño, Construcción de las Obras Civiles, Instalaciones Auxiliares de Línea y Estaciones, Suministro e Instalación del Sistema Integral Ferroviario que incluye el Material Rodante, y puesta en marcha del Sistema para la Línea 1 del Metro de Panamá*.  
<http://www.elmetrodepanama.com/wp-content/uploads/2015/07/CONTRATO-N%C2%BASMP-28-2010-PARA-AUTENTICAR.pdf>
- Metro de Panamá. (2017, June). *Parámetros – El Metro de Panamá*.  
<https://www.elmetrodepanama.com/parametros/>
- Metro de Panamá. (2018). *Ejecución Presupuestaria 2018*.  
<https://www.elmetrodepanama.com/wp-content/uploads/2019/01/MPSA-INFORME-DE-EJECUCION-PRESUPUESTARIA-INGRESOS-DICIEMBRE-2018.pdf>
- Metro de Quito. (2015). *Informe de la Titularización del proyecto PLMQ*.  
[https://www7.quito.gob.ec/mdmq\\_ordenanzas/Circulares/2017/012%20%20%20%20Informaci%C3%B3n%20Metro%20de%20Quito%20RC-002/LICITACION/97%20Anexo%20E%20INFORME%20TITULARIZACION.pdf](https://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Circulares/2017/012%20%20%20%20Informaci%C3%B3n%20Metro%20de%20Quito%20RC-002/LICITACION/97%20Anexo%20E%20INFORME%20TITULARIZACION.pdf)
- Metro de Quito. (2017). *Informe de Gestión 2016*.  
[https://www.metrodequito.gob.ec/images/leydetransparencia/2017/Febrero/m\)MECANISMOS\\_RENDICION\\_CUENTAS/LINKS/IGestion\\_2016\\_EPMMQ.pdf](https://www.metrodequito.gob.ec/images/leydetransparencia/2017/Febrero/m)MECANISMOS_RENDICION_CUENTAS/LINKS/IGestion_2016_EPMMQ.pdf)
- Metro de Quito. (2022a). *MetroNúmeros - Metro de Quito*.  
<https://metrodequito.gob.ec/metronumeros/>

Metro de Quito. (2022b). *Pliego procedimiento preparatorio contratación de operador ferroviario*. [https://metrodequito-my.sharepoint.com/personal/soporte\\_tics\\_metrodequito\\_gob\\_ec/\\_layouts/15/onedrive.aspx?ga=1&id=%2Fpersonal%2Fsoporte%5Ftics%5Fmetrodequito%5Fgob%5Ffec%2FDocuments%2FProc%25FOP%5FMETRO%5FLB%2FMETRO%5FPliego%20Procedimiento%20Preparatorio%5F1AGO2022%2Epdf&parent=%2Fpersonal%2Fsoporte%5Ftics%5Fmetrodequito%5Fgob%5Ffec%2FDocuments%2FProc%25FOP%5FMETRO%5FLB](https://metrodequito-my.sharepoint.com/personal/soporte_tics_metrodequito_gob_ec/_layouts/15/onedrive.aspx?ga=1&id=%2Fpersonal%2Fsoporte%5Ftics%5Fmetrodequito%5Fgob%5Ffec%2FDocuments%2FProc%25FOP%5FMETRO%5FLB%2FMETRO%5FPliego%20Procedimiento%20Preparatorio%5F1AGO2022%2Epdf&parent=%2Fpersonal%2Fsoporte%5Ftics%5Fmetrodequito%5Fgob%5Ffec%2FDocuments%2FProc%25FOP%5FMETRO%5FLB)

Metro de Quito. (2022c). *Términos de referencia para la provisión de servicios especializados para la operación del Metro de Quito: alcance, indicadores y medios de verificación*. [https://metrodequito-my.sharepoint.com/:w:/r/personal/soporte\\_tics\\_metrodequito\\_gob\\_ec/\\_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7B3D052D4F-1362-4390-A9E8-83951833192A%7D&file=Anexo%201TDR%20para%20la%20provisi%C3%B3n%20de%20servicios%20de%20operacion.docx&action=default&mobileredirect=true](https://metrodequito-my.sharepoint.com/:w:/r/personal/soporte_tics_metrodequito_gob_ec/_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7B3D052D4F-1362-4390-A9E8-83951833192A%7D&file=Anexo%201TDR%20para%20la%20provisi%C3%B3n%20de%20servicios%20de%20operacion.docx&action=default&mobileredirect=true)

Metro de Santiago. (2015a). *Memoria Anual 2015*. In *Memoria Anual*. <https://www.metroantiago.cl/files/documentos/memoria2015/memoria-anual-2015.pdf>

Metro de Santiago. (2015b). *Memoria Institucional 2014*. <https://www.metro.cl/documentos/memoria-institucional-2014.pdf>

Metro de Sao Paulo. (2015). *RELATÓRIO DE SUSTENTABILIDADE*. <https://transparencia.metrosp.com.br/sites/default/files/relatorio-sustentabilidade-2014.pdf>

Metro Rio. (2014). *História - Un novo momento*. [https://www.metrorio.com.br/Empresa/Historia?p\\_interna=3](https://www.metrorio.com.br/Empresa/Historia?p_interna=3)

Metro Sao Paulo. (2014). *Sustainability Report 2014*. <http://www.revistametrosp.com.br/relatoriosustentabilidade2014/en/>

- Metro Sao Paulo. (2021). *Relatorio Integrado 2021*.  
<https://governancacorporativa.metrosp.com.br/Documentos%20Compartilhados/RelatorioIntegradoMetro.pdf>
- Metro Valparaíso. (2015a). *Informe de Gestión a Dic 2015*. <https://www.metro-valparaiso.cl/wp-content/uploads/2016/01/IG-12-2015.pdf>
- Metro Valparaíso. (2015b). *Memoria Anual 2015*. [https://www.metro-valparaiso.cl/wp-content/uploads/2016/04/Memoria\\_MV\\_2015.pdf](https://www.metro-valparaiso.cl/wp-content/uploads/2016/04/Memoria_MV_2015.pdf)
- Metropolitan Transportation Authority - MTA. (2015). *Consolidated Financial Statements 2014. New York*.  
<http://web.mta.info/mta/budget/pdf/MTA%20Consolidated%20Financial%20Statements%202014-%20FINAL.pdf>
- MetroRio. (2009). *Metrô Rio Concessão*.  
<https://web.archive.org/web/20100125142801/http://www.metrorio.com.br/concessao.htm>
- Middleton, W. D. (2000). *Tren Urbano. San Juan's world-class metro*.  
[https://web.archive.org/web/20060314085923/http://www.railwayage.com/aug00/tren\\_urbano.html](https://web.archive.org/web/20060314085923/http://www.railwayage.com/aug00/tren_urbano.html)
- Ministério Público Federal - Procuradoria da República na Bahia. (2009). *Ejecutivos de contratistas son denunciados por fraude en licitación y formación de carteles - MPF*.  
<https://web.archive.org/web/20140407084232/http://www.prba.mpf.mp.br/mpf-noticias/patrimonio-publico-e-social/executivos-de-empreiteiras-sao-denunciados-por>
- Ministerio Público Federal Procuradoria da Republica na Bahia. (2009). *Executivos de empreiteiras são denunciados por fraude à licitação e formação de cartel — MPF*.  
<https://web.archive.org/web/20140407084232/http://www.prba.mpf.mp.br/mpf-noticias/patrimonio-publico-e-social/executivos-de-empreiteiras-sao-denunciados-por>

- Morejón, M. (2016). La teoría organizacional: análisis de su enfoque en una administración pública y su diferencia en una administración privada. *Revista Enfoques: Ciencia Política*, XIV(25), 127–143.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=96049292007>
- MTR. (2015). *MTR Hong Kong Annual Report 2015*.  
<http://www.mtr.com.hk/archive/corporate/en/investor/annual2015/EMTRAR2015F.pdf>
- Multilateral Investment Guarantee Agency - MIGA. (2003). *Regional Activities*.  
<https://www.miga.org/sites/default/files/archive/Documents/07activities.pdf>
- Municipio de Quito. (2016). *Convenio de Crédito Entre el Instituto de Crédito Oficial Actuando en Nombre y Representación del Gobierno de España y por Cuenta del Estado Español y el Ministerio de Finanzas de la República del Ecuador* (p. 34). Gobierno Abierto Municipio de Quito.  
[http://gobiernoabierto.quito.gob.ec/Archivos/Transparencia/2016/12diciembre/ANEXOS/DMF\\_CREDITO\\_FIEM\\_ICO.pdf](http://gobiernoabierto.quito.gob.ec/Archivos/Transparencia/2016/12diciembre/ANEXOS/DMF_CREDITO_FIEM_ICO.pdf)
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2017). *Contratos de créditos externos e internos firmados por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito* (Vol. 374).  
[http://gobiernoabierto.quito.gob.ec/Archivos/Transparencia/2017/07julio/I/LITERAL\\_L\\_CONTRATOS\\_DE\\_CREDITO\\_EXTERNOS\\_O\\_INTERNOS\\_JUL\\_2017.pdf](http://gobiernoabierto.quito.gob.ec/Archivos/Transparencia/2017/07julio/I/LITERAL_L_CONTRATOS_DE_CREDITO_EXTERNOS_O_INTERNOS_JUL_2017.pdf)
- Noticel. (2014). *Graves deficiencias en el servicio del Tren Urbano*.  
<https://www.noticel.com/ahora/20140302/graves-deficiencias-en-el-servicio-del-tren-urbano/>
- Observatorio de Movilidad Urbana - CAF. (2017). *Los resultados del compromiso de los Bancos Multilaterales de Desarrollo en transporte sostenible*.  
<https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2017/01/los-resultados-del-compromiso-de-los-bancos-multilaterales-de-desarrollo-en-transporte-sostenible/?parent=14062>
- OPRET. (2012). *Memorias Institucionales Año 2012. Oficina para el Reordenamiento del Transporte República Dominicana*. <http://opret.gob.do/Documentos/Plan>

Estratégico de la Institución/MEMORIAS OPRET 2012 ( Logros y Seguimientos).pdf

OPRET. (2015). *Memorias Institucionales 2015. Oficina para el Reordenamiento del Transporte República Dominicana.*

[http://www.opret.gob.do/Descargas/memorias OPRET 2015.pdf](http://www.opret.gob.do/Descargas/memorias%20OPRET%202015.pdf)

Ortega, A., de los Angeles Baeza, M., & Vassallo, J. M. (2016). Contractual PPPs for Transport Infrastructure in Spain: Lessons from the Economic Recession.

*Transport Reviews*, 36(2), 187–206.

<https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1076904>

Ortega Hortelano, A., Baeza Muñoz, M. de los Á., & Vassallo Magro, J. M. (2011).

Autopistas de peaje en los accesos a Madrid: ¿qué lecciones debemos aprender para el futuro? *Revista de Obras Públicas*, 3519, 41–50.

[http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/2011/2011\\_marzo\\_3519\\_04.pdf](http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/2011/2011_marzo_3519_04.pdf)

Ositran. (2014). *FICHA DE CONTRATO DE CONCESIÓN Concesionario: Sociedad*

*Concesionaria Metro de Lima Línea 2 S.A. Sistema eléctrico de transporte masivo de Lima y Callao Línea 2.* [https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-](https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2018/04/Ficha_2014_LINEA2021.pdf)

[content/uploads/2018/04/Ficha\\_2014\\_LINEA2021.pdf](https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2018/04/Ficha_2014_LINEA2021.pdf)

Ositran. (2017). *Informe de Desempeño 2016 Gerencia de Regulación y Estudios*

*Económicos.* [https://www.ositran.gob.pe/joomlatools-files/docman-](https://www.ositran.gob.pe/joomlatools-files/docman-files/RepositorioAPS/0/0/par/000001-TEMP/INFORMES/ID2016_LINEA1_GYM.pdf)

[files/RepositorioAPS/0/0/par/000001-TEMP/INFORMES/ID2016\\_LINEA1\\_GYM.pdf](https://www.ositran.gob.pe/joomlatools-files/docman-files/RepositorioAPS/0/0/par/000001-TEMP/INFORMES/ID2016_LINEA1_GYM.pdf)

Ositran. (2019). *Línea 2 del Metro de Lima y Callao registra un avance del 30% al cierre*

*del 2019 - Ositran .* [https://www.ositran.gob.pe/anterior/noticias/linea-2-registra-](https://www.ositran.gob.pe/anterior/noticias/linea-2-registra-avance-al-cierre-2019/)

[avance-al-cierre-2019/](https://www.ositran.gob.pe/anterior/noticias/linea-2-registra-avance-al-cierre-2019/)

Ositran. (2020). *Informe de Desempeño 2020 Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima Callao, Línea 1.*

[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1988050/id-2020-linea-1-](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1988050/id-2020-linea-1-metro.pdf)  
[metro.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1988050/id-2020-linea-1-metro.pdf)

- Panamericana TV. (2015). *Línea 1 del Metro de Lima cuenta con demanda de...*  
<https://panamericana.pe/locales/194457-linea-1-metro-lima-cuenta-demanda-pasajeros-prevista-2035>
- Pardo, C. F. (2009). *Los cambios en los sistemas integrados de transporte masivo en las principales ciudades de América Latina* (No. 229; Documento de Proyectos). CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/3641>
- Perrotti, D. E., & Rueda, M. V. (2015). *Avances y retos de los Sistemas Nacionales de Inversión Pública de América Latina. Resultados de la encuesta 2014* (p. 68). CEPAL - Naciones Unidas.  
[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37862/S1500113\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37862/S1500113_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Phang, S.-Y. (2007a). Urban rail transit PPPs: Survey and risk assessment of recent strategies. *Transport Policy*, 14, 214–231.  
<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.02.001>
- Phang, S.-Y. (2007b). Urban rail transit PPPs: Survey and risk assessment of recent strategies. *Transport Policy*, 14, 214–231.  
<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.02.001>
- Pinna, M. (2015). An Empirical Analysis of the Municipal Bond Market in Italy: Sovereign Risk and Sub-Sovereign Levels of Government. *Public Budgeting & Finance*, 35(3), 68–94. <https://doi.org/10.1111/pbaf.12061>
- Pizarro, A. (2013, July). Políticas integradas y sostenibles de movilidad: revisión y propuesta de un marco conceptual. *Boletín FAL - Facilitación Del Transporte y El Comercio En América Latina*, 9. <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/36168>
- Project Management Institute. (2013). *Fundamentos para la dirección de proyectos - Guía del PMBOK* (5ta. ed.). Project Management Institute PMI.
- Pulido, D. (2014). *Building Metros in Latin America: Not all projects are created equal, but they all need strong institutions | Transport for Development*. World Bank

Blogs. <http://blogs.worldbank.org/transport/building-metros-latin-america-not-all-projects-are-created-equal-they-all-need-strong-institutions>

Pulido, D. (2016). *Public Private Partnerships in Urban Rail. Recent Experiences in Latin America and Lessons Learned.*

Pulido, D., Darido, G., Munoz-Raskin, R., & Moody, J. (2018). *The Urban Rail Development Handbook* (World Bank, Ed.). World Bank.  
<https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1272-9>

Queiróz, L. (2001). Metrô de Salvador: um novo modelo de concessão de serviços de transporte ferroviário urbano. *Revista Dos Transportes Públicos - ANTP*, 23, 75–83.

Queiróz, L. N. (2001). Metrô de Salvador: um novo modelo de concessão de serviços de transporte ferroviário urbano. *Revista Dos Transportes Públicos - ANTP*, 23(2° trimestre). [http://files-server.antp.org.br/\\_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/01/10/4B8E5FC9-88B9-437D-B447-3EA102CCE4BB.pdf](http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/01/10/4B8E5FC9-88B9-437D-B447-3EA102CCE4BB.pdf)

Railway Gazette International. (1999). *Tren Urbano starts to take shape.*  
<https://www.railwaygazette.com/news/tren-urbano-starts-to-take-shape/30887.article>

Railway Technology. (n.d.). *Tren Urbano - Railway Technology.* Retrieved March 30, 2020, from <https://www.railway-technology.com/projects/tren/>

Railway Technology. (2000). *Tren Urbano* . <https://www.railway-technology.com/projects/tren/>

Railway Technology. (2018). *The benefits of bringing mobile connectivity to the London Underground.* <https://www.railway-technology.com/features/mobile-connectivity-london-underground/>

RATP. (2016). *Financial and CSR Report Attestation of the persons responsible for the annual report.* [https://www.ratp.fr/sites/default/files/2017-06/RATP\\_1703145\\_RA\\_FINANCIER\\_GB\\_MEL.pdf](https://www.ratp.fr/sites/default/files/2017-06/RATP_1703145_RA_FINANCIER_GB_MEL.pdf)

- Rebelo, J. (2006). The Buenos Aires Suburban Railways and Subway Concessions: Lessons Learned. *CODATU Conference, 12*, 1–9. <http://www.codatu.org/wp-content/uploads/The-buenos-Aires-suburban-railways-and-subway-concessions-lessons-learned-Jorge-Rebelo.pdf>
- Rebelo, J. M. (1999). Rail and Subway Concessions in Rio de Janeiro Designing contracts and bidding processes. *Viewpoint, 183*, 8. [https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/11486/multi\\_page.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/11486/multi_page.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Red Globo Bahia. (2013, April 5). *Después de un punto muerto, el Gobierno de Bahía se ha hecho cargo del metro en construcción durante 13 años - noticias en Bahía*. <http://g1.globo.com/bahia/noticia/2013/04/apos-impasse-governo-do-estado-vai-assumir-metro-de-salvador.html>
- Reddy, N. S., & Sharma, P. (2017). Why PPP Modeled Infrastructure Projects Failed: A Critical Review with a Special Focus on Road Sector. *International Journal of Advanced Engineering, 3*(4). <https://doi.org/10.24001/ijaems.3.4.8>
- Revesz, B. (2006). Gobernanza, procesos participativos y desarrollo territorial local 1. In FLACSOANDES (Ed.), *Congreso Internacional “Gobernabilidad y Gobernanza de los Territorios en América Latina”, Cochabamba, 19-21 septiembre 2006* (p. 20). FLACSO. <http://www.flacsoandes.edu.ec/web/imagesFTP/1245339828.CIPCA.pdf>
- Revista Gestión Perú. (2022). *Ositran: cerca de US\$ 300 millones se invertirán en infraestructuras ferroviarias y metros de Lima | RMMN | ECONOMIA | GESTIÓN*. <https://gestion.pe/economia/empresas/ositran-cerca-de-us-300-millones-se-invertiran-en-infraestructuras-ferroviarias-y-metros-de-lima-rmmn-noticia/>
- Revista Vía Libre. (2010, June 16). *El Tren Urbano de Puerto Rico adjudica su explotación a Alternate Concepts*. Vía Libre, La Revista Del Ferrocarril. <https://www.vialibre-ffe.com/noticias.asp?not=5563>
- Rouboutsos, A., & Pantelias, A. (2015). Allocating Revenue Risk in Transport Infrastructure Public Private Partnership Projects: How it Matters. *Transport Reviews, 35*(2), 183–203. <https://doi.org/10.1080/01441647.2014.988306>

- Russo, R. (2016). *Sin fondos, consorcio paraliza la "línea universitaria" del metro SP - 05/09/2016 - La Vida Cotidiana - Folha de S.Paulo*. Folha Do S. Paulo.  
<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2016/09/1810499-sem-recursos-consorcio-suspende-obras-da-linha-6-laranja-do-metro.shtml>
- Sagasti, F., & Prada, F. (2002). *La banca multilateral de desarrollo en América Latina*.  
[https://digitallibrary.un.org/record/470006/files/%5BE\\_%5DLC\\_L.1731-P-ES.pdf](https://digitallibrary.un.org/record/470006/files/%5BE_%5DLC_L.1731-P-ES.pdf)
- San Francisco Bay Area Rapid Transit District. (2015). *Annual Financial Report 2014-2015 BART*.  
<https://www.bart.gov/sites/default/files/docs/FY15AuditedFinancialReport.pdf>
- Santana de Paula, A., Eziwatanabe, E., & Casadei, E. (2015). *Parceria Público-Privada Linha 4 Amarela Expectativas e Resultados Semana de Tecnologia Metroferroviaria - AEAMESP 21ª*. . <https://docplayer.com.br/60493620-Aeamesp-21a-parceria-publico-privada-linha-4-amarela-expectativas-e-resultados-semana-de-tecnologia-metroferroviaria.html>
- Santana, E. (2013). *Presidente Dilma Rousseff participa de assinatura de contrato de metrô - notícias em Bahia*. Globo G1 Bahia.  
<https://g1.globo.com/bahia/noticia/2013/10/presidente-dilma-assina-contrato-para-construcao-da-2-linha-do-metro.html>
- Secretaria da Fazenda do Estado de Bahia. (2014). *Anexo 4-Elementos de Referência de Projeto*.
- Secretaria de Desenvolvimento Urbano - Governo do Estado Bahia. (2020). *Metrô*.  
<http://www.sedur.ba.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=18>
- Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo. (2011). *Gobierno da giro estratégico al financiamiento del metro de Quito – Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo*. Noticias Senplades. <http://www.planificacion.gob.ec/gobierno-da-giro-estrategico-al-financiamiento-del-metro-de-quito-2/>
- SEPLAN Jalisco. (2020). *Monitoreo de Indicadores del Desarrollo de Jalisco: Viajeros Tren Urbano Guadalajara*.

<https://seplan.app.jalisco.gob.mx/mide/panelCiudadano/busqueda?dependencia=70>

SERCOP. (2014). *Régimen Especial Contratos Entre Entidades Públicas o Sus Subsidiarias - Manual de Usuario*.

*Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública*, (2018) (testimony of Servicio Nacional de Contratación Pública).

[https://portal.compraspublicas.gob.ec/sercop/cat\\_normativas/losncp](https://portal.compraspublicas.gob.ec/sercop/cat_normativas/losncp)

Shanghai Shentong Metro Group Corporation. (2015). *Metro de Shanghai Información básica 2015*. <http://www.shmetro.com/node70/node72/201607/con114687.htm>

Siemiatycki, M., & Friedman, J. (2012). The Trade-Offs of Transferring Demand Risk on Urban Transit Public– Private Partnerships. *Public Works Management & Policy*, 17(3), 283–302. <https://doi.org/10.1177/1087724X12436993>

Sistema de Transporte Colectivo. (2015). *Manual Administrativo Sistema de Transporte Colectivo - Metro de México*.

[http://metro.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Metro%20Acerca%20de/Manual%20administrativo/mastc\\_310516.pdf](http://metro.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Metro%20Acerca%20de/Manual%20administrativo/mastc_310516.pdf)

Sistema de Transporte Colectivo - STC. (2014). *Recopilación, análisis, emisión y de opiniones técnicas-jurídicas y elaboración de memorias documentales del inicio de la operación de la Línea 12 del Metro de México*.

<https://metro.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Informacion L12/Antecedentes Linea 12/Inicio de Operacion/Inicio de operacion de la Linea 12 1er entregable octubre14.pdf>

Sistema de Transporte Colectivo - STC. (2015). *Estados Financieros Metro de México*.

[http://data.metro.cdmx.gob.mx/transparencia/imagenes/fr19/edosfinanc15/edo actividades\\_dic15y14.pdf](http://data.metro.cdmx.gob.mx/transparencia/imagenes/fr19/edosfinanc15/edo actividades_dic15y14.pdf)

Sistema de Transporte Colectivo Metrorrey. (2016). *Informe Anual del 2016*.

[http://sgi.nl.gob.mx/Transparencia\\_2015/Archivos/METRORREY\\_0006\\_0001\\_2016\\_A00\\_000003.pdf](http://sgi.nl.gob.mx/Transparencia_2015/Archivos/METRORREY_0006_0001_2016_A00_000003.pdf)

- Sistema de Transporte Colectivo Metrorrey. (2018). *Situación Actual STC Metrorrey*.  
<http://amf.org.mx/wp-content/uploads/2018/02/MesadePasajeros/alamys/Ing.LorenzoAguilar-Metrorrey.pdf>
- Slipak, A. M. (2014). América Latina y China: ¿cooperación Sur-Sur o «Consenso de Beijing»? *Revista Nueva Sociedad*. [www.nuso.org](http://www.nuso.org)
- SMRT. (2015). *SMRT Annual Report 2015: Keeping Singapore Moving*.  
<https://www.smrt.com.sg/Portals/0/Announcement/2015/Annual%20Report%202015.pdf>
- Socorro, M. P. (2009). *Diseño de contratos y mecanismos de financiación en la evaluación de proyectos de transporte* (Evaluación Económica de Proyectos de Transporte). [www.evaluaciondeproyectos.es](http://www.evaluaciondeproyectos.es)
- SP Noticias. (2008). *Linha 6 chegará às vilas Nova Cachoeirinha e Brasilândia | Notícias | Portal do Governo do Estado de São Paulo*. Noticias SP.  
<https://web.archive.org/web/20160205111907/http://www.saopaulo.sp.gov.br/sptnoticias/lenoticia.php?id=101170>
- STM Metro de Montreal. (2014). *Rapport Annuel 2014 Conjuguer satisfaction de la clientèle et performance*.  
<http://www.stm.info/sites/default/files/pdf/fr/ra2014.pdf>
- Subte Buenos Aires. (2018). *Tarifas | SUBTE Buenos Aires*.  
<http://www.buenosaires.gob.ar/subte/tarifas-pases-y-abonos/tarifas>
- Taipei Rapid Transit Corporation. (2015). *Metro Taipei 2015 Annual Report*.  
<https://www-ws.gov.taipei/001/Upload/public/Attachment/69301631453.pdf>
- Tejerina, R. M. (2016). *Estructuración de Proyectos Ferroviarios. Proinversión Perú*.  
[https://www.proinversion.gob.pe/RepositorioAPS/0/1/EVE/TALLER\\_APP\\_8\\_NOV\\_2016/S10\\_Estructura\\_Proyectos\\_Ferrovianos.pdf](https://www.proinversion.gob.pe/RepositorioAPS/0/1/EVE/TALLER_APP_8_NOV_2016/S10_Estructura_Proyectos_Ferrovianos.pdf)
- Tena-Centeno, A., & Vassallo, J. M. (2010). INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURAS: CUANDO LO PÚBLICO Y LO PRIVADO SE DAN LA MANO . *Globalización*,

- Competitividad y Gobernabilidad de Georgetown/Universia*, 4(2).  
<https://doi.org/10.3232/GCG.2010.V4.N2.06>
- Transdev. (2022). *Transdev governance*. <https://www.transdev.com/en/our-group/who-leads-the-group/>
- Transport for London. (2013). *Annual Report and Statement of Accounts 2013/14*.  
<http://content.tfl.gov.uk/annual-report-2013-14.pdf>
- Transport for London. (2015). *Annual Report and Statement of Accounts 2014/15* .  
<http://content.tfl.gov.uk/annual-report-2014-15.pdf>
- Tribunal de Contas da União. (2013). *TCU constata superfaturamento de mais de R\$ 160 milhões nas obras de construção do metrô de Salvador*.  
[https://web.archive.org/web/20130202152459/http://portal2.tcu.gov.br/portal/page/portal/TCU/imprensa/noticias/detalhes\\_noticias?noticia=4531996](https://web.archive.org/web/20130202152459/http://portal2.tcu.gov.br/portal/page/portal/TCU/imprensa/noticias/detalhes_noticias?noticia=4531996)
- Tribunal de Contas Da Uniao. (2013, February 1). *TCU encuentra sobrefacturación*.  
[https://web.archive.org/web/20130202152459/http://portal2.tcu.gov.br/portal/page/portal/TCU/imprensa/noticias/detalhes\\_noticias?noticia=4531996](https://web.archive.org/web/20130202152459/http://portal2.tcu.gov.br/portal/page/portal/TCU/imprensa/noticias/detalhes_noticias?noticia=4531996)
- Turguttopbas, N. (2013). Export Credit Agency Activities in Developing Countries. *The International Trade Journal*, 27(3), 281–319.  
<https://doi.org/10.1080/08853908.2013.796842>
- Urban Transport Technology. (2006). *San Juan Tren Urbano Heavy Rail System, Puerto Rico*.  
<https://web.archive.org/web/20060316191902/http://www.urbantransport-technology.com/projects/sanjuan/>
- UrbanRail.net. (2020). *UrbanRail.Net: North & South American Subway and Light Rail Systems*. <http://www.urbanrail.net/am/america.htm>
- US Department of Transportation Federal Transit Administration. (2007). *THE PREDICTED AND ACTUAL IMPACTS OF NEW STARTS PROJECTS-2007 CAPITAL COST AND RIDERSHIP*.

[https://web.archive.org/web/20110520160109/http://www.fta.dot.gov/documents/NSPA2007\\_Final%281%29.pdf](https://web.archive.org/web/20110520160109/http://www.fta.dot.gov/documents/NSPA2007_Final%281%29.pdf)

Varela, T. (2008). *Serra promete iniciar Linha 6 do metrô em sua gestão; obra será entregue em 2012 - 25/03/2008 - Últimas Notícias.*

<https://noticias.uol.com.br/ultnot/2008/03/25/ult23u1568.jhtm>

Vassallo, J. M., & Izquierdo de Bartolomé, R. (2010). *Infraestructura Pública y Participación Privada: Conceptos y Experiencias en América y España* (CAF, Ed.).

<https://www.caf.com/media/3163/LibroinfraestructuraFINAL.pdf>

Velasquez Jara, A. (2018). Es necesario revisar el proyecto de la Línea 2 del Tren Eléctrico de Lima. *Perfiles de Ingeniería, XIV(14)*, 21–27.

[http://revistas.urp.edu.pe/index.php/Perfiles\\_Ingenieria/article/view/2368/2413](http://revistas.urp.edu.pe/index.php/Perfiles_Ingenieria/article/view/2368/2413)

Velásquez Jara, A. (2018). Es necesario revisar el proyecto de la línea 2 del tren eléctrico de Lima. *Perfiles de Ingeniería, 14(14)*, 21–27.

[https://doi.org/10.31381/PERFILES\\_INGENIERIA.V14I14.2368](https://doi.org/10.31381/PERFILES_INGENIERIA.V14I14.2368)

Vía Libre. (2010). *El Tren Urbano de Puerto Rico adjudica su explotación a Alternate Concepts.* <https://www.vialibre-ffe.com/noticias.asp?not=5563>

Vía Libre. (2016). *Suspendidas las obras de la Línea 6-Naranja de metro en Sao Paulo.*

Vía Libre. La Revista Del Ferrocarril. <https://www.vialibre-ffe.com/noticias.asp?not=20519>

Via Quatro. (2019). *ViaQuatro: inovação e conforto na Linha 4-Amarela - PDF Free Download.* <https://docplayer.com.br/141725872-Viaquatro-inovacao-e-conforto-na-linha-4-amarela.html>

ViaQuatro. (2022). *Sobre a ViaQuatro | ViaQuatro.* <https://www.viaquatro.com.br/a-via-quatro>

Wamuziri, S., & Jiang, M. (2008). Role of export credit agencies in PFI/PPP projects.

*Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Management, Procurement and Law, 161(4)*, 163–169. <https://doi.org/10.1680/mpal.2008.161.4.163>

Washington Metropolitan Area Transit Authority. (2014). *Annual Financial Report 2014 WMATA*.

[https://www.wmata.com/about/records/public\\_docs/upload/WMATA\\_14-FS\\_Final.pdf](https://www.wmata.com/about/records/public_docs/upload/WMATA_14-FS_Final.pdf)

Wojewnik-Filipkowska, A. (2012). Public private cooperation in sustainable city development - the case study of public-private partnership in railway station area regeneration project. *FIG Working Week 2012*, 15.

<http://ssrn.com/abstract=2167265>

World Bank. (2013). *Ecuador - Quito Metro Line One Project Data*.

<http://www.worldbank.org/en/news/loans-credits/2013/07/25/ecuador-quito-metro-line-one-project>

World Bank. (2017). *The World Bank Group - Annual Report 2017*.

<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/27986/9781464811197.pdf>

World Bank, African Development Bank, Asian Development Bank, CAF Development Bank of Latina America, European Investment Bank, & Inter-American Development Bank, I. D. B. (2013). *Progress Report (2012-2013) of the MDB Working Group on Sustainable Transport*.

[https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6853/Progress Report 2012-2013 of the MDB WGST FINAL .pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6853/Progress%20Report%202012-2013%20of%20the%20MDB%20WGST%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

World Bank, African Development Bank, Asian Development Bank, CAF Development Bank of Latina America, European Investment Bank, & Inter-American Development Bank, I. D. B. (2014). *Progress Report (2013-2014) of the MDB Working Group on Sustainable Transport*.

[https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6854/Progress Report 2013-2014 of the MDB WGST FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6854/Progress%20Report%202013-2014%20of%20the%20MDB%20WGST%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

World Bank, African Development Bank, Asian Development Bank, CAF Development Bank of Latina America, European Investment Bank, & Inter-American Development Bank, I. D. B. (2015). *Progress Report (2014-2015) of the MDB*

*Working Group on Sustainable Transport.*

<https://publications.iadb.org/handle/11319/7329>