



Situación actual de los metros y ferrocarriles de América Latina

Antecedentes

I. INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene por objeto destacar los aspectos relevantes en la situación de los sistemas de metro y ferrocarriles existentes y en proyecto en América Latina. Enmarcadas en el escenario actual, se intenta describir cuales son las tendencias actuales en materia de metros y ferrocarriles, describiendo la problemática que se presenta en muchos casos al materializar nuevos proyectos con instalación de infraestructuras costosas e importantes.

En la región existe una historia muy atractiva en cuanto a la concreción de sistemas de transporte guiados, primeramente en el siglo XIX con los ferrocarriles y luego a principios del siglo XX con los sistemas de metro, extendiéndose su aplicación en las ciudades de mayor crecimiento.

En la mayoría de los ejemplos disponibles en América Latina, nos encontramos con grandes ciudades que tienen serios problemas estructurales y de contaminación ambiental, debido al crecimiento sin una buena planificación urbana y del uso del suelo, así como la falta de procedimientos regulatorios.

El presente boletín FAL destaca el aporte de los sistemas de metros y ferrocarriles a la movilidad sostenible, describiendo algunos de los desafíos actuales y las alternativas técnicas.

El autor del presente número es Jorge Clemente, consultor de la Unidad de Servicios de Infraestructura de CEPAL. Para mayores antecedentes contactar a trans@cepal.org

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización.

Durante muchos años, Buenos Aires fue la pionera en la implementación del sistema de metro (subterráneo) y con el correr de los años se fueron incorporando el Distrito Federal en México, Caracas en Venezuela, Santiago de Chile, San Pablo y Rio de Janeiro en Brasil.

A partir de la instalación de sistemas de metro en estas ciudades que básicamente transcurrieron durante los años setenta y principios de los ochenta, las decisiones de construcción estuvieron acompañadas de los vaivenes políticos y económicos de la época. Según anécdotas de los profesionales que intervinieron en las construcciones de Río de Janeiro y San Pablo, dan cuenta de la competencia que se había producido entre ambas ciudades para ver quién lo construía primero, y dentro de los diferentes contextos algunas obras avanzaron a mayor velocidad que otras.

Luego, ya entrados en los finales de los ochenta y principios de los noventa, comienzan a integrarse sistemas de metro en otras ciudades con problemas de movilidad, Lima en Perú, Medellín en Colombia, Monterrey y Guadalajara en México.

Más recientemente comienzan a instalarse sistemas en otras ciudades con alto crecimiento demográfico, pero también con importantes problemas de movilidad como Valencia y Maracaibo en Venezuela, Valparaíso en Chile, Santo Domingo en República Dominicana, San Juan de Puerto Rico y en varias ciudades de Brasil como Recife, Fortaleza, Brasilia, Porto Alegre, etc.

En algunas ciudades ante la imposibilidad económica de implementar sistemas metro-ferroviarios, se optó por sistemas de BRT (*Bus Rapid Transit*) como Curitiba en Brasil, Bogotá en Colombia, los que han sido exitosos desde el momento de su implementación y sistemas de este estilo se han ido instrumentando en distintas ciudades de América Latina, no obstante, actualmente se están estudiando construir sistemas metro en ambas ciudades.

Como consecuencia de estas tendencias aparecieron las discusiones sobre cual sistema era mejor o cual más caro de construir, tema influenciado fuertemente también por los actores intervinientes en cada uno de los sectores.

Mientras se comenzaron a desarrollar las redes de metro se producía un efecto contrario en los Sistemas Ferroviarios, que fueron deteriorando o perdiendo diferentes servicios de pasajeros, cargas, etc., y produciéndose un gradual deterioro de las instalaciones fijas y el material rodante existente, por falta de inversiones de reposición y por un fuerte crecimiento del transporte por camión y buses.

Es importante mencionar que en ciudades más desarrolladas en el mundo se evalúan las diferentes alternativas a aplicar en el momento de proyectar un nuevo sistema de transporte, es por ello que encontramos ciudades que poseen buenas integraciones de diferentes modos de transporte, tales como buses, tranvías, LRT (*Light Railways Transport*), entre otros.

II. TENDENCIAS GLOBALES

Actualmente en la planificación de los sistemas de transporte para ciudades con importantes concentraciones demográficas, se tiende a considerar una serie de conceptos que intervienen

fuertemente en la mejora de la calidad de vida actual, pensando sobre todo, en las generaciones futuras. Entre los conceptos a destacar, se pueden mencionar los siguientes:

- ✓ **CONCENTRACIONES DEMOGRÁFICAS EN GRANDES CIUDADES**
Las grandes ciudades de la región son atractivas para los inmigrantes del interior de los países o en algunos casos de personas procedentes de países limítrofes que llegan con nuevas expectativas de vida en lo que respecta a posibilidades de empleo y bienestar para sus familias.
Esta situación tiende a agravar la problemática de las ciudades que crecen sin un plan de desarrollo adecuado y por consiguiente se agravan los problemas estructurales en materia de infraestructura y de transporte.
- ✓ **DEMANDA DE INFRAESTRUCTURA AMBIENTALMENTE AMIGABLE Y EDIFICIOS VERDES**
Hoy en día, en busca de una mejor calidad de vida en las ciudades, la instalación de nuevas infraestructuras va generalmente acompañada con una tendencia a que las mismas reduzcan la producción de contaminantes.
- ✓ **ESCASEZ DE AGUA, DEGRADACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE Y FENÓMENOS EXTREMOS FRECUENTES**
Una de las preocupaciones en las grandes ciudades son las dificultades que ven a futuro con la degradación del medio ambiente, asociada muchas veces a la falta de planificación y los fenómenos extremos frecuentes, como el cambio en el clima (períodos de grandes lluvias) han dejado al descubierto infraestructuras deficientes o insuficientes en muchas ciudades de la región.
- ✓ **INVERSIÓN EN TECNOLOGÍAS LIMPIAS Y ECONÓMICAS**
Actualmente se está incrementando cada vez más el uso de tecnologías limpias, por ejemplo en la generación de energía, o la utilización de vehículos híbridos o eléctricos, que con su desarrollo en el tiempo irán tornándose más económicas para su implementación masiva.
- ✓ **INCREMENTO DEL TIEMPO DE ESPARCIMIENTO, COMO RESULTADO DE NUEVOS PATRONES DE VIAJE Y NUEVOS CONCEPTOS DE HABITACIÓN**
La implementación de sistemas de transporte más eficientes, tipo metro, ferrocarril o BRT, permiten ahorros de tiempo de viaje de los usuarios y la posibilidad de generar nuevos conceptos de habitación (ciudades satélites) en las periferias de las grandes ciudades que con sistemas de transporte eficientes acercan a las personas a los centros de trabajo.
- ✓ **MEJORAR TIEMPOS DE VIAJE DE PRODUCTOS DE EXPORTACIÓN A PUERTOS**
Es sabido que los productos de exportación llegan mayormente a puerto por camión y trenes. Son muchos los puertos que han avanzado en tecnologías para la carga, descarga y acopio, pero no en todos los casos los accesos viales o ferroviarios son óptimos para la mejora de tiempo de viaje, tema que se traduce en mayores costos de transporte y menor competitividad.
- ✓ **DESCOMPRESIÓN DE REDES VIALES**

Los sistemas de transporte guiados como los metros o ferrocarriles, al mejorar su oferta de servicio capturan una mayor demanda de otros modos de transporte como el automóvil y el camión, descomprimiéndose por consiguiente las redes viales. Como resultado de la disminución de la cantidad de motores de combustión interna, se reducen las emisiones, de HC (hidrocarburos), CD (dióxido de carbono) y NOx (óxidos de nitrógeno).

III. SISTEMAS DE METRO

En la actualidad, en América Latina existen importantes redes de metro en operación, fundamentalmente en las ciudades de mayor concentración demográfica. Asimismo, se encuentran nuevos metros o en proyecto de implementación en ciudades que aún no contaban con este sistema, encontrando casos en que el proyecto avanza más rápido que otros, como consecuencia de la complejidad de la implementación o de la realidad económica de cada país. Entre los nuevos proyectos de metro en ejecución y que tienen distintos grados de avance, se pueden citar los casos de ciudad de Panamá, Bogotá y Quito.

Existen además, proyectos de ampliación en ejecución de las redes ya existentes en operación, como son principalmente los casos de Santiago, Lima, Buenos Aires y algunas ciudades de Brasil, etc. En otros casos, se están estudiando proyectos para incrementar las redes en servicio como son los casos de Monterrey, Santo Domingo, Medellín, etc.

Es interesante citar por ejemplo líneas recientes que se han habilitado como lo son la Línea 12 en México D.F., la Línea 4 en el metro de Sao Paulo y la Línea 2 del metro de Santo Domingo, ésta última es una de las más modernas en tecnología.

Son destacables los avances tecnológicos que se están incorporando en las nuevas líneas habilitadas y en construcción:

- ✓ Construcción de túneles con TBM (*Tunnel Boring Machine*) ó NATM (*New Austrian Tunneling Method*)
- ✓ Vías con fijaciones doblemente elásticas
- ✓ Línea de contacto: catenaria/tercer riel
- ✓ Sistemas de señales del tipo CBTC (*Communications-Based Train Control*)
- ✓ Conducción automática
- ✓ Puestos con centrales de operaciones
- ✓ Material rodante de última generación
- ✓ Incorporación de aire acondicionado en estaciones
- ✓ Información a pasajeros
- ✓ *Doors screen* (puertas de andén)

A. CIUDADES CON SISTEMAS DE METROS EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Figura 1
Ciudades con sistemas de metro en América Latina



Fuente: El autor.

A continuación se incorpora un relevamiento sobre lo que está sucediendo en los diferentes países. Véase Figura 1.

En **Argentina**, que posee la red de Buenos Aires pronto a cumplir 100 años de operación, ha sufrido en los últimos años un proceso de desinversión en la Red en operación, que se encuentra concesionada. Esa degradación de su infraestructura ha sido consecuencia de erróneas políticas públicas en materia de subsidios aplicadas por el Gobierno Nacional. Recientemente, el Gobierno Nacional ha transferido la concesión del servicio al Gobierno de la Ciudad, quien ha encarado un proceso de recuperación del servicio en operación con la necesaria inversión en recuperación de Material Rodante y la incorporación de Trenes adicionales para poder mejorar la oferta de servicios.

Asimismo, se continúan habilitando nuevos tramos al servicio de pasajeros en las Líneas B, H y A en función del ingreso de nuevas formaciones de trenes y si bien las obras civiles de la extensión de la Línea E a Retiro, se encuentran muy adelantadas, es necesario encarar la compra del equipamiento electromecánico para que pueda operar y pueda actuar como descongestionante de la Línea C en la zona central de la ciudad.

En **Brasil**, se ha convertido en el país de mayor cantidad de ciudades con sistemas de metro, entre las que destacan, las tradicionales Sao Paulo y Rio de Janeiro, pero se han incorporado ciudades

del interior que en algunos casos han comenzado a operar ramales de la empresa CBTU en sectores urbanos, dándoles la identidad de metro. Entre las ciudades que se han incorporado o están por incorporar sistemas de transporte del tipo metro, destacan:

- ✓ **Fortaleza**, que actualmente tiene la Línea Sur y Oeste en operación, teniendo en estudio otras para la expansión de la red.
- ✓ **Recife**, operando en la actualidad dos líneas.
- ✓ **Belo Horizonte**, una línea en operación y dos en proyecto
- ✓ **Brasilia**, cuenta con dos líneas nuevas en operación desde 2001.
- ✓ **Salvador**, tendrá dos nuevas líneas que comenzaran a operar en 2014 y probablemente por un sistema BOT.
- ✓ **Curitiba**, está en estudio construir la primera línea.
- ✓ **Porto Alegre**, una sola línea en operación.
- ✓ **Sao Paulo**, tiene en operación 5 líneas, entre ellas la primera con conducción Driver Lees en América Latina y se encuentra integrado al Sistema CPTM (Compañía Paulista de Trenes Metropolitanos).
- ✓ **Rio de Janeiro**, actualmente con dos líneas en operación y con proyectos de incorporar nuevas líneas.

En **Chile**, cuenta con dos ciudades que tienen actualmente un sistema de metro:

- ✓ **Santiago**, con el **Metro de Santiago** en los últimos años ha habido un proceso de expansión del sistema, incorporando nuevas líneas (línea 4) y extendiendo líneas existentes (1, 2 y 5), trabajando permanentemente en un *upgrade* tecnológico en pos de brindar un mejor servicio en las horas punta. Además, se están construyendo las Líneas 3 y 6, que por el grado de tecnología que se incorporará dejará posicionada a la Empresa entre las líderes a nivel global.
- ✓ **Valparaíso**, con el **Merval (Metro de Valparaíso)**, se encuentra actualmente en un proceso de incorporación de trenes adicionales, a los efectos de mejorar su oferta de servicio.

Perú, en los últimos años ha retomado el proyecto del **Tren Eléctrico de Lima**, habiendo ya habilitado al servicio la etapa 1 del proyecto. La etapa 2 se encuentra en proceso de construcción, esperando ser habilitada en 2014. Hay en estudio un plan de ampliación con otras etapas para optimizar la red de transporte.

Ecuador, Quito no se ha quedado atrás en esta moda de contar con un metro, ha efectuado los estudios para la construcción de la primera línea y ha iniciado la construcción durante este año 2013.

Colombia, cuenta con un sistema en operación y otro en la fase de ingeniería.

- ✓ **Medellín** ha sido la primera ciudad del país en contar con metro, logrando trascender como una empresa muy profesional, agregando alimentadores a una de sus cabeceras como el denominado Metro Cable, además tiene en estudio incorporar nuevas líneas alimentadoras de tranvía.
- ✓ **Bogotá**, luego del éxito que tuvo el Sistema de Transporte de BRT “Transmilenio”, se está llevando a cabo un proceso de estudios e ingenierías para construir el Metro de Bogotá.

Panamá, está inmerso desde hace un par de años en la construcción de su primera línea de metro, esperándose inaugurarla en 2014.

Venezuela, tres ciudades cuentan con sistemas de metro:

- ✓ **Caracas**, tiene actualmente tres líneas en operación y una de ellas conecta al Metro los Teques, estando integrada además con la red de buses.
- ✓ **Valencia**, solamente tiene en operación una etapa de la línea 1 con 4,7 km, restando construirse las etapas 2 y 3 de la misma línea y además tiene prevista la construcción de una segunda línea.
- ✓ **Maracaibo**, solamente tiene en operación una etapa de la línea 1 con 6,5 km habilitados al servicio, restando construirse las etapas siguientes y teniendo prevista la construcción de una segunda línea.

México, tres ciudades cuentan con sistemas de metro:

- ✓ **México, D.F.**, tiene actualmente doce líneas en operación y en la actualidad es una de las redes que transporta mayor cantidad de pasajeros en forma global, además de ser como red la más compacta de la región. Por su configuración, tiene la particularidad de que sus líneas son bidireccionales en las horas punta.
- ✓ **Guadalajara**, se lo conoce como el Tren Ligero de Guadalajara y solamente tiene en operación dos líneas y en proyecto de construcción hay una tercera.
- ✓ **Monterrey**, solamente tiene en operación dos líneas y en estudio de construcción una tercera.

República Dominicana, el Metro de Santo Domingo es una de las redes más nuevas en operación en América Latina y la red más extensa del Caribe y Centroamérica. Se encuentra en operación la Línea 1 que es mayormente un viaducto, y un importante sector de la línea 2 que es soterrada. Estando en estudio la construcción de una tercera línea.

Puerto Rico, el Tren Urbano de San Juan, tiene la particularidad de estar operado y mantenido por el mismo grupo constructor, posee hasta el momento una sola línea en operación y se encuentra integrado al servicio de buses.

IV. METROS LIGEROS

Las redes de metro ligero influyen de manera significativa en el desarrollo sostenible de las áreas metropolitanas. Estructuran el territorio, potenciando y ordenando el crecimiento en su ámbito de influencia y reforzando la percepción de los puntos estratégicos de la ciudad. Son, de modo simultáneo, motor y marco para la generación y el soporte de la actividad económica y de los servicios.

La construcción de un nuevo sistema de metro ligero supone la reintroducción de los modos ferroviarios urbanos, que en muchas ciudades desaparecieron en los años sesenta al desmantelarse los sistemas de tranvías. Se ha discutido por mucho tiempo la conveniencia de desarrollar la planificación, construcción y puesta en marcha de sistemas amigables con el medio

ambiente y de menor impacto urbano y es por ello que ha surgido la tendencia global y de gran aceptación con la instalación de metros ligeros. Actualmente los metros ligeros se han convertido en un símbolo de modernidad, y en cascos urbanos consolidados, ha permitido impulsar la calidad urbanística y de vida de la ciudad.

Los metros ligeros (o tranvías modernos) proporcionan elevada seguridad de funcionamiento y eficiencia, una movilidad más sostenible, incrementan el atractivo urbano y suburbano y se adaptan a las distintas condiciones urbanas con los cada día más diversos patrones de movilidad. Generan, en definitiva, una solución de transporte alineada con las tendencias de estilo de vida actual, con el crecimiento de las ciudades, el aumento del transporte automotor colectivo e individual, el consiguiente aumento de la congestión y de la contaminación que afectan la calidad de vida de la población.

Por otro lado, presentan diseños y modelos industriales con visión de futuro, que también se adaptan a los requerimientos actuales de las ciudades. Asimismo, otro punto vital es que pueden integrarse sin inconvenientes a las redes de transporte existentes, sin requerir en consecuencia complejas y costosas obras de infraestructura.

Muchas ciudades europeas están avanzando en la incorporación de metros ligeros. Al mismo tiempo, en distintas ciudades de América Latina, donde no es razonable realizar inversiones mucho más costosas como los nuevos sistemas de metros, se estudia la posibilidad de implementar metros ligeros.

V. SISTEMAS DE FERROCARRILES

Es interesante saber que existe una ola reactivadora de las distintas redes de ferrocarriles, luego que años atrás prácticamente en muchos países la actividad se había paralizado casi en su totalidad.

Hoy en día en los distintos países se han dado cuenta que para ser competitivos en la exportación de sus productos regionales, deben mejorar la estructura de costos de transporte interior, y por lo tanto la reactivación ferroviaria justifica los planes de inversión que se están llevando a cabo.

En cuanto al transporte de pasajeros, los ferrocarriles suburbanos pasan a ser prioritarios en las grandes ciudades, como brazo alimentador de las redes de metro, a efectos de poder descomprimir el uso del automóvil en largos recorridos y optimizar los impactos ambientales que genera la motorización individual. Además, en la mayoría de las ciudades no se dispone de espacios físicos para poder incrementar la capacidad de la vialidad y en la mayoría de los casos existen zonas de vía de ferrocarril aún libres, salvo casos puntuales donde han sido intrusadas.

En **Argentina**, se están llevando a cabo planes de modernización en la red de cargas del Ferrocarril Belgrano y en la de pasajeros suburbanos e interurbanos en los ramales más demandantes.

En el caso de suburbanos y a partir de algunos accidentes con víctimas fatales, se han iniciado inversiones para elevar el nivel de seguridad. Fundamentalmente se están realizando mejoramientos y renovaciones de vía, incorporación de trenes nuevos comprados a China, elevando los sistemas de seguridad de los sistemas de señales y proyectando la renovación de los mismos en los próximos años.

Entre las obras en marcha se encuentran la renovación de vías en el ferrocarril Belgrano Cargas. El inminente inicio de la renovación de vías de Buenos Aires-Rosario, también de Buenos Aires-Mar del Plata y la incorporación de nuevos trenes para las líneas de ferrocarriles San Martín, Mitre, Sarmiento, Roca. Mejoras en la seguridad del señalamiento de las Líneas Mitre y Sarmiento, y su aplicación a otras líneas.

En cuanto a Proyectos Privados se sigue trabajando en la concreción del ferrocarril Bioceánico Central.

Brasil, impulsado por su crecimiento económico, además de la realización del Mundial de fútbol 2014 y las olimpiadas de 2016, ha gestionado una serie de proyectos de infraestructura ferroviaria, entre los que se destaca en materia de pasajeros interurbanos, el tren de alta velocidad Río de Janeiro-São Paulo, proyecto que seguramente tendrá mucha aceptación cuando esté habilitado. Esto se debe a que el puente aéreo entre ambas ciudades por momentos se encuentra saturado.

De los diez ferrocarriles de carga más activos en la región, seis corresponden a empresas que operan en Brasil. Anualmente se transportan cargas del orden de los 475 millones de toneladas al año, sobre una red de vías de 30,000 kilómetros. Particularmente en Brasil hay mucho espacio para una mayor expansión del transporte por ferrocarril debido a la que existe una demanda y a que las distancias son importantes a medida que se llega al interior profundo del país.

En **Bolivia**, para conectar sus dos redes ferroviarias, la Andina de 2274 km y la Occidental de 1423 km, se encuentra en marcha un estudio de trazados factibles para materializar el Corredor Ferroviario Bioceánico Central, que permitirá unir puertos del Pacífico Chileno y/o Peruano, con el puerto de Santos (Brasil) en el Atlántico.

En los últimos años, en **Chile**, se han realizado distintas iniciativas para establecer una red de ferrocarriles suburbanos en las cercanías de Santiago. En algunos casos se intentó llevar el exitoso modelo de concesiones viales al ferrocarril, pero los mayores costos de inversión hicieron fracasar alguno de los procesos iniciados en los primeros años de la década pasada, un claro ejemplo fue la licitación de la concesión del servicio ferroviario a Melipilla. No obstante, el tren a Rancagua operado por la empresa de ferrocarriles ha logrado mantener un buen servicio y en la actualidad existe un proceso de puesta en marcha de trenes nuevos para mejorar la calidad del servicio.

Recientemente se ha anunciado el Metrotren Santiago-Melipilla que posiblemente entre en operación en 2016, con capacidad de 30 millones de pasajeros al año, conectando las comunas de Maipú, Padre Hurtado, Malloco, Talagante, El Monte y Melipilla.

Por otra parte, Chile y Argentina, apoyan la materialización de la iniciativa privada del Corredor Bioceánico Central para el mercado de cargas.

Colombia está haciendo inversiones en la infraestructura ferroviaria, lo que permitirá reducir el costo actual de envío de mercancías que actualmente se hace por carretera. Se han incluido obras en los siguientes tramos: La Dorada - Chiriguaná; Puerto Berrío –Cabañas; Bogotá – Belencito; La Caro – Zipaquirá; y Bogotá – Facatativá y el ramal de Puerto Capulco. Además se encuentra en estudio el ramal denominado “Canal Seco” que al norte del país vinculará puertos del Atlántico con puertos del Pacífico.

En **Ecuador**, La empresa Ferrocarriles del Ecuador ha puesto en marcha un Plan de Recuperación del Sistema Ferroviario, que contempla la renovación de la infraestructura ferroviaria de vías y estaciones a los efectos de operar con eficiencia el sistema ferroviario turístico - patrimonial y contribuir al desarrollo socioeconómico del país, mediante el fortalecimiento de las actividades productivas, que fomenten el turismo y la valoración histórico-patrimonial, con responsabilidad social.

El proyecto se ubica como una columna vertebral de transporte de norte a sur, vinculando la costa del Pacífico, cubriendo un recorrido de aproximadamente 500 km, lo cual mejorará la situación actual de conectividad de sitios turísticos de real interés en el Ecuador.

En **Centroamérica**, los gobiernos se han convencido de la "importancia que tienen las infraestructuras y el transporte para la economía, para la movilidad de las personas, de las mercancías y para las empresas", por lo que todos "están poniendo sus ojos en este tipo de proyectos". Entre los principales proyectos se encuentran, el Corredor Interoceánico de Guatemala (CIG) y el Proyecto Ferroviario México-Panamá.

En **Guatemala**, se está viviendo un proceso de recuperación del ferrocarril, se están estudiando alternativas para pasajeros y para cargas. Respecto al transporte de pasajeros, se está analizando habilitar un servicio en la Ciudad de Guatemala, y respecto a la alternativa del transporte de cargas, está pendiente de darle solución a las controversias existentes con una "concesión histórica" ferroviaria que luego se rescindió y por la cual el Estado guatemalteco tiene una responsabilidad.

En **México**, el plan del actual gobierno para el quinquenio 2013-2018 prevé la construcción de tres trenes de pasajeros y se espera ya en 2014 poner en marcha procesos licitatorios que implicarán inversiones por 95 mil millones de pesos o su equivalente en más de 7 mil millones de dólares. El plan contempla, entre otros proyectos los siguientes:

✓ Proyecto Ciudad de México – Querétaro: tren de alta velocidad con inversión de 4,500 millones de dólares para 583 km de ferrocarril.

- ✓ Ferrocarril Matamoros-Brownsville, el cual tendrá 30 kilómetros y permitirá cruzar a Estados Unidos.
- ✓ Proyecto ciudad de México-Toluca.
- ✓ Conexión transpeninsular entre Yucatán y Quintana Roo.

En **Panamá** recientemente se anunció la idea de recuperar el viejo proyecto de crear un eje ferroviario de Panamá a México.

Paraguay tiene en estudio proyectos de reactivación que necesitan de fuerte apoyo político.

En **Perú** está en estudio la vinculación con el Corredor Ferroviario Bioceánico Central que atraviesa Bolivia, con la posibilidad cierta de unir los puertos de Ilo y Arequipa, con el puerto de Santos en Brasil y su posible aprovechamiento turístico.

En **Venezuela** tienen en marcha desde hace unos años el Plan Nacional de Desarrollo Ferroviario (de construcción compleja por la topografía del país, obras costosas).

Uruguay ha iniciado un proceso de reestructuración de su sistema ferroviario y ha anunciado recientemente la realización de inversiones para la rehabilitación de la red ferroviaria.

VI. ESTUDIOS E INGENIERIAS

La ingeniería de proyectos está directamente asociada con los proyectos de inversión que forman la infraestructura de un país. A su vez, la infraestructura de un país tiene una fuerte correlación con su competitividad, como lo muestra el modelo que utiliza el Foro Económico Mundial.

La falta de inversión en proyectos de infraestructura de transporte, viene como consecuencia de la falta de planificación y de políticas públicas que trasciendan los períodos de los gobiernos. Esta problemática viene acompañada por la no existencia de estudios completos e ingenierías, situación que complica la materialización de proyectos. La falta de estudios e ingenierías también afectan las gestiones para tramitar financiamientos en los bancos multilaterales de crédito o la banca privada.

La ingeniería de proyectos se utiliza para definir, diseñar, construir y poner en servicio proyectos de infraestructura de transporte. La participación del ingeniero de proyecto está concentrada en las fases de definición e implementación de los proyectos y se reduce significativamente en la etapa de operación. Los proyectos de inversión son siempre multidisciplinarios, por lo que varias disciplinas de la ingeniería se aplican en cada fase o etapa de un proyecto, si bien con una contribución distinta, dependiendo de la naturaleza del proyecto.

Para analizar la competitividad de las naciones en distintas ramas, se analizan cuatro elementos: las condiciones de la demanda, las condiciones del entorno, las industrias

complementarias y relacionadas, y la estrategia, estructura y forma de la competencia entre las empresas del ramo, factores que son promovidos o inhibidos por las acciones del gobierno, cuyo papel e influencia en el estado de la ingeniería de proyectos también se analiza.

Por lo tanto, para el éxito del proyecto es de vital importancia el cumplimiento de los siguientes pasos:

1) INGENIERÍA CONCEPTUAL

- ✓ Realizar estudios de demanda.
- ✓ Realizar estudios socio-ambientales en el territorio.
- ✓ Realizar estudios topográficos.
- ✓ Realizar estudios de catastro por posibles expropiaciones.
- ✓ Realizar estudios geotécnicos.
- ✓ Identificación de fuentes de financiamiento.

2) INGENIERÍA BÁSICA

- ✓ De obras civiles.
- ✓ De vías férreas.
- ✓ De componentes electromecánicos.
- ✓ De material rodante.

3) INGENIERÍA DE DETALLE

- ✓ De obras civiles.
- ✓ De vías férreas.
- ✓ De componentes E&M (Equipamiento Electromecánico).
- ✓ De material rodante.

4) PROCESOS LICITATORIOS

- ✓ De construcción de obras civiles y vías.
- ✓ De provisión de equipamiento electromecánico.
- ✓ De provisión de material rodante.

Cada uno de estos procesos debe ser planificado en tiempo y forma, materializándose en un Diagrama de Gantt y Pert, debido a que los diferentes tiempos de construcción de las distintas fases que componen los proyectos y a que alguna de las tareas se encuentra mayormente en camino crítico.

La no existencia de un buen plan del proyecto respecto a la organización de plazos de construcción y de provisión de equipos, ha llevado a tener a destiempo las obras finalizadas con la provisión de los equipos. Existen casos en la región en la que se han recibido los trenes y ellos deben esperar que se finalicen las obras, en otros casos se han finalizado las obras y los equipos no llegan por atrasos en la gestión de compra. Estas indefiniciones provocan costos adicionales que nunca se miden, pero pueden encarecer muy fuertemente el costo total del proyecto.

VII. FORMAS DE CONTRATACIÓN

Existen en la práctica para la contratación de los proyectos una serie de modalidades, de las cuales alguna de ellas puede ser más conveniente que otras en base a la estructuración de los financiamientos, o a las modalidades operativas que más convengan al comitente.

Entre las modalidades de contratación más comunes que utilizan los Comitentes, encontramos las siguientes:

CONTRATOS POR COMPONENTE

- ✓ De construcción de obras civiles.
- ✓ De construcción de vías.
- ✓ De provisión de E&M.
- ✓ De provisión de material rodante.

CONTRATO LLAVE EN MANO (TURN KEY)

- ✓ Un solo gran contrato de construcción y provisión.

CONTRATO DE INSPECCIÓN

- ✓ Único contrato o contratos por especialidad.

Además, una alternativa a explorar son las opciones que presentan las Asociaciones Público-Privadas (APP), un ejemplo es la línea 4 del metro de San Pablo y otro es el caso de Puerto Rico con su BOT (*build operate transfer*). La participación privada puede venir por el aporte de dinero, pero para que el modelo resulte exitoso la tarifa a aplicar en el futuro debe permitir el recupero de la inversión.

VIII. INSPECCIONES ESPECIALIZADAS

Para la gestión de contratos en forma pública, privada o mixta, se necesita un comitente fuerte y eficaz que cumpla adecuadamente sus roles. En el primero, mediante empresas públicas con gestión profesional e independiente, que rindan cuentas de su accionar y que estén debidamente controladas, y en los otros casos mediante un diseño adecuado de los contratos y una capacidad efectiva de control.

El éxito del esquema dependerá de las capacidades del Estado o de los comitentes para definir políticas y fiscalizar los proyectos.

Para una buena fiscalización, es necesario encomendar los trabajos a empresas de ingeniería con experiencia profesional adecuada, dónde deben fijarse los criterios adecuados para la selección de las empresas y la calificación de los profesionales.

No obstante, dentro de procesos de validación de la ingeniería, de construcción y de provisión de equipamiento, es necesario también cumplir con procesos de certificación de materiales y equipos, para los efectos de no utilizar en el servicio metro ferroviario prototipos que no puedan garantizar condiciones de seguridad ante posibles accidentes por fallas en el equipamiento.

Un ejemplo claro ha sido la homologación de los bogues que equipan los trenes provistos por CAF al Metro de Santiago, los cuales cumplieron una serie de protocolos de ensayos, hasta que fueron habilitados para operar en el servicio regular de pasajeros.

También, es oportuno mencionar de la necesidad de poseer la Certificación RAM (Reliability, Availability, Maintainability, definidos según la norma EN 50126), cuyo significado en inglés hace alusión a que brinda indicadores de fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad. Esta certificación busca principalmente detectar y mitigar los riesgos que podrían afectar la continuidad operacional del servicio metro-ferroviario.

IX. IMPACTOS EN LA CONSTRUCCION Y PROVISIÓN

Se ha planteado la necesidad de contar con buenos estudios previos e ingenierías, tema que se tornan muy importantes cuando las empresas constructoras y proveedores de equipos deben cotizar los trabajos que solicitan los comitentes.

- ✓ Los contratistas y proveedores cotizan con mucha incertidumbre si no tienen a su disposición los estudios e ingenierías completas.
- ✓ La incertidumbre que encuentran a diario la mayoría de los encargados de presupuestos de empresas constructoras proveedoras, se traduce en mayores costos.
- ✓ Si no se definen adecuadamente los proyectos por parte del comitente, este queda expuesto a lo que le proponga el constructor o el proveedor.

En la mayoría de los casos los ingenieros deben recurrir a su buena imaginación e ingenio a los efectos de cumplir con los plazos previstos, con la complejidad de las diferentes obras, la necesidad de trabajar en condiciones seguras y por consiguiente cumplir con los presupuestos y beneficios esperados.

En la figura 2 se muestra un ejemplo metodológico desarrollado para una obra que permitió cumplir con los preceptos indicados anteriormente y fundamentalmente soportado por el ingenio de un grupo de profesionales que ideó una metodología de trabajo específica que resultó exitosa. En la misma, se observa la configuración del tren de trabajo y los distintos pasos utilizados en la obra de renovación de vías de la Línea B de subterráneos de Buenos Aires, contratado en 1995 por Metrovías en el marco del contrato de concesión de red del Metro de Buenos Aires. Con esta metodología se lograron rendimientos promedios de renovación de la infraestructura de vía de 54 metros, con máximos de 72 metros en donde las condiciones físicas lo permitían y en una ventana de tiempo neto de trabajo de aproximadamente 4:30 horas, durante la noche.

Figura 2

Metodología de trabajo en la obra de renovación de vías en la Línea B de subterráneos Buenos Aires (1996-1997)



Fuente: El autor.

X. REFLEXIONES FINALES

La necesidad de mejorar el transporte en América Latina obliga a que los diferentes actores involucrados desarrollen políticas de transporte que apunten hacia una mejora en los tiempos de viaje, para lo cual es clave que se diseñen sistemas que prioricen la intermodalidad tanto en pasajeros como en cargas, tendiendo a que los sistemas guiados (metros y ferrocarriles) se trasformen en columnas vertebrales y estructuradores del transporte sostenible.

En todos los países se requiere de una gran decisión política y un consenso amplio entre los diversos sectores.

Normalmente se parte de diseñar un plan maestro de desarrollo de transporte, el que debe considerar los resultados de estudios que indiquen el patrón de viajes, debiéndose analizar las posibles integraciones de los diferentes modos existentes o proyectados, que tiendan a mejorar ó optimizar la movilidad urbana.

El plan deberá contemplar políticas públicas y estructurarse en función de fases (corto y largo plazo) considerando la planificación, el diseño de los sistemas, el financiamiento, la operación y el

mantenimiento. Para lo cual es necesario conformar cuadros técnicos capacitados para llevar adelante con éxito las diferentes fases o etapas.

Considero importante, las decisiones a tomar en cuanto a la financiación de los proyectos, el cual siempre proviene de diferentes fuentes (Tesoro, organismos multilaterales de crédito, proveedores, etc.). Así como, tener muy en claro la decisión a tomar al momento de lanzar un nuevo plan de inversiones sobre la modalidad de contratos a realizar, porque si eso no se hace, se corre el riesgo de más que duplicar o triplicar los montos de contrato administrados y financiados directamente.

En síntesis, es primordial una buena planificación y que el funcionario responsable de llevarla adelante lo haga con total profesionalismo, lo cual vendrá acompañado del mayor aprovechamiento de los fondos que siempre son difíciles de conseguir. De otra manera, una mala administración, burocracias innecesarias, apetencias políticas, etc. terminan por malgastarse fondos de los presupuestos sin verse reflejados en obras concretas y necesarias en el sistema de transporte.