



BANCO DE DESARROLLO
DE AMÉRICA LATINA



TRANSPORTE SOSTENIBLE

LA EXPERIENCIA DE CANOAS

TRANSPORTE SOSTENIBLE. LA EXPERIENCIA DE CANOAS

Depósito legal: DC2018002071

ISBN: 978-980-422-107-1

Editor: CAF

Vicepresidencia de Programas de Países

José Carrera, vicepresidente

Marcelo dos Santos, Oficina de Representación Brasil

María Velásquez, Oficina de Representación Brasil

Vicepresidencia Infraestructura

Antonio Pinheiro, vicepresidente

Andrés Alcalá, Dirección de Análisis y Evaluación Técnica de Infraestructura

Vicepresidencia Desarrollo Sostenible

Edgar Salinas Dirección de Sostenibilidad, Inclusión y Cambio Climático

Autor: Javier Hernández López

Las ideas y planteamientos contenidos en la presente edición son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no comprometen la posición oficial de CAF.

Diseño gráfico e impresión:

GOOD;

Comunicación para el desarrollo sostenible

La versión digital de este libro se encuentra en:

scioteca.caf.com

© 2018 Corporación Andina de Fomento

Todos los derechos reservados

TRANSPORTE SOSTENIBLE

LA EXPERIENCIA DE CANOAS

Tabla de contenido

01. PRESENTACIÓN	6
02. ANTECEDENTES	10
03. EXPERIENCIAS INTERNACIONALES DE MODELOS SIMILARES	14
Antecedentes de los sistemas férreos atmosféricos	16
i. Sistemas de propulsión atmosférica en Europa	16
ii. Proyecto Piloto en Nueva York: El Beach Pneumatic Transit	18
Yakarta: Un corredor de interconexión en Parque Temático que se conecta al sistema LRT “Light Rail Transit” de la ciudad	20
Porto Alegre: El sistema de transporte como conexión en aeropuertos y su concepción como proyecto piloto	23
Otras ciudades	27
04. EL CASO CANOAS	32
Aspectos institucionales	
i. Actores del sector público que desempeñaron un papel clave en este proceso	33
ii. Niveles de coordinación interinstitucional	34
Aspectos financieros	36
i. Esquema público-privado para la financiación del proyecto	36
ii. Componentes del modelo financiero – Nivel de sostenibilidad físico y financiero (modelo de gestión, financiamiento, riesgos tarifarios)	39

iii. Comparación con otros modos	40
iv. Asignación de riesgos	46
Sostenibilidad ambiental y mitigación del cambio climático	50
Aspectos técnicos	51
i. Determinación de la mejor alternativa de movilización de usuarios – Selección del modo en función de las necesidades de movilización	51
ii. Características de la tecnología seleccionada para la operación del eje estructurante del sistema de transporte de Canoas	54
iii. Fases del proyecto	56
iv. Cadenas productivas que involucran la participación de la industria nacional	57
v. Análisis	59
vi. Integración urbana – Eficiencia de la gestión de uso del espacio/ planificación urbana	62
Aspectos jurídicos	65
i. Pliego de condiciones y contrato	65
ii. Recomendaciones formuladas por CAF a la municipalidad de Canoas para fortalecer el proceso de estructuración	69
Obras citadas	74

01

PRESENTACIÓN



El transporte público en América Latina enfrenta una serie de desafíos, entre ellos, disminución progresiva de la demanda del servicio, red vial saturada, tiempos de desplazamiento cada vez más prolongados, así como contaminación sonora y del aire. Todo esto ligado a la falta de planificación de las ciudades y de la movilidad de sus habitantes. Si bien se han hecho avances importantes en materia de sistemas de transporte masivo y casi se ha logrado unanimidad técnica respecto de la necesidad de avanzar en estos sistemas para fomentar ciudades eficientes en su movilidad y sostenibles ambientalmente, también es cierto que su implementación no ha alcanzado los resultados esperados inicialmente.

Muchas ciudades enfrentan la proliferación de opciones de transporte, reguladas y no reguladas, y la adquisición de vehículos particulares (e. g. motocicletas); retos importantes que representan un obstáculo cuando se planifican y se proyectan los niveles de demanda –información requerida para el estudio de alternativas de transporte público-. Esto genera problemas financieros para los operadores privados y los propios sistemas, así como quejas ciudadanas por el servicio prestado, entre otros.

Igualmente, las ciudades deben adoptar decisiones basadas en análisis técnicos de costo-beneficio sobre las distintas alternativas para la movilización de sus ciudadanos. Dado que hoy existe un menú importante en este sentido –vías férreas tipo tranvía o metro, cables aéreos, buses de tránsito rápido (BRT) o corredores preferenciales para buses, etc.–, las ciudades deberían evitar discusiones en abstracto sobre cuál de estas modalidades es la mejor y concentrarse en la provisión de

soluciones viables , teniendo en cuenta su realidad geográfica, financiera, social y, especialmente, de demanda de pasajeros.

No obstante, la realidad ha mostrado que **las mejores prácticas a escala mundial**, con ejemplos sobresalientes también en Latinoamérica, son las que combinan diferentes modos para movilizar a los usuarios.

En esencia, el transporte público es multimodal. Como mínimo, combina siempre la utilización de la red peatonal con los buses. Idealmente debe considerar también una infraestructura adecuada para bicicletas, carriles exclusivos o preferenciales para buses y, cuando las necesidades de la demanda lo justifiquen, redes férreas para trenes de cercanías, tranvías o líneas de metro.

La mejor alternativa depende exclusivamente de los requerimientos y realidades de cada ciudad. No hay fórmulas ciento por ciento replicables de una ciudad a otra, porque se trata de territorios, personas y necesidades diferentes.

—
Las mejores prácticas a escala mundial son las que combinan diferentes modos para movilizar a los usuarios.

Sin embargo, es posible y altamente conveniente revisar las mejores prácticas de cada ciudad, apropiarse de ellas y también aprender de las experiencias no exitosas para no repetir errores, siempre con el propósito de adaptar esas buenas prácticas a las necesidades urbanas particulares.

En este orden de ideas, es claro que las ciudades deben planear su sistema de transporte en función de su realidad geográfica, social y económica, basándose en las necesidades de desplazamiento de los usuarios y apuntando a una movilidad eficiente y ambientalmente sostenible.

Asimismo, deben considerar qué tipo de transporte quieren ofrecer a sus usuarios: ¿el que puedan pagar ellos solos o el que atienda de manera eficiente y digna a sus necesidades? No es un dilema menor, en tanto que enfrenta dos conceptos paralelos: transporte autosostenible y transporte como servicio público. En efecto, la experiencia ha demostrado que parecen incompatibles.

La autosostenibilidad parte del supuesto de ofrecer lo que los usuarios puedan pagar, es decir, la calidad dependerá de su capacidad de pago. En el caso del servicio público, el supuesto es el contrario: si los recursos de los usuarios no son suficientes, el Estado cubre la diferencia para garantizar la calidad de la cual es responsable, dada la categorización de servicio público.

Esto no debería limitar la optimización de los recursos en la operación de los sistemas de transporte. Por el contrario, al determinar que di-

cha operación requiere –en términos generales– de recursos públicos para proveer un servicio de calidad, resulta evidente que este servicio compite con otros de alta importancia social (salud, educación, servicios públicos domiciliarios), con lo cual se hace más necesario que dichos recursos se inviertan de manera adecuada y que no sean despilarrados.

Surge, en este marco, una nueva alternativa tecnológica de operación de transporte masivo para la movilización de usuarios, basada en la propulsión de un vehículo sobre rieles a través de un flujo de aire producido por ventiladores eléctricos de aire a baja presión.

La propuesta que estudia el municipio de Canoas, Estado Rio Grande do Sul, Brasil, a partir de la experiencia exitosa de operación de la tecnología Aeromovel¹ en el aeropuerto de Porto Alegre, busca responder a la realidad técnica, financiera y social expuesta en esta presentación.

El presente informe se propone documentar el trabajo adelantado por Canoas con el apoyo de CAF para rescatar las buenas prácticas del proceso, de manera que puedan ser replicadas y adaptadas en otras ciudades latinoamericanas.

En este orden de ideas, el documento incluye un capítulo de antecedentes donde se resumen los aspectos del proyecto y sus características principales; un análisis de las experiencias internacionales en este tipo de transporte y, finalmente, el estudio de caso de Canoas en materia técnica, institucional, financiera y jurídica. Este estudio se ofrece desde la perspectiva de buenas prácticas de gestión en la planeación de sistemas de transporte que podrían ser replicables en otras ciudades latinoamericanas, dado que no dependen exclusivamente de la selección de una tecnología y, en general, no están relacionadas con las particularidades geográficas y sociales de esta ciudad.

1. Aeromovel es una tecnología patentada por el grupo brasilero Coester para la movilización de usuarios de transporte público. Está basada en las características descritas anteriormente en materia de propulsión neumática automatizada de vehículos sobre rieles, a través de un flujo de aire producido por ventiladores eléctricos de aire a baja presión. En adelante, las menciones de Aeromovel deben entenderse en este contexto de tecnología patentada y no como un modelo de operación de una empresa en particular.

02

ANTECEDENTES



A partir de la realidad socioeconómica y financiera, y en busca de una alternativa sostenible (ambiental y operacionalmente), el Municipio de Canoas, Ciudad vecina de Porto Alegre, en el Estado Rio Grande do Sul, Brasil, propone implementar un sistema de transporte basado en la propulsión de un vehículo sobre rieles a través de un flujo de aire producido por ventiladores eléctricos.

Desde una perspectiva de servicio público y ajustado a las características de un medio de transporte masivo, eficiente y rentable, este sistema se estructura a partir de las siguientes premisas:

- Vías exclusivas para la operación de los vehículos.
- Menores costos de infraestructura en relación con otros modos.
- Capacidad superior a los quince mil (15.000) pasajeros hora-sentido.
- Menor afectación posible en materia de predios (se busca disminuir las necesidades de expropiaciones o compras de los mismos).
- Costos de operación costeables en una gran proporción con la tarifa al usuario.

—
Canoas ha venido
avanzando en
la estructuración
de este sistema a
mayor escala.



- Sistema sostenible desde la perspectiva ambiental, tanto desde el punto de vista de emisiones (100% eléctrico de bajo consumo) como en materia de ruido y vibraciones.
- Totalmente automatizado y con altos estándares de seguridad para los usuarios.
- Un diseño técnico que se adapte a la realidad geográfica de la ciudad (con capacidad para servir a zonas de pendientes), a través de un esquema que se integre al modelo urbano de la ciudad.
- Facilidad en la construcción, a través de un modelo expandible que permita iniciar en zonas o áreas de alta necesidad para posteriormente servir a otras áreas de la ciudad que lo requieran.
- Debe ser un modo que se integre con otros modos dentro de un sistema que permita la interoperabilidad en beneficio del usuario.

Con estas premisas, Canoas ha venido avanzando en la estructuración e implementación de este sistema a mayor escala.

Se considera altamente conveniente que aquellas ciudades que actualmente estudian soluciones de transporte puedan conocer el proceso adelantado por Canoas, en especial desde la perspectiva de buenas prácticas y lecciones aprendidas.

Se espera que esta información sea de utilidad no solo para dichas ciudades, sino para el municipio de Canoas en el proceso de revisión que actualmente adelanta y también para los potenciales inversionistas interesados en el desarrollo de este nuevo sistema de transporte que podría romper paradigmas en las urbes latinoamericanas.

03

EXPERIENCIAS
INTERNACIONALES
DE MODELOS SIMILARES



La operación de transporte público basada en la propulsión de un vehículo sobre rieles a través de un flujo de aire producido por ventiladores eléctricos encuentra sus primeras manifestaciones hacia mediados del siglo XIX, en los sistemas férreos propulsados atmosféricamente, es decir, a través de presión de aire.

En este capítulo se revisarán los problemas enfrentados por sistemas similares en el pasado, para verificar si han sido evaluados y superados por las experiencias actuales.

En la actualidad solo existen dos sistemas que funcionan con esta tecnología: en la ciudad de Porto Alegre (Brasil) y en Yakarta (Indonesia). Si bien ninguno de los dos representa un servicio público de transporte masivo, es posible afirmar que cumplen a cabalidad con la función para la cual fueron diseñados, en tanto que atienden la carga de pasajeros esperada, y se integran con otros modos de transporte que forman parte de sistemas públicos. Aun cuando las experiencias internacionales tienen supuestos de servicio distinto, en ambos casos los sistemas son considerados exitosos tanto en la implementación de la tecnología como en su operatividad.

Antecedentes de los sistemas férreos atmosféricos

i. Sistemas de propulsión atmosférica en Europa

En 1843 se dio apertura oficial a una de las primeras líneas de sistemas de propulsión atmosférica, que conectaba dos millas desde Dublín hasta Kingston, en Irlanda. El sistema fue utilizado, principalmente, para recorrer distancias cortas. Aun cuando las líneas iniciales requirieron ajustes en la tecnología y, en algunos casos, asistencia humana permanente, el sistema funcionó correctamente durante 11 años². Hacia 1854, fue remplazado progresivamente por trenes de locomoción a vapor, sobre todo por su eficiencia energética y menor costo en términos de mantenimiento.

En general, la implementación de este primer proyecto de corta distancia con propulsión de aire fue considerada un éxito; podía movilizar cargas considerables a una velocidad de 40 millas por hora, y contaba con capacidad superior y mayor velocidad que otras líneas que para la época habían sido previamente construidas³.

Desde entonces, según se evidencia en los reportes de la época⁴ era posible encontrar ventajas significativas del tren atmosférico, entre las que destacan:

- Ahorros significativos en comparación con el sistema de locomoción a vapor, toda vez que el sistema neumático tiene la capacidad de aplicar la fuerza de acuerdo con la carga a ser llevada, lo que alivia los costos generales en infraestructura.

2. Dalkey, *The Atmospheric Railway 1843–1854*. Consulta en <http://www.dalkeyhomepage.ie/atmosphericrailway1843.html>.

3. Turnbull, W. (1847). *An essay on the air-pump and atmospheric railway*. London.

4. Pinkus, H. (1840). *The new agrarian system and the pneumatic-atmospheric and gaso-pneumatic railway, common road and canal transit London*. London.

- Ahorros de mantenimiento en comparación con otros sistemas.
- Aumento en la velocidad promedio sin necesidad de incurrir en gastos adicionales.
- Mejoras en la seguridad, que reducen los niveles de colisiones y previenen incendios y problemas derivados que se presentan con las altas temperaturas de otras tecnologías.

Por otro lado, la capital francesa incursionó igualmente en la tecnología de aire con la línea París-St. Germain, que estuvo en operación desde 1847 hasta 1860, cuando una vez más el desarrollo de otros tipos de motor fue reemplazando progresivamente esta línea.

Finalmente, uno de los últimos estudios y esfuerzos por implementar sistemas neumáticos se llevó a cabo en relación con el corredor férreo de South Devon, nuevamente en Inglaterra⁵.

Una vez empezada la construcción en 1845, los ingenieros a cargo, y en particular Isambard Kingdom Brunel, vieron la posibilidad de cubrir un recorrido de la línea que por el nivel de pendiente no podía ser atendido por otro sistema de locomoción. Los primeros recorridos se llevaron a cabo entre las zonas de Exeter y Teignmouth en 1846. Este proyecto fue el primer antecedente de la tecnología atmosférica en el transporte de pasajeros.

Aunque este sistema funcionó durante algunos años, la tecnología perdió tracción y fue sustituida gradualmente por las tecnologías a vapor, por lo que fue retirado en septiembre de 1948 de circulación. En todo caso, los expertos en su momento estaban unánimemente de acuerdo en que la propulsión atmosférica lograba sistemas con



Figura 1: El carril con propulsión atmosférica en el centro, Corredor férreo South Devon⁶

5. Gill, Thomas (1848) *Address to the proprietors of the South Devon Railway / by the Chairman of the Board of Directors*. London.

6. Wacky Railroads, London. Consulta en <http://www.hows.org.uk/personal/rail/wwr/atmos.htm>, 7/24/2017

menores costos de instalación y mantenimiento, mejor eficiencia en velocidad y mayores índices de seguridad y accidentalidad reducida⁷.

La decisión del cambio de tecnología se encontraba fundamentada en que en climas demasiado secos algunos materiales generalmente fallaban, como el cuero, que se utilizaba en las válvulas de conexión entre los platos.

ii. Proyecto piloto en Nueva York: El Beach Pneumatic Transit

Años después, en la ciudad de Nueva York, Alfred Ely Beach inaugura una línea piloto subterránea que corría con propulsión neumática⁸. El sistema, que se encontraba instalado de forma subterránea en Broadway, únicamente contaba con una parada y un vehículo que recorría

la misma vía férrea de ida y vuelta; pero duró en operación de esa manera desde 1870 hasta 1873. El sistema también se fundamentaba en aire a presión que movilizaba el vehículo a través de tubos. El modelo fue abierto al público, con un diseño inicial que, de haberse completado, habría recorrido cinco millas en total, que conectarían a Manhattan hacia el norte con Central Park.



Figura 2: El Beach Pneumatic Transit – Diseños del vehículo en movimiento⁹.

En sus años de operación, el modelo se convirtió en una atracción turística para los ciudadanos, que lo tomaban para hacer un solo viaje y poder imaginarse cómo iba a ser el metro subterráneo. Aun así, movilizó alrededor de 400.000 personas. El proyecto nunca se expandió por las dificultades para conseguir los permisos de

7. Gill, T. (1848). Address to the proprietors of the South Devon Railway / by the Chairman of the Board of Directors. London. p. 32.

8. http://www.nycsubway.org/wiki/Beach_Pneumatic_Transit. (2012). Obtenido de The Beach Pneumatic Transit: http://www.nycsubway.org/wiki/Beach_Pneumatic_Transit.

9. http://www.nycsubway.org/wiki/Beach_Pneumatic_Transit. (2012). Obtenido de The Beach Pneumatic Transit: http://www.nycsubway.org/wiki/Beach_Pneumatic_Transit.

operación, lo que llevó a que quedara desfinanciado antes de poder empezar con su expansión real.

A partir de los casos estudiados es posible concluir que los primeros intentos de implementar sistemas de propulsión atmosférica en el siglo XIX se suspendieron por la entrada de otro tipo de tecnologías que, en su momento, parecían tener mejor desempeño. Esto no impide reconocer que los sistemas atmosféricos tuvieron resultados favorables y algunas ventajas de operación en relación con los demás modos.

Los siguientes años del comienzo del siglo XX evidencian un momento en el que el desarrollo de los motores de vapor y, posteriormente, eléctricos, sustituyó todas las demás alternativas de propulsión. Incluso se dejaron a un lado los estudios y el interés por analizar otro tipo de tecnologías que podían evolucionar favorablemente.

Como se verá a continuación la tecnología basada en operación de vehículos neumáticos y automatizados sobre rieles fue incorporada nuevamente a finales del siglo XX; hoy en día se encuentra operando en dos ciudades distintas. Las dificultades técnicas que la tecnología de propulsión atmosférica enfrentó en el pasado han sido analizadas y solucionadas a lo largo de los años, con la entrada de nuevas tecnologías, materiales y mecanismos distintos que vuelven a abrir las puertas a la operación de sistemas de propulsión con aire.

Luego de repasar los orígenes del tren atmosférico y las experiencias internacionales durante el siglo XIX, continuamos el estudio de caso de las dos ciudades que tienen tecnologías de este tipo actualmente en operación: Yakarta y Porto Alegre. De esta manera se precisarán las principales ventajas de la implementación de esta tecnología y los resultados favorables para la comunidad.

Finalmente, y con base en los resultados exitosos de estas dos ciudades se analizarán algunas propuestas que han sido contempladas y desarrolladas, como modelos y prototipos, en otras ciudades del mundo.

Yakarta: Un corredor de interconexión en Parque Temático que se conecta al sistema LRT “Light Rail Transit” de la ciudad

Como se indicó anteriormente, la tecnología Aeromovel –basada en operación de vehículos neumáticos y automatizados sobre rieles– es una iniciativa brasilera desarrollada por el grupo Coester en Brasil, su primera implementación real se llevó a cabo en el parque temático Taman Mini Indonesia Indah, en Yakarta, Indonesia. Los primeros diseños de la tecnología que se utilizan actualmente en esta ciudad fueron realizados en 1970 por Oskar H. W. Coester, en Brasil.



Figura 3: Aeromovel en Yakarta, Indonesia.

Los estudios fueron empleados para darle apertura a la línea que conecta el parque temático, que tiene dos millas de largo con seis estaciones, 3,2 kilómetros de recorrido circular y tres trenes en funcionamiento. Los primeros dos vehículos tienen capacidad de operación para 104 pasajeros, y el vehículo de mayor capacidad puede atender 300 pasajeros: 48 sentados y 252 de pie.

El modelo incorporado en Indonesia es parte de una serie de atracciones de movilización de personas a lo largo del parque, en donde los usuarios pueden utilizar además cables aéreos y monorrieles, entre otros.



Figura 4: Yakarta – Indonesia, Parque temático en donde está ubicada una línea de transporte basada en operación de vehículos neumáticos y automatizados sobre rieles – Fuente: Google Maps

Esta primera línea en Yakarta ha sido conceptualizada como la reencarnación de los modelos desarrollados en el siglo XIX¹⁰. Entre los mayores beneficios del sistema destacan:

10. King, Charles, Vecia, Giacomo. Sintropher (2015) *Innovative Technologies for Light Rail and Tram: An European reference resource. Briefing Paper 8 Additional Fuels.*

- Está en funcionamiento desde 1989 y, en todo este tiempo, no ha reportado mayores problemas de operatividad ni de accidentalidad.
- Presenta eficiencia en la carga, toda vez que al no tener fuentes de combustión, motor o transmisión, se reduce significativamente su peso. Esto le permite mover hasta tres veces más carga que los modelos convencionales.
- Requiere bajos niveles de mantenimiento dado que cuenta con muy pocos repuestos móviles.
- Previene accidentalidad con la generación de “cojines de aire”: bolillos de aire presurizado entre uno y otro tren, que impide que se aproximen.
- Las estructuras requieren menos peso y soportan menos material y reforzamiento.
- Los tiempos de construcción son considerablemente más cortos.

Este sistema moviliza pasajeros desde 1989 por todo el complejo recreacional del parque temático. En total, ha transportado alrededor de 20 millones de pasajeros¹¹ a lo largo de los últimos 27 años.

Yakarta es una de las ciudades con más crecimiento poblacional en el mundo; actualmente alcanza los nueve millones de personas. Desde 2007 se ha estado analizando, bajo la dirección de asesores internacionales, la ampliación del Light Rapid Transit Rail (LRT) con tecnología de propulsión de aire.

En este caso, los análisis contemplan la posibilidad de que la ampliación del LRT se lleve a cabo con tecnología basada en operación de vehículos neumáticos y automatizados sobre rieles, para el sistema de transporte público de pasajeros por toda la ciudad. No obstante, las líneas construidas y las que están proyectadas en el corto plazo se han realizado con trenes eléctricos y no con esta tecnología.

11. Atta, Ricardo (2015). Uma proposta de extensão da linha 4 do metrô do Rio de Janeiro (Barra da Tijuca) pelo sistema Aeromovel.

Además de los proyectos realizados por el Gobierno, existen otros de iniciativa público-privada en Indonesia que promueven igualmente la utilización de esta tecnología¹². Se destaca particularmente la posibilidad de implementación en la zona de Kemayoran, en donde se promueve una inversión por kilómetro de 7,5 millones de dólares para la construcción de 11,5 kilómetros, y se concede la operación del sistema por 25 años.

Pese a que no se cuenta con información detallada de esta propuesta, es evidente que existe un interés empresarial por incrementar la capacidad de esta tecnología en la ciudad, a partir de los principales beneficios previamente mencionados en términos de inversión de capital, índices favorables de eficiencia ambiental y confiabilidad del sistema.

Porto Alegre: El sistema de transporte como conexión en aeropuertos y su concepción como proyecto piloto

No obstante que en Porto Alegre existió una primera línea privada para hacer pruebas y demostraciones en 1983, el modelo no tuvo operación completa sino hasta hace un par de años.

En el proyecto piloto de 1983, el Ministerio de Transportes y la Gobernación del Estado asignaron un contrato para la implementación de la línea piloto, con un valor equivalente a 2,7 millones de dólares y una construcción de 1.025 metros de vía elevada¹³, para conectar dos estaciones con un vehículo articulado con capacidad nominal para 300 pasajeros. Poco después del inicio de los

12. Ver PPI Indonesia en <http://www.pppindonesia.co.id/>

13. Histórico, Aeromovel. <http://www.pucrs.br/aeromovel/historico.php>



Figura 5: Tecnología Aeromóvil operando en Porto Alegre, Brasil¹⁴

trabajos en la Avenida Loureiro Da Silva, y debido a un cambio en la dirección del Ministerio de Transporte, la liberación de los fondos para el trabajo fue suspendida. En ese momento la solución fue acortar la línea piloto a 650 metros con financiación exclusivamente privada. En 1986 se firmó nuevamente un contrato, a través del Ministerio de Ciencia y Tecnología, con el fin de completar la primera línea, pero otra vez hubo problemas debido al diseño contractual y la ausencia de cláusulas de ajuste de valores, que redujeron significativamente el alcance del proyecto, el cual finalmente fue abandonado por el contratista privado.

Este sistema se completó después de dos años de diseño y construcción en el año 2013, para que sirviera durante el Mundial de Fútbol de Brasil 2014. La línea recorre un servicio satélite de un kilómetro, que conecta la Terminal 1 del Aeropuerto Internacional Salgado Filho con una estación cercana del sistema de trenes de la ciudad.

La inversión total del sistema fue de 11,7 millones de dólares, financiados con recursos del gobierno federal, y los trenes –con capacidad para 300 pasajeros– movilizan aproximadamente 3.100 pasajeros al día¹⁵. El sistema se desarrolló como parte de una serie de proyectos urbanos de alto alcance, que pretendían, con motivo del Mundial de Fútbol, implementar soluciones de movilidad, deporte y urbanismo¹⁶.

¹⁴. International Conference on Automated People Movers and Automated Transit Systems, and William J. Sproule. (2016). Innovation in a Rapidly Urbanizing World: Proceedings of the 15th International Conference, April 17-20, 2016. Toronto: <<http://ascelibrary.org/doi/book/10.1061/9780784479797>>

¹⁵. Sintropher Project and King, Charles, Vecia, Giacomo et al. (2015). Innovative Technologies for Light Rail and Tram: An European reference resource. Briefing Paper 8 – Additional Fuels. London.

¹⁶. Misoczky de Oliveira, C., & Misoczky, M. C. (Octubre-Diciembre de 2016). Urban entrepreneurialism in fifa World Cup host cities: the case of Porto Alegre. Organizações & Sociedade, Octubre-Diciembre, 624-645. Organizações & Sociedade, pp. 624-645.

Este proyecto fue concebido como una iniciativa empresarial urbana para una ciudad que necesitaba promover una imagen moderna, desarrollada y eficiente, a través de propuestas de alto impacto como la construcción y la apertura de operación en el aeropuerto. En la actualidad, el sistema se encuentra operando y movilizandopasajeros desde el aeropuerto.

**En la actualidad,
el sistema se
encuentra operando
y movilizandopasajeros desde
el aeropuerto.**

Dentro de las buenas prácticas destacadas del proyecto, vale la pena resaltar:

- Impacto ambiental: disminuye significativamente los niveles de emisión contaminante, y tiene un alto impacto en la reducción de niveles de contaminación auditiva.
- Flexibilidad de la infraestructura: tiene capacidad de adaptación de la infraestructura, lo que le permite ser construido independientemente de cualquier carretera existente y acomodarse a la situación del territorio y del contexto específico.
- Producción y diseño nacional: en el caso de Porto Alegre, la imagen favorable del sistema es elevada. Al ser un diseño y un producto completamente nacional, ha generado un sentido de pertenencia a la ciudad, mejorando la imagen y la capacidad de crear soluciones innovadoras y productivas a escala nacional.
- Seguridad y fomento de la utilización del servicio: reduce los viajes a pie que se llevaban a cabo entre las estaciones de Trensurb y el aeropuerto, así como la necesidad de llegar al aeropuerto por transporte público individual, como los taxis, lo que fomenta el uso del transporte público en general. Asimismo, es incluyente, garantiza la seguridad de los usuarios y promueve la reducción de los costos asociados a la movilización hacia el aeropuerto, debido a que se encuentra integrado tarifariamente con el sistema metropolitano.
- Modelo de implementación de bajo costo para ciudades en desarrollo: por funcionar de manera similar a los sistemas ur-



Figura 6: Estructura de la Línea del Aeropuerto¹⁸.

banos de metro elevado y subterráneo, genera una percepción positiva como modelo viable de transporte masivo en ciudades en desarrollo que no cuenten con el presupuesto para invertir en infraestructura y operación de alto costo de un sistema de metro.

- Opción financiera más accesible: abre la puerta para analizar una opción diferente, financieramente viable para ciudades con capacidad presupuestal media y con necesidades de movilidad de alta capacidad.
- Sistemas informáticos para monitoreo y control: la implementación de software de control permite monitoreo de velocidad, frenos y apertura de puertas, para contar con información en tiempo real del funcionamiento del sistema y tener el control desde dispositivos inalámbricos como teléfonos celulares o tabletas¹⁷.
- Amplio horario de servicio: el servicio opera continuamente los siete días de la semana, desde las 5:00 de la mañana hasta las 11:20 de la noche.
- Tarifa integrada al sistema de trenes de la ciudad.

17. Ribeiro, A. (13 del 06 de 2014). Blog>Portoalegre Aeromovel controlled by Elipse Mobile. Obtenido de Elipse Software: <https://www.elipse.com.br/en/mobile/elipse-mobile-e-aplicado-no-aeromovel-de-portoalegre/>

18. International Conference on Automated People Movers and Automated Transit Systems, and William J. Sproule (2016). Innovation in a Rapidly Urbanizing World: Proceedings of the 15th International Conference, April 17-20, 2016. Toronto: <<http://ascelibrary.org/doi/book/10.1061/9780784479797>>

Otras ciudades

Con base en los resultados analizados en los dos literales anteriores, existen diferentes ciudades, además de Canoas, que se encuentran en este momento desarrollando estudios sobre la viabilidad de implementar tecnologías basadas en operación de vehículos neumáticos y automatizados sobre rieles, y generando modelos y prototipos para la implementación de esta tecnología.

En California, un proyecto de iniciativa privada, liderado por Flight Rail Corporation¹⁹ ha construido un prototipo de tren elevado de alta velocidad con propulsión de aire a través de un tubo de poder conectado en la parte inferior del tren.



Figura 7: Prototipo del Vector TM, Mendocino County, California²⁰.

19. Our technology is superior. (2016). Obtenido de Flight Rail Corporation: <http://www.flihightrail.com/>

20. (<http://www.flihightrail.com/our-prototype.html>, 2017)



El tren de alta velocidad está diseñado para alcanzar velocidades de 200 millas por hora y en inclinaciones de hasta 10 grados, que equivale a una inclinación tres veces mayor que la que un tren convencional puede alcanzar.

El prototipo fue construido a escala de 1/6 y está operando en una longitud de 638 metros en Mendocino, California. El tren es calificado como un sistema verde, que minimiza la contaminación visual, de ruido y de aire, reduce el impacto ambiental y la necesidad de construcción de túneles y de infraestructura subterránea.

Pese a que el prototipo ha tenido avances en materia de automatización y control, y se le han hecho adiciones y mejoras en general, la información recopilada permite concluir que todavía no existen planes de construirlo a escala real ni de ponerlo en funcionamiento como sistema de transporte masivo.

En todo caso, se convierte en un ejemplo de estudio interesante por evidenciar los avances de la tecnología y las ventajas del sistema, y cómo su alcance podría seguir en aumento a escala mundial.

En el caso de Colombia, la Alcaldía de Rionegro-Antioquia se encuentra estudiando la alternativa desde mediados de 2016²¹, teniendo en

²¹ *Aeromovel, visita de representantes de Rionegro Colombia.* (2016). Obtenido de Alcaldía de Rionegro: <https://www.rionegro.gov.co/node/2014>



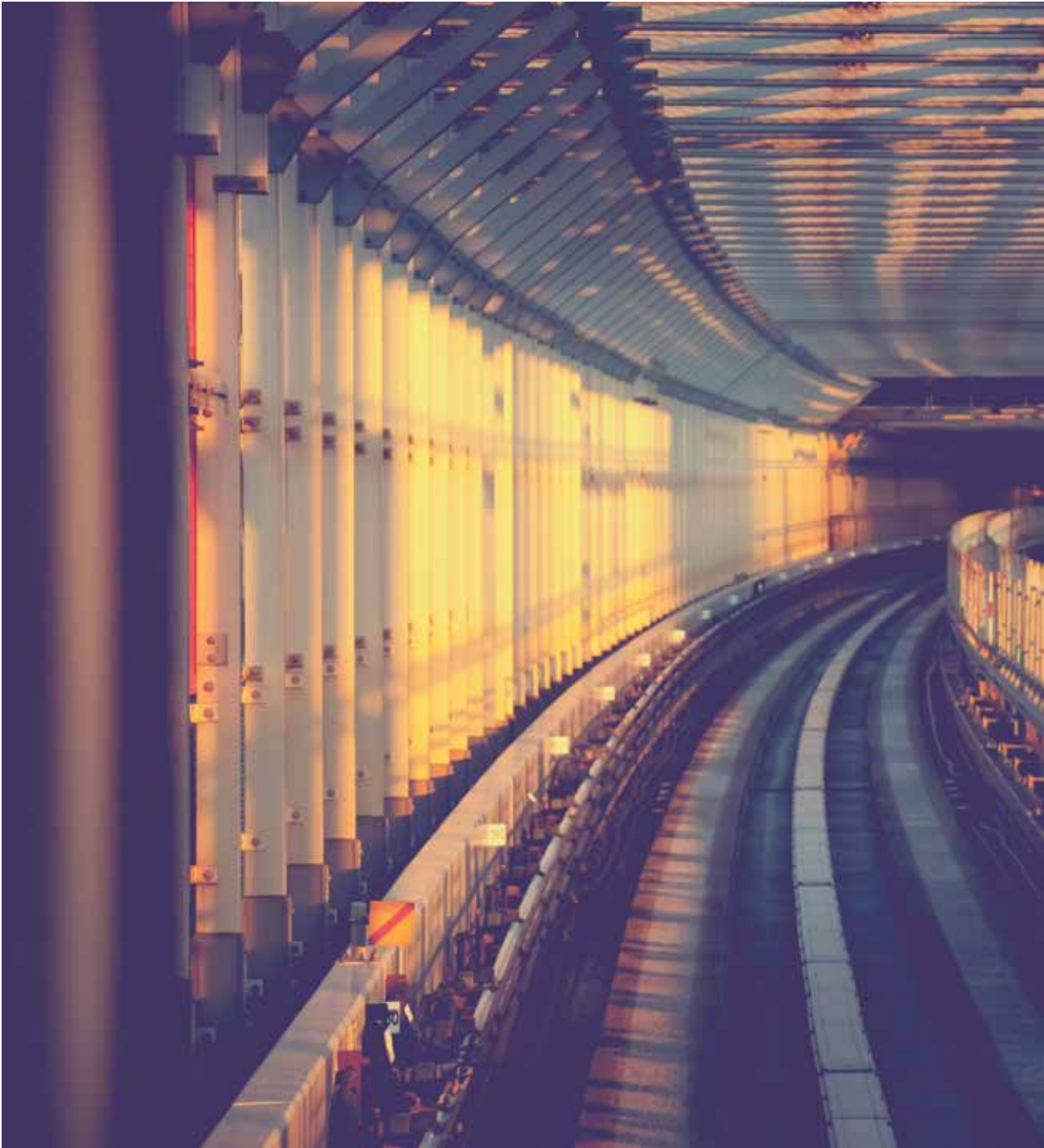
cuenta que el nivel de inversión en el proyecto es relativamente bajo en comparación con el necesario para sacar adelante un proyecto de metro, BRT, tranvía u otras tecnologías.

El municipio se encuentra en el proceso de constituir legalmente una entidad gestora del proyecto que tenga la finalidad de dar solución a problemáticas de movilidad, y que trabaje conjuntamente con la Gobernación de Antioquia, la Alcaldía de Medellín y la Aeronáutica Civil, entre otros.

Las proyecciones establecen que, con la implementación del sistema, se podrían estar movilizando aproximadamente 50.000 pasajeros²² al día, dada la gran afluencia de personas que se deriva de la ubicación del Aeropuerto Internacional José María Córdoba en el municipio.

Pese a que el proyecto se encuentra en etapa de análisis y estructuración, se han contemplado 18 kilómetros de construcción y 16 estaciones, dentro de las cuales en la etapa final, se tiene pensado conectar el terminal aéreo mencionado, el segundo en movilización de pasajeros en Colombia.

22. *Aeromovel, visita de representantes de Rionegro Colombia. (2016)*. Obtenido de Alcaldía de Rionegro: <https://www.rionegro.gov.co/node/2014>



El municipio se encuentra en el proceso de constituir legalmente una entidad gestora del proyecto.



04

EL CASO CANOAS

LECCIONES APRENDIDAS
Y BUENAS PRÁCTICAS



Aspectos institucionales

i. Actores del sector público que desempeñaron un papel clave en este proceso

La implementación de un sistema de transporte masivo supone la participación de distintas agencias estatales, dadas las implicaciones en varias áreas de trabajo correspondientes a la administración municipal. Solo para mencionar las principales, un proyecto de este alcance impacta temas como ordenamiento territorial, medio ambiente, hacienda y finanzas públicas, espacio público y, por supuesto, movilidad y transporte.

El trabajo de los líderes de las entidades responsables de estos temas es imprescindible, pero no suficiente. Sin la voluntad política de la máxima instancia municipal, es difícil que un proyecto de esta complejidad tenga éxito. De cualquier modo, requerirá de un tiempo de implementación mucho mayor que en los casos donde hay un liderazgo directo y activo de dicha instancia.

La institucionalidad pública no solo debe ser sólida para la estructuración y contratación del proyecto, sino además autocrítica y capaz de reformarse para cumplir con las necesidades del nuevo modelo.

Tan importante como establecer reglas claras y obligaciones rigurosas a los prestadores del servicio del sector privado, es contar

—
**Canoas
implementó
un esquema de
coordinación
interinstitucional.**

también con un organismo institucional fuerte y capaz – desde el punto de vista jurídico, técnico y financiero– que pueda actuar como controlador, planeador y gestor del sistema, sobre la base de que los operadores privados tienen importantes responsabilidades legales y contractuales, aunque la responsabilidad final de la prestación del servicio la tenga el sector público.

En este sentido, la tarea de contar con un sistema de transporte no culmina con la estructuración ni la adjudicación de los contratos de construcción y operación; por el contrario, esta es la etapa de menor complejidad. Diversas experiencias internacionales demuestran que contratos bien formulados pueden fracasar por falta de control y de capacidad institucional para gestionarlos.

En el caso de Canoas, el liderazgo de la Secretaría de Hacienda ha sido indiscutible y un buen ejemplo de alta coordinación gerencial desde la institucionalidad pública. No obstante, debe complementarse con un proceso de transformación de la autoridad de transporte, enfocado en la administración de los contratos de operación y, especialmente, en la capacidad de adaptarlos a las condiciones cambiantes del entorno en proyectos de este tipo.

ii. Niveles de coordinación interinstitucional

Canoas implementó un esquema de coordinación interinstitucional, a través de un equipo multidisciplinario, que trabajaba desde un comité gestor para la implementación del sistema. Este equipo fue el responsable de todas las actividades de planeamiento y ejecución del proyecto y estaba integrado por las siguientes entidades:



Se trata de un esquema de coordinación positivo en la medida en que integra a los principales responsables del proyecto, y limita las decisiones a un comité especializado con capacidad de decisión.

No obstante, se considera que esta instancia debe complementarse al menos con otras dos instancias. La primera, de orden político, liderada por el alcalde, que permita adoptar decisiones ante la falta de acuerdos entre instancias municipales, así como agilizar decisiones y permisos que se requieran para el desarrollo del proyecto. Igualmente, esta instancia debe servir como espacio de rendición de cuentas a la máxima autoridad municipal.

La segunda instancia de coordinación que se sugiere es un espacio más amplio que el comité gestor, donde tengan cabida otras entidades, como las responsables del ordenamiento territorial, el medio ambiente, la industria y otras con relación estrecha con el proyecto. De esta manera, los máximos responsables de las entidades competentes pueden presentar los avances de los temas de su competencia al comité gestor y servir como enlace ante los responsables de sus entidades para que estos adopten las decisiones pertinentes.

Aspectos financieros

i. Esquema público-privado para la financiación del proyecto

Ante la realidad financiera de Canoas, similar a la de la gran mayoría de ciudades latinoamericanas que cuentan con recursos públicos limitados para el desarrollo de los proyectos, la municipalidad optó por acudir a un esquema que combinara estos últimos con recursos privados para el desarrollo del sistema de transporte masivo.

Lo novedoso e innovador del esquema adoptado no es simplemente este modelo público-privado de asociación, que cada vez gana más fuerza ante la realidad financiera descrita anteriormente, sino que dicho esquema se formuló de tal forma que pudiera implementarse bajo una de las siguientes alternativas: (i) ejecución por fases, para aprovechar los recursos disponibles, avanzar en el proyecto contratando de manera parcial la infraestructura a través de obras públicas y, en paralelo, estructurando el modelo de concesión sin frenar la ejecución de los recursos públicos, o (ii) integralmente, a través de un modelo de concesión que incluya todas las obras, operación y mantenimiento para disminuir los riesgos de integración entre la inversión privada y la pública, y reducir la necesidad de recursos públicos en el proyecto.

Asimismo, esta estructuración financiera permitió incorporar a la banca multilateral (en este caso, CAF) en la revisión de las proyecciones financieras y también en los aspectos técnicos del proyecto.

En la primera de las alternativas (ejecución por fases) se previó una primera fase que se contrataría 100% con recursos públicos provenientes de créditos otorgados por Caixa Econômica Federal, con una contrapartida financiada por CAF.

Esta fase tendría por objeto la contratación de las obras civiles y las redes de servicios públicos para la construcción del tramo correspondiente a 4,6 km que conectan el barrio Guajuviras con la estación Mathias Velho de Trensurb y que incluye nueve estaciones.

También incluiría la contratación de la Empresa Aeromovel Brasil S. A. (ABSA) como asesor tecnológico, previa selección de alternativas, tal y como se indicó en los capítulos precedentes, incluyendo los proyectos ejecutivos de obras civiles, fiscalización y gerenciamiento de los componentes tecnológicos.

Las siguientes fases se construirían a través de un concesionario privado, que también sería responsable de operar todo el sistema de transporte de la ciudad (que incluye la operación en ómnibus) por un período de 40 años.

Estas fases serán financiadas por el concesionario, el cual percibirá sus ingresos con recursos de la tarifa de transporte público y no se requerirán desembolsos de recursos públicos. El criterio de selección del concesionario será el de menor tarifa técnica, con lo cual se optimizan también los recursos de tarifa a usuario.

Este esquema de división por fases ante la disponibilidad de recursos inmediatos difiere del tradicional, en el que dichos recursos se incorporan a la concesión con pagos parciales de recursos públicos, complementados por los recursos privados (en este caso, de tarifa al usuario).

En la segunda alternativa (ejecución a través de una concesión integral), el concesionario privado sería el responsable de la realización de todo el proyecto (salvo lo relacionado con las redes de servicio público que ya se encuentra ejecutado a través de una obra pública), concerniente a la construcción, operación y mantenimiento, para lo cual el concesionario sería también el responsable de la financiación.

En este esquema, el crédito con Caixa Econômica Federal sería asumido por el concesionario privado, quien obtendría una remuneración al igual que en el esquema de fases con cargo a la tarifa al usuario. Dado que, en comparación con la alternativa de fases, todo el financiamiento sería asumido por el inversionista privado, el plazo previsto para la remuneración de dichas inversiones aumentaría de 40 a 50 años.

En cualquiera de las alternativas, se tiene previsto que la municipalidad trabaje con CAF en la búsqueda de alternativas de financiación privada, a través de fondos verdes que permitan propuestas más competitivas en materia de ofertas de tarifa técnica.

A continuación, se presenta un resumen de las principales variables financieras para la formulación de cada una de estas alternativas, aclarando que las diferencias entre ellas están relacionadas con el monto del valor que el inversionista privado debe financiar para cada una.

Demanda total del sistema (Aeromovel + ómnibus):	85.000 pasajeros
Incremento anual estimado de demanda:	2,5%
TIR Real:	9,61%
VPL:	R\$516 313 571,15
Valor del contrato:	R\$10 729 797 770,28
Costo operacional ómnibus anual (año 1 de operación plena):	R\$21 478 573,51
Costo operacional operación en vía elevada anual (año 1 de operación plena):	R\$15 049 945,08
Valor total de las obras para la operación de vehículos en vía elevada:	R\$1 005 965 016,56

Monto total de la inversión – CAPEX:	R\$1 170 365 904,57
Tarifa:	Tarifa actual reajustada por IPCA anualmente
Tasa de cambio promedio USD – Reales para el año 2016:	3,4528

ii. Componentes del modelo financiero –nivel de sostenibilidad físico y financiero (modelo de gestión, financiamiento, riesgos tarifarios)

Otro aspecto importante al momento de la estructuración del modelo financiero es garantizar que incluya la totalidad de costos e ingresos del proyecto sin subestimar los primeros ni sobreestimar los segundos.

En esta medida, el municipio de Canoas ha sido cuidadoso en la revisión de costos de operación (considerando especialmente que el sistema se sostiene en una nueva tecnología) y se ha basado en la realidad operacional del sistema actual de ómnibus y de la tecnología de operación de vehículos neumáticos y automatizados sobre rieles del aeropuerto de Porto Alegre.

El mismo cuidado se ha tenido al estimar los costos de construcción y mantenimiento de la infraestructura, para lo cual el municipio también cuenta con información preexistente que le permite tener una base sólida para la incorporación en el modelo financiero.

En cuanto a los ingresos, se ha actuado de manera conservadora en la estimación del crecimiento de demanda (3% anual, que equivale a una tasa de crecimiento vegetativa), lo cual es altamente recomendable en comparación con experiencias de otras ciudades que han fracasado al ser optimistas en las proyecciones de demanda.

Asimismo, el esquema de competencia por menor tarifa técnica permite compensar esta estimación conservadora, pues los proponentes de la licitación de concesión, al realizar sus propias estimaciones, podrán considerar –a su riesgo– proyecciones superiores y, sobre esa base, ofertar un menor valor económico en sus propuestas.

En ese sentido, la definición de los ajustes tarifarios (que debe incorporarse como regla contractual para otorgar seguridad jurídica a los inversionistas) también responde a una proyección realista que guarda correspondencia con el principio de no impactar negativamente a los usuarios.

En efecto, el modelo contempla una tarifa base igual a la tarifa actual de ómnibus que se incrementa anualmente –en julio–, de conformidad con el Índice de Precios al Consumidor del año inmediatamente anterior. Igualmente, considera un alto nivel de inversión del concesionario para la fase de construcción, así como para la operación del sistema. Pero dicho nivel de inversión se considera financiable por la banca comercial, apalancada por la viabilidad del proyecto y con la posibilidad ya mencionada de acceder a fondos verdes u otros esquemas de financiación que hagan más atractivo el proyecto para los inversionistas privados.

Por último, este análisis, cuidadoso en materia de costos y realista en materia de ingresos, puede ser complementado con la incorporación en el modelo de todos los costos relativos a la gerencia del proyecto, socialización, control y seguimiento, de tal forma que estos componentes de la institucionalidad pública no dependan de recursos diferentes al propio proyecto.

iii. Comparación con otros modos

Tal y como se mencionó en el capítulo técnico, la comparación con otros modos al momento de seleccionar la tecnología es un elemento fundamental para tomar decisiones objetivas enfocadas en

el beneficio al usuario. Dicha comparación no puede limitarse exclusivamente a decisiones en materia de calidad del servicio y eficiencia de movilización, sino complementarse con análisis financieros que permitan verificar si el óptimo técnico es viable y financiable desde una perspectiva de la realidad presupuestal y social (tarifas) de la ciudad.

En el caso de Canoas, la administración fijó una línea de política social clara y contundente para este análisis: el proyecto no podía implicar un incremento tarifario para los usuarios, pero sí debía generar mejoras de servicio en asuntos como calidad, confiabilidad, comodidad, disminución de tiempos de viaje, integración con Trensurb y el sistema de ómnibus, además de ser costeable para la ciudad.

Bajo estos supuestos, la operación de vehículos neumáticos y automatizados sobre rieles se consolidó como la mejor opción, no solo porque cumplía con estos preceptos (incluso en términos de capacidad de movilización, dadas las adaptaciones a los vehículos ya mencionadas en capítulos anteriores), sino porque presentaba ventajas evidentes frente a otros modos, debido a los bajos costos de consumo energético, a la posibilidad de automatizar la operación de los vehículos para no requerir conductores, al bajo costo de mantenimiento del sistema (vehículos e infraestructura física) y de construcción de la infraestructura tanto de los pilares como de las estaciones, gracias a su diseño.

Al comparar todos estos elementos, bajo los supuestos de servicio definidos previamente, el equipo de estructuración obtuvo que la operación de un modo basado en la propulsión neumática automatizada de vehículos de transporte público sobre rieles era el modo de movilización más eficiente –dentro de los modos financieramente viables– tal y como se aprecia en el siguiente cuadro:

La comparación con otros modos al momento de seleccionar la tecnología es un elemento fundamental para tomar decisiones objetivas enfocadas en el beneficio al usuario.

Cuadro comparativo de costos por km de implantación

Modelos	Estimación R\$ mi/km	Análisis para Canoas
BRT	15 a 30	Inviabile por la necesidad de ampliación de la plantilla vial
VLT	40a 60	Inviabile por la necesidad de ampliación de la plantilla vial
Metro	250 a 500	Inviabile económicamente
Monorriel	150 a 300	Inviabile económicamente
Aeromovel	35 a 60	Viable

Fonte: Criterios técnicos para atração de proyectos de mobilidade urbana, Secretaria Nacional de Transporte de mobilidade urbana - SEMOB, Ministerio das Cidades. Noviembre de 2014

En efecto, este análisis permitió descartar la posibilidad de operar modos tipo metro y monorriel debido a su alto costo financiero, así como el BRT y el tren ligero por la inviabilidad de ampliación de la vía tanto desde el punto de vista urbano como financiero (costos de predios y expropiaciones asociadas a los mismos).

En materia de costos de operación, las principales cifras del proyecto son las siguientes:

Costo Operacional Ómnibus (36 primeros meses):

Ómnibus convencional:	4,97 R\$/Km
Ómnibus selectivo:	3,98 R\$/Km

Ómnibus de piso bajo:	5,76 R\$/Km
Costo de operación mensual:	BRL 4 945 925

Costo operacional de la operación de vehículos en Reais (BRL):

Costo operacional mensual:	1 254 162,09
Costo mensual por pasajero:	0,459
Costo por vehículo kilómetro:	3,95
Tasa de cambio promedio USD – Reales para el año 2016:	3,4528

En los siguientes cuadros se presentan los principales resultados de costos de operación y mantenimiento (valor en moneda brasileña, Reais BRL, para el proyecto de Canoas) del modo principal del sistema basado en la propulsión de los vehículos por un flujo de aire:

Costo de operación y mantenimiento total anual

Equipos	2.787.089	18,27%
Personal	5.959.615	39,06%
Energía	6.512.268	42,68%
Total:	15.258.972	100,00%

Costos de operación y mantenimiento de personal anuales

Personal de administración	581.160	9,75%
Personal operacional	1.983.600	33,28%
Personal de mantenimiento	3.394.855	56,96%
Total:	5.959.615	100,00%

Costos de operación y mantenimiento por vehículo-hora

Equipos	21,15	18,27%
Personal	45,23	39,06%
Energía	49,43	42,68%
Total:	115,81	100,00%

Costos de operación y mantenimiento por vehículo-km

Equipos	0,72	18,27%
Personal	1,54	39,06%
Energía	1,68	42,68%
Total:	3,95	100,00%

Costos de operación y mantenimiento totales por pasajero

Equipos	0,084	18,27%
Personal	0,179	39,06%
Energía	0,196	42,68%
Total:	0,459	100,00%

Costos operación y mantenimiento por día 365

Equipos	7.636	18,27%
Personal	16.328	39,06%
Energía	17.842	42,68%
Total:	41.805	100,00%

Costos operación y mantenimiento por mes 365 días

Equipos	229.076	18,27%
Personal	489.831	39,06%
Energía	535.255	42,68%
Total:	1.254.162	100,00%

Con base en estas cifras es posible establecer que los costos de operación y mantenimiento pueden llegar a ser hasta 10 veces más bajos que en un metro, hasta siete veces más bajos que en un tranvía, y hasta tres veces más bajos que en un BRT operado a diésel.

iv. Asignación de riesgos²³

El esquema de distribución de riesgos del proyecto en general y del contrato de concesión en particular es vital para asegurar la viabilidad y sostenibilidad del sistema de transporte.

En el caso de Canoas, como se mencionó, bajo la alternativa de dividir las fases de construcción en dos tipos de operaciones (la primera 100% pública y la segunda bajo un modelo de participación público-privada), se definió que, en la construcción inicial bajo un modelo de obra pública, los principales riesgos están asignados al ente público, mientras que en la etapa de concesión la mayoría de riesgos están asignados al ente privado (igual sucede en la alternativa de ejecución bajo un modelo de concesión integral).

La distribución de riesgos es particularmente importante en contratos de prestación de servicios públicos, pues el Estado (en este caso la municipalidad) no puede desprenderse de sus obligaciones en esa materia. Si bien el inversionista debe tener garantías para la forma en que ejecutará el proyecto, estas no pueden implicar pérdida de niveles de servicio para los usuarios, con lo cual el reto de asignación de riesgos es aún mayor en este tipo de proyectos.

En cuanto a los riesgos del proyecto en su conjunto se pueden agrupar en cinco grandes aspectos:

- **Tecnológico**, especialmente derivado de la operación de un modo que no ha sido utilizado para el transporte masivo de pasajeros a gran escala. La forma de mitigación del mismo está atendido por dos componentes: la experiencia en la operación del aeropuerto de

.....
²³. Basado en el proyecto de minuta de contrato entregado por la municipalidad de Canoas

Porto Alegre aplicada al proyecto y la comparación con otros modos para determinar de que para este caso es la mejor alternativa viable para los ciudadanos.

- **Concurrencia.** Por tratarse de una innovación existe el riesgo de no participación o participación reducida de oferentes. La forma de mitigarlo es establecer un modelo financiero atractivo para los inversionistas, propiciar la participación de la banca multilateral para fortalecer el proyecto y promocionarlo, y establecer reglas de transparencia en la participación para fomentar y atraer el mayor número de participantes posible.
- **Operación.** Este es un riesgo típico en cualquier sistema de transporte. Se mitiga estableciendo reglas y obligaciones claras de operación al responsable de la misma, y con un adecuado seguimiento del gestor público responsable del servicio.
- **Dependencia tecnológica de pocos proveedores.** Dado el esquema de operación y el fomento a la industria nacional, existe el riesgo de concentración. Sin embargo, es posible atenuarlo obligando al concesionario a garantizar el servicio (él debe acordar los mecanismos de mitigación que le eviten la ocurrencia de este riesgo) con obligaciones en materia de transferencia tecnológica y de conocimientos.
- **Demanda.** También es un riesgo típico en cualquier sistema de transporte, que se mitiga asignando adecuadamente el mismo en el contrato. Ya que no se quiere dejar en manos exclusivamente del concesionario la adecuación de la oferta a la demanda, pues implicaría disminución de la calidad del servicio vía menores frecuencias o comodidad, el esquema debe buscar fórmulas que permitan compartir el riesgo.

De manera que este numeral expone el esquema de riesgos previstos para la concesión. En la minuta de contrato propuesta, bajo el esquema de licitación pública, se establece un régimen en materia de riesgos y de revisión del contrato según el principio de asignarle al concesionario aquellos que están en mejor capacidad de administrar.

Bajo estos supuestos, la minuta contempla garantías al concesionario ante la ocurrencia de cualquiera de las siguientes eventualidades:

- Modificaciones unilaterales del contrato que impliquen cambios en los requisitos mínimos de prestación del servicio impuestos por el concedente del mismo.
- Alteraciones de orden tributario.
- Variaciones extraordinarias de los costos de los servicios, respecto de la etapa de formulación de la propuesta.
- Acciones u omisiones ilícitas del concedente o de quienes lo representen.
- Variación de la demanda en un porcentaje mayor o igual al 10% estimado en los parámetros de modelación de la concesión.

No obstante, estas eventualidades no generan una revisión automática del equilibrio del contrato. Únicamente será revisado en los casos en que la ocurrencia de las mismas impacte el flujo de caja del proyecto de modo tal que reduzca la Tasa Interna de Retorno declarada por el concesionario en su propuesta comercial.

Igualmente, en caso de que estos eventos (reducción de costos o aumento de la demanda, por ejemplo) generen variación positiva de la TIR, la revisión podrá generarse en favor del concedente del servicio. En el caso de variación de la demanda (probablemente el más crítico, dadas sus implicaciones financieras), se establece además una cláusula para el restablecimiento automático de la ecuación económica contractual.

En cuanto a los riesgos asignados específicamente al concesionario se señalan los siguientes:

- No obtención del retorno económico asignado en su propuesta comercial, por causas distintas a las previstas para revisión del contrato y señaladas en este numeral.

- Una variación de demanda en proporciones distintas a las previstas en la cláusula de revisión del contrato.
- Errores u omisiones en su propuesta.
- Destrucción, robo, hurto o pérdida de bienes vinculados a la concesión.
- Mantenimiento de la seguridad de los usuarios.
- Negociación de un convenio o convención colectiva de trabajo.
- Interrupción o falta del suministro de materiales o servicios por sus subcontratistas o empleados.
- Variación de la tasa de cambio, si esta es igual o inferior al 10% de la tasa vigente a la fecha de entrega de las propuestas.
- Ocurrencia de declaratorias de responsabilidad civil, administrativa, ambiental, tributaria y penal por hechos que puedan ocurrir durante la prestación de los servicios.
- Costos generados por condenas o por la defensa en acciones judiciales promovidas por terceros.
- Riesgos de financiación.
- Riesgos inherentes a la eventual incapacidad de la industria nacional de ofrecer los bienes e insumos necesarios para la prestación de los servicios.
- Reducción del valor residual de los bienes vinculados a la concesión.
- Reducción o no realización de ingresos alternativos, complementarios o accesorios de proyectos asociados a la prestación del servicio.
- Ausencia de ingresos alternativos o complementarios, eventualmente previstos por el concesionario.

- Retrasos generados por el flujo de tránsito de la ciudad.
- Ineficiencias o pérdidas económicas derivadas de fallas en la organización operacional y/o la programación de servicios realizada por el concesionario.

Igualmente, con la suscripción del contrato, el concesionario declara expresamente conocer la naturaleza y extensión de los riesgos que asume, así como haberlos incorporado en su propuesta económica.

Sostenibilidad ambiental y mitigación del cambio climático

El análisis de impacto ambiental también fue considerado como parte de las variables para la selección de la tecnología. En este caso se optó por una solución con motores eléctricos que no producen gases contaminantes, polución, ruido ni contaminación visual.

En comparación con la operación actual a través de ómnibus, la reducción será significativa²⁴ debido al reemplazo de flota que opera con combustibles, y también por las condiciones ambientales exigidas para los vehículos remanentes que operarán en el sistema integrado de transporte.

En síntesis, la tecnología seleccionada para el eje estructurante presenta las siguientes características y ventajas:

²⁴. El informe "WRI Brasil Cidades Sustentáveis. (2016). *Inventario de Poluentes Atmosféricos do Transporte Coletivo Urbano por Ônibus em Canoas – RS*. elaborado por WRI en junio de 2016, establece que el sistema reducirá un 32% las emisiones de CO₂, 40% de NO_x y 50% de material particulado en comparación con los niveles actuales de contaminación del sistema de transporte.

- Es un sistema 100% eléctrico de cero emisiones que tiene un uso de la energía eficiente, pues no requiere electrificación de las líneas y/o catenarias; solo se necesita para mover los motores que impulsan el aire a baja presión (en algunas estaciones).
- El vehículo se mueve por el impulso del aire, por lo que no requiere tracción en los rieles, ni motores a bordo, lo que lo torna muy ligero. Igualmente hace liviana y estilizada la infraestructura que lo soporta.
- La operación es totalmente automatizada, no se necesita conductor. Es un sistema seguro desarrollado con estándares de reglamentación aeronáutica.
- No produce ruido ni vibraciones.
- Se trata de una construcción modular de rápida implementación.
- No requiere de grandes áreas para patios y talleres.

Aspectos técnicos

i. Determinación de la mejor alternativa de movilización de usuarios – Selección del modo en función de las necesidades de movilización

Para efectos de establecer las alternativas más eficientes para la movilización de los usuarios de transporte público, el municipio de Canoas realizó un estudio de demanda (2016) para establecer las necesidades y requerimientos de los ciudadanos en materia de transporte.

Si bien se trata de una decisión básica, no debe dejar de resaltar-se. Antes de definir los modos de movilización de los ciudadanos, es importante establecer sus necesidades. En esta medida, toda

política pública en materia de transporte debe estar sustentada en estudios de demanda lo más actualizados posibles.

Estos estudios permitieron comparar diferentes tecnologías para la movilización de usuarios, no en abstracto sino frente a la realidad de movilización de Canoas. Dicha comparación consideró, además de la alternativa seleccionada de movilización de usuarios en el eje estructurante por medio de un sistema basado en la propulsión de un vehículo sobre rieles a través de un flujo de aire producido por ventiladores eléctricos, la posibilidad de que este eje estructurante fuera un metro, o buses de alta capacidad e incluso vehículos particulares, como se observa en la siguiente gráfica:

Comparación con otros medios de transporte

Aeromovel

15.800 kg
300 pasajeros
53kg/pass (meta para Canoas)

Metro NY

38.000 kg
240 pasajeros
158kg/pass

Nuevo VW Gol 1.0

934 kg
5 pasajeros
187kg/pass

Onibus BRT

32.000 kg
270 pasajeros
119kg/pass

La selección de la tecnología también contempló la realidad geográfica y de espacio público de Canoas. En la comparación con otros modos se analizaron las pendientes, disponibilidad de suelos, tiempo de implementación, entre otros aspectos.

De esta forma, la decisión de optar por un sistema sobre rieles basado en la propulsión de los vehículos por un flujo de aire correspondió con un análisis técnico, basado en estudios de demanda, previa comparación de diferentes alternativas y pensando fundamentalmente en las ventajas que dicho modo representaba para los usuarios.

El diseño de este sistema como modo para la movilización de usuarios, en el eje estructurante del sistema de transporte de Canoas, también tuvo en cuenta la seguridad como presupuesto principal de diseño.

En este sentido, a partir de la experiencia exitosa del aeropuerto de Porto Alegre, se rediseñó el vehículo para hacerlo más cómodo y seguro, manteniendo las ventajas iniciales que lo posicionan como un vehículo seguro en caso de colisión y con una probabilidad cercana a cero en materia de descarrilamiento.

Esta condición principal de seguridad como pilar de la estructuración se complementa con otros aspectos preponderantes al momento de definir la mejor alternativa para la ciudad. El modelo financiero, como acabamos de ver arriba, permitió concluir que esta operación, bajo un sistema integrado con los modos existentes, es viable sin que sea necesario aumentar la tarifa vigente a los usuarios.

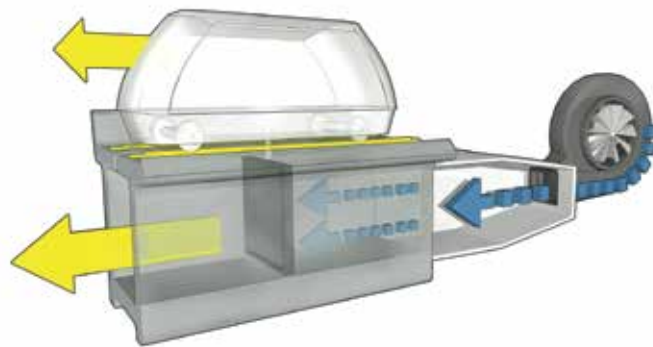
Lo anterior se potencia al considerar que esta ausencia de incremento se genera en un ambiente de beneficios concretos para los usuarios en materia ambiental, de reducción de tiempos de viaje, de regularidad y puntualidad (por tratarse de un transporte segregado que no tiene que convivir con el tráfico de vehículos particulares ni de ómnibus), y de mayor comodidad (vehículos climatizados, con internet y con facilidades de acceso para mayor rapidez de la operación de cargue y descargue de pasajeros, pues cada vehículo posee cuatro puertas de cada lado).

A partir de la experiencia exitosa del aeropuerto de Porto Alegre se rediseñó el vehículo para hacerlo más cómodo y seguro.

ii. Características de la tecnología seleccionada para la operación del eje estructurante del sistema de transporte de Canoas

En las siguientes gráficas se describe la tecnología que permite la propulsión neumática automatizada de vehículos sobre rieles a través de un flujo de aire producido por ventiladores eléctricos de aire a baja presión, y que funcionará como el eje estructurante del sistema de transporte de Canoas:

Concepto funcional



Esta tecnología opera a un menor costo energético que otros modos debido al peso liviano de los vehículos, a la utilización de motores eléctricos estacionarios y a que la tracción y el frenado no están en el vehículo sino en la vía, con lo cual se beneficia íntegramente de la baja fricción.

Propulsión



Niveles de presión



Sistema aeromovel (0,2 atm - máximo / 0,07 atm - media)



Presión Sanguinea Sistólica (0,16 atm / 120 mmHg)



Neumáticos de auto (2,5 atm / 36ps)



Vino espumoso (6 atm)



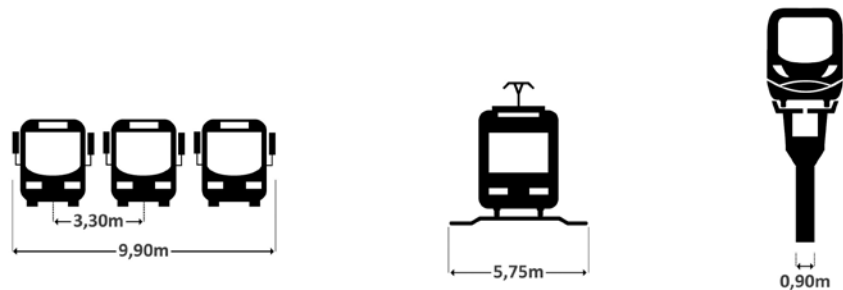
Circuitos Neumáticos (10 atm)



Circuitos hidráulicos (200 atm)

El vehículo se mueve por el impulso del aire a baja presión lo que permite un consumo eficiente de energía.

Comparación entre modelos



BRT

Monorriel

Aeromovel

En el mismo sentido, se trata de una tecnología con bajo impacto en la estructura urbana, pues la vía aérea segregada permite superar las curvas y rampas requeridas para la operación, utilizando los espacios públicos disponibles, especialmente en los separadores centrales de las vías existentes, con lo cual se limita la necesidad de expropiaciones.

iii. Fases del proyecto

Otro de los temas valiosos de este proceso tiene que ver con la decisión de implementar el modelo por fases que, tal y como se señaló en el numeral de aspectos financieros, pueden ser desarrolladas parcialmente por obra pública y concesión o integralmente bajo un modelo de concesión 100%. Las tres fases diseñadas son:

La primera fase conecta el barrio Guajuviras a la estación Mathias Velho de Trensurb con nueve estaciones para un total de 5,9 km de extensión. Esta línea recorre la Avenida 17 de Abril y la Rua Boqueirão.

La segunda fase conecta la estación Mathias Velho con el barrio Mathias Velho en un recorrido a lo largo de la Avenida Rio Grande do Sul. Esta fase contará con siete estaciones y una extensión de 5,5 km.

La última fase conecta la estación Ramiro Barcelos (entre las Avenidas Ramiro Barcelos y Farroupilha) con el Centro, con 10 estaciones y 6,5 km de extensión, a través de la Avenida Farroupilha con la Rua Boqueará, siguiendo por la Avenida Inconfidência, llegando a la Avenida Victor Barreto, cruzando la BR-116 hasta llegar al Centro.

En total, el eje estructurante tendrá 25 estaciones en una extensión de aproximadamente 18 km.

iv. Cadenas productivas que involucran la participación de la industria nacional

La municipalidad de Canoas definió como uno de sus principios de estructuración la incorporación de la industria nacional (y regional) en la solución de transporte seleccionada. Se trata de un gran activo, no solo desde el punto de vista del impulso a la economía, sino también como una posibilidad de generar aliados del proyecto.

En efecto, una de las principales necesidades de los proyectos de transporte es lograr que los ciudadanos los conozcan y se apropien de ellos. Para esto hay diversas fórmulas que van desde la comunicación efectiva hasta la incorporación de la sociedad civil en las discusiones de estructuración.

Sin embargo, el proyecto se fortalece en la medida en que convoque a actores distintos de los usuarios. Así, la inclusión de la industria nacional-regional es una buena práctica que merece ser analizada y replicada para otros proyectos de transporte. Esta incorporación partió de tres grandes innovaciones:

La primera y la más obvia es la consideración de la tecnología Aeromovel (de origen brasileiro) como una alternativa de transporte masivo, lo que en sí

Una de las principales necesidades de los proyectos de transporte es lograr que los ciudadanos los conozcan y se apropien de ellos.

mismo supone darle la oportunidad a la industria brasilera de desarrollar un proyecto de alta capacidad, pero sobre la base de una valoración previa de diferentes alternativas para determinar la de mayor costo-beneficio.

La segunda es la adecuación de esa tecnología a la realidad de Canoas, lo cual resulta un principio clave en el éxito de los sistemas de transporte. Porque no es el municipio el que se adapta a la tecnología. Es esta la que debe responder a las necesidades de movilización del municipio. De modo que esta adaptación implicó convocar a una serie de empresas de la región para adecuar los vehículos y otros componentes a esa realidad y a la necesidad de transporte de Canoas.

Y la tercera es la respuesta a esa convocatoria, gracias a la cual el proyecto contará con un componente de industria nacional del 90%. Es decir, la cadena productiva asociada a la operación de transporte estará conformada por industrias nacionales y en su mayoría con origen o sedes en la región, sin que esta incorporación implique un mayor valor. Por el contrario, genera empleo local y disminución de costos por la producción en la misma zona donde operará la tecnología.

Las empresas nacionales se han vinculado activamente a la cadena productiva. Marco Polo y Randon han realizado un diseño a la medida de la carrocería y el chasis del vehículo respectivamente, de manera que respondan a las necesidades específicas de demanda y operación del sistema.

Por su parte, Siemens ha sido el responsable del diseño del sistema eléctrico, electrónico y de comunicaciones, con una visión sobre la base de garantizar confiabilidad y disponibilidad del sistema, mientras que Somax desarrolló los propulsores de aire requeridos para la operación e IAT-PADROLL diseñó los equipos que aíslan los carriles del sistema.

Desarrollo hoy - cadena productiva:



Marco Polo

v. Análisis

Otro aspecto de orden técnico considerado como prioritario y base para la estructuración fue el de la cobertura integral de esas necesidades de movilización.

El municipio no se limitó a definir las condiciones de operación de un sistema de transporte, a través de unas líneas sobre los principales ejes en los que se mueve la mayoría de la demanda, sino que se diseñó operacionalmente para cubrir todo el municipio de Canoas.

De esta forma, los ejes principales (troncales) se estructuraron sobre la base de ser operados bajo un esquema de movilización de usuarios basado en la propulsión neumática automatizada de vehículos sobre rieles, a través de un flujo de aire producido por ventiladores eléctricos de aire a baja presión y para potenciar los modos existentes (en particular el Trensurb) y considerando que

Esta redefinición también quiso hacerles la vida más fácil a los usuarios.

el proyecto incluía la reestructuración de todo el sistema de transporte colectivo, de tal forma que esos ejes principales fueran complementados con un esquema de prestación de servicio en buses, redefinido para atender las necesidades de los usuarios.

Esta redefinición también quiso hacerles la vida más fácil a los usuarios. Por ello se propuso como punto de partida que los recorridos fueran lo más parecidos posibles a los actuales, que ya se encuentran interiorizados por los ciudadanos. Esto facilitaría la transición hacia el nuevo esquema.

Con la propuesta de rediseño la operación de transporte colectivo pasaría de 155 líneas de ómnibus (incluyendo los integrados a Trensurb y los urbanos) que recorren 33,7 mil kilómetros al día, a

Configuración actual:

Sistema de Transporte Colectivo de Canoas

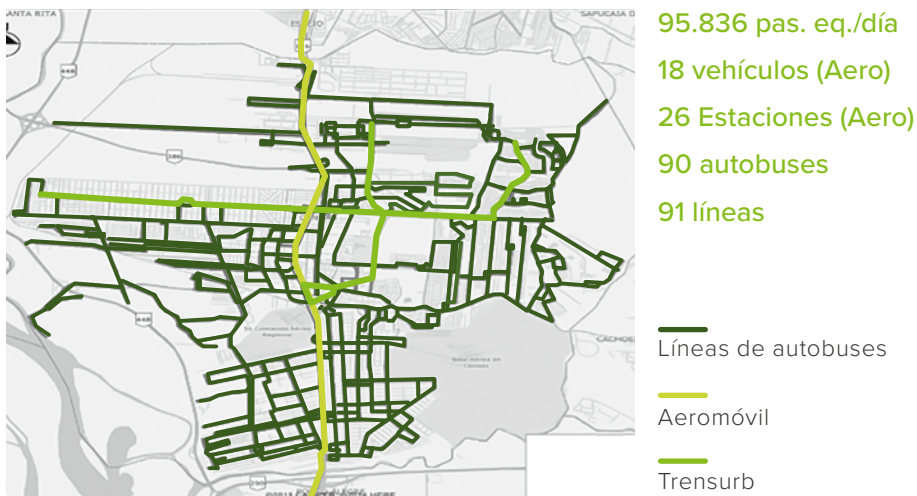


91 líneas que recorrerían 23,6 mil kilómetros, optimizando la flota y evitando redundancias entre las rutas.

Esta gráfica demuestra la ineficiencia del actual sistema, con sobreposición de servicios que causan circulación y costos de operación innecesarios. Esto se traduce en elevados tiempos de viaje, aumento de los tiempos de espera, ausencia de regularidad e impuntualidad en los horarios de operación para los pasajeros.

Propuesta de rediseño:

Sistema de Transporte Colectivo de Canoas



Bajo estos supuestos se definió que el eje estructurante operaría sobre rieles aéreos conectando los barrios Guajuviras y Mathias Velho, con conexiones al centro de la ciudad en un esquema de implementación por fases, mientras que el resto de la ciudad sería atendido bajo un esquema operacional definido contractualmente como parte del mismo proyecto.

Estos modos (Trenurb, transporte sobre rieles y buses) no actuarán como competencia entre ellos, sino bajo un único diseño operacional que los complementa y potencia en beneficio del usuario. Para esto, el diseño considera un esquema de integración tarifaria total entre estos modos.

Finalmente, se diseñó un sistema que para la tecnología seleccionada permitirá transportar hasta 15.800 pasajeros hora/sentido, con costos de operación hasta diez veces más bajos que en un metro, siete veces menores que en un tranvía y tres veces inferiores que en un BRT a diésel.

vi. Integración urbana – Eficiencia de la gestión de uso del espacio/planificación urbana

Como se mencionó anteriormente, la selección de alternativas de tecnología incluyó un análisis en materia de impacto urbano y tiempos de implementación del proyecto. En ambos aspectos la tecnología seleccionada presentó ventajas sustanciales sobre los demás modos analizados.

En efecto, la implementación de una solución elevada sobre pilares disminuye el impacto urbano, en especial, al reducir prácticamente a cero las interferencias con la ciudad construida, más aún si se tiene en cuenta que, dado que se trata de vehículos livianos que no generan vibraciones significativas, los pilares sobre los cuales se eleva el sistema no son de grandes dimensiones.

Igualmente, esta característica de elevación poco invasiva representa una gran ventaja, pues prácticamente no requiere adquisición de terrenos. De esta manera se elimina la necesidad de compras y expropiaciones que sí ocurrirían de implementarse otras tecnologías que operaran sobre la superficie o requirieran una infraestructura más pesada que interfiriera con el tráfico mixto.

Lo anterior no solo es positivo desde la perspectiva urbanística general, sino que, al impedir impactos ambientales en materia visual y de ruido, evitará cargas negativas para las propiedades adya-

centes a las líneas de transporte sobre rieles. Esto hará que los terrenos se revaloricen, con lo cual también se establece una condición positiva para sus propietarios que potencialmente permitirá (vía desarrollos inmobiliarios, valorización o plusvalía) contar con nuevas fuentes de financiación distintas a la tarifa.

Otra de las ventajas que genera la selección de la alternativa de operación sobre rieles con vehículos con propulsión neumática automatizada, bajo la estructuración utilizada por el municipio de Canoas que se describe en los siguientes párrafos, es que impide la especulación inmobiliaria en el entorno de la vía elevada e incentiva la densificación a su alrededor de forma ordenada y sustentable, siguiendo los mandatos de ordenamiento territorial del municipio.

Es importante resaltar que la estructuración del proyecto superó el concepto de estructuración exclusiva de transporte para configurarse en un Desarrollo orientado al transporte sostenible (DOTS). Es decir, se realizó una estructuración que consideraba integral y paralelamente la planificación urbana y la planificación de transporte, en la búsqueda de un esquema que permita la construcción de una ciudad eficiente y sostenible en los aspectos económicos, sociales y ambientales.

Canoas, a través del proyecto de sistema de transporte con un eje estructurante basado en la tecnología Aeromovel, incorpora el DOTS como un modelo de desarrollo para la ciudad, En este sentido, como se expone en el presente documento, el proyecto no solo busca resolver la cuestión de la movilidad y el transporte, sino también utilizar tecnología y empresas nacionales, en un esquema de sostenibilidad ambiental, gracias a una operación de transporte con baja emisión de contaminantes.

El sistema de transporte permitirá conectar las áreas con mayor población de la ciudad, como los barrios Mathias Velho y Guajuviras, sustituyendo totalmente el modo actual de transporte en ómnibus, a través de un eje estructurante en vía elevada y del reemplazo del

La estructuración del proyecto se configuró como un desarrollo orientado al transporte sostenible.

Canoas podrá controlar el desarrollo urbano y aumentar el recaudo municipal.

100% de la flota actual por flota eléctrica. Esto disminuirá la congestión y proporcionará un transporte libre de emisiones de gases efecto invernadero y bajo consumo energético.

Con base en lo anterior, la planificación urbana de Canoas ha previsto las Macrozonas de Integración, definidas a partir del eje estructurante del sistema de transporte en un área de influencia de 500 metros hacia cada lado de dicho eje. En esta área se definió la figura de Otorgamiento Oneroso de Edificabilidad, como instrumento urbanístico que consiste en una concesión para que los propietarios puedan edificar por encima del límite definido por la planeación urbana, mediante el pago de una contrapartida financiera con destino a la ciudad.

Con la definición de esta figura y la aplicación de este instrumento, Canoas podrá controlar el desarrollo urbano y aumentar el recaudo municipal para hacer económicamente viable el proyecto del sistema de transporte.

Adicionalmente, a lo largo del entorno del eje estructurante, los proyectos inmobiliarios que hagan parte de la Macrozona de Integración tendrán incentivos para implementar acciones que promuevan la mitigación de las emisiones de gases efecto invernadero y la resiliencia frente al cambio climático, con base en los criterios de sustentabilidad definidos por la municipalidad.

En resumen, el diseño del sistema responde a criterios que van más allá de un simple esquema de transporte; su incorporación a los criterios DOTS permite una visión integrada a la planificación urbana, que contribuirá de forma eficaz al desarrollo sostenible en las dimensiones social, económica y ambiental, como se describe en detalle en el presente documento.

Aspectos jurídicos

i. Pliego de condiciones y contrato

Los documentos base de la licitación cuentan con los siguientes aspectos esenciales que definen claramente tanto las reglas de participación como las condiciones para la prestación del servicio:

Objeto del contrato: contempla la delegación de la gestión del servicio con componentes de (i) construcción y mantenimiento de infraestructura, (ii) transporte de los usuarios en vehículos con propulsión neumática automatizada sobre rieles y en ómnibus y (iii) construcción y operación de terminales.

Licitación: consiste en un concurso público de libre concurrencia basado en dos etapas, una de precalificación en la que se verifica la capacidad del proponente y una de calificación, basada en el menor precio de tarifa ofertada.

Objeto único: se exige la constitución de una sociedad de objeto único para ejecutar el contrato, lo cual es una garantía importante en materia de destinación exclusiva de los recursos a la concesión.

Derechos del usuario: se resalta la existencia de disposiciones específicas en esta materia y, en particular, de la eficiencia como un derecho exigible por parte de los usuarios.

Equilibrio económico: se fijan reglas claras sobre las causales que desequilibran el contrato, y mecanismos expeditos y claros para el restablecimiento de la ecuación económica contractual.



Actualización automática de tarifa: da seguridad jurídica y financiera a la inversión.

Sistema integrado: es clara y precisa la definición de la operación sobre rieles a través de vehículos neumáticos automatizados como eje estructurante de un sistema compuesto también por rutas de transporte colectivo (prestadas en ómnibus) que lo complementan. El mensaje de complementariedad, no de competencia, es fundamental para la planeación, gestión y supervisión del contrato.

Negocios colaterales: son claras las reglas frente a la posibilidad de explotar comercialmente los negocios colaterales, sobre la base de compartir las ganancias generadas y dejando claro que se hace a riesgo del concesionario.

Proveedores: la regla según la cual todos los proveedores deben ser certificados por el asesor experto en la tecnología y los tres principales también por la Alcaldía, le da seguridad y confiabilidad tecnológica al sistema.

Ciclovía: establecer las bicicletas como un componente del sistema fomenta el multimodalismo y va en línea con el énfasis ambiental del proyecto.

Cobertura: el diseño operacional contempla una cobertura total para la ciudad (atención a 317.000 pasajeros).



Requisitos de participación: su definición se efectúa en función de las necesidades del proyecto, no de las de los interesados. Esto resulta clave para evitar contar con propuestas de oferentes sin capacidad técnica o financiera para la ejecución de un proyecto tan ambicioso como el sistema de transporte de Canoas.

Modelo de remuneración y esquema de asignación de riesgos: la remuneración no es solo un mecanismo para repagar las inversiones del concesionario, también debe responder a los riesgos asignados. La coherencia entre estos dos aspectos determina la razonabilidad del negocio y define la participación de los interesados. En este sentido, la minuta del contrato determina claramente que el modelo financiero que presente el concesionario debe considerar la remuneración de los riesgos.

Reglas de transparencia: más allá de las disposiciones previstas en el pliego de condiciones y sin perjuicio de que puedan ser profundizadas, la municipalidad ha tomado una serie de acciones de promoción del proyecto y presentación tanto a la industria nacional como a potenciales inversionistas. Este tipo de acciones generan un clima de transparencia que es fundamental mantener y complementar con otra serie de acciones como rondas explicativas (en audiencias públicas) de los documentos del proceso, especialmente en los temas críticos como construcción de infraestructura, operación del sistema de transporte, esquema de asignación de riesgos, remuneración, etc.

—
**Canoas ha venido
avanzando en
la estructuración
de este sistema a
mayor escala.**



ii. Recomendaciones formuladas por CAF a la municipalidad de Canoas para fortalecer el proceso de estructuración

CAF propuso una serie de acciones y medidas para fortalecer los documentos del proceso. A continuación, se resumen los principales aspectos presentados a consideración de la municipalidad²⁵:

Recomendación	Objeto de la propuesta	Área
Creación de la figura del defensor del usuario	Se trata de una figura que –con criterio y capacidad técnica– pueda defender los derechos de los usuarios y actuar como una voz que los represente ante las autoridades de transporte y el concedente del servicio.	Técnica –Minuta del contrato
Medidas de calidad del servicio – Flexibilidad de rutas y horarios en la operación	Definir en los documentos del proceso que la planeación inicial de servicios es flexible y que se debe adecuar a las necesidades de la demanda.	Técnica – Minuta del contrato

²⁵. Lo presentado en este numeral es solo un resumen con los aspectos recomendados; en el documento presentado a consideración de la municipalidad se desarrollaron estos conceptos y se propusieron cláusulas contractuales o modificaciones al pliego de condiciones del proceso de selección del concesionario, que permiten implementarlos.

Recomendación	Objeto de la propuesta	Área
Manual de operación	Se busca contar con un manual que haga parte del contrato, incorporándolo como un anexo del mismo que dé pautas y parámetros mínimos de operación, para el correcto funcionamiento del sistema de transporte.	Técnica – Minuta del contrato
Manual de niveles de servicio	Para garantizar la calidad del servicio de transporte se considera conveniente incorporar este manual como anexo del contrato, con la finalidad de contar con un sistema de indicadores para el sistema de transporte.	Técnica – Minuta del contrato
Centro de control de la operación	Establecer la obligación para el concesionario de generar una réplica, espejo o cualquier esquema que permita al concedente monitorear la operación y tomar el control ante emergencias o incumplimientos graves del concesionario.	Técnica – Minuta del contrato
Matrices origen – destino	Establecer la obligación de compartir toda la información que utilice el concesionario para programar la operación, incluyendo la actualización de las matrices de origen-destino de la ciudad, como mínimo una vez cada dos años.	Técnica – Minuta del contrato

Recomendación	Objeto de la propuesta	Área
Revisión de tarifas para compartir eficiencias	Teniendo en cuenta que se trata de un contrato de largo plazo, se considera conveniente incluir disposiciones que permitan establecer que, en caso de generarse eficiencias durante la operación, las mismas puedan ser trasladadas al usuario.	Financiero – Minuta del contrato
Alternativas comerciales a la tarifa al usuario	Se considera conveniente regular expresamente que la municipalidad de Canoas, con base en estudios técnicos, podrá realizar ajustes a la tarifa al usuario para incorporar el efecto de modalidades o alternativas comerciales para el uso del sistema que incidan en la posibilidad de mejorar los niveles de servicio.	Financiero – Minuta del contrato
Fórmulas de pago para salida de flota usada	Con el fin de dar seguridad a los inversionistas y evitar que incorporen en sus propuestas económicas el costo de flota no depreciada al culminar la concesión, se propuso la inclusión de una fórmula financiera de pago para la salida de dicha flota.	Financiero – Minuta del contrato
Cierre financiero	Para garantizar la seriedad de la propuesta y poder actuar a tiempo ante un eventual incumplimiento en materia de financiación de la operación, se propone la inclusión de reglas relacionadas con la realización de un cierre financiero por parte del concesionario.	Financiero – Minuta del contrato

Recomendación	Objeto de la propuesta	Área
Control sobre los recursos del sistema	Obligar contractualmente al concesionario a garantizar que el concedente pueda tomar control de los recursos de la concesión ante cualquier emergencia o incumplimiento grave del concesionario. Para esto, deberá comprometerse a que todos los contratos de administración de recursos de la concesión (fiducias, cuentas bancarias, etc.) permitan la toma de posesión por parte del concedente sin que medie autorización del concesionario.	Financiero – Minuta del contrato
Reglas del proceso enfocadas en la transparencia	<p>Informar del inicio del proceso a las embajadas de los países de origen y directamente a los potenciales interesados identificados.</p> <p>Creación de un cuarto de datos virtual y público con toda la información del proyecto.</p> <p>Realización de audiencias especializadas, públicas y abiertas. Presentación del proyecto a comunidad, gremios, universidades, centros de pensamiento y organismos de control del poder público.</p>	Jurídico – Pliego de Condiciones

Recomendación	Objeto de la propuesta	Área
Fortalecer las propuestas con avales técnicos y financieros	Garantizar mayor seriedad y capacidad de ejecución del proyecto con la obligación de que tanto los expertos técnicos como los financieros avalen la propuesta y garanticen su adecuada ejecución en caso de ser adjudicada.	Jurídico – Pliego de Condiciones
Reglas de ingreso de material rodante	Es conveniente contar con disposiciones que regulen con claridad la entrada de material rodante al servicio, señalando que es obligación del concesionario garantizar dicho ingreso para cubrir las necesidades de movilización y sujetando dicha entrada a una aprobación del concedente.	Jurídico – Minuta del contrato
Reglas sobre toma de posesión de la concesión	Se propuso complementar las reglas contractuales actualmente incorporadas a la minuta del contrato, para permitir que los prestamistas (bancos) o los aseguradores puedan actuar en caso de incumplimiento del concesionario.	Jurídico – Minuta del contrato

Obras citadas (s.f.).

Aeromovel, visita de representantes de Rionegro Colombia. (2016). Obtenido de Alcaldía de Rionegro: <https://www.rionegro.gov.co/node/2014>

Atta, R. (2015). *Uma proposta de extensão da linha 4 do metrô do Rio de Janeiro (Barra da Tijuca) pelo sistema Aeromóvel.* Rio de Janeiro.

Gill, T. (1848). *Address to the proprietors of the South Devon Railway / by the Chairman of the Board of Directors.* London.

Histórico. (s.f.). Obtenido de Aeromovel: <http://www.pucrs.br/aeromovel/historico.php>

Hows, M. (27 de July de 2017). *Weird and Wacky Railroads.* Obtenido de Weird and Wacky Railroads: <http://www.hows.org.uk/personal/rail/wwr/atmos.htm>

<http://www.flightrail.com/our-prototype.html>. (2017). Obtenido de <http://www.flightrail.com>: <http://www.flightrail.com/our-prototype.html>

http://www.nycsubway.org/wiki/Beach_Pneumatic_Transit. (2012). Obtenido de The Beach Pneumatic Transit: http://www.nycsubway.org/wiki/Beach_Pneumatic_Transit.

International Conference on Automated People Movers and Automated Transit Systems, and William J. Sproule (2016). *Innovation in a Rapidly Urbanizing World: Proceedings of the 15th International Conference, April 17-20, 2016.* Toronto: <<http://ascelibrary.org/doi/book/10.1061/9780784479797>>

Maloney, P. (s.f.). *Bus strike's over*. Recuperado el 31 del 7 de 2017, de <http://www.lfpress.com/news/london/2009/12/14/12151391.html>

Misoczky de Oliveira, C., & Misoczky, M. C. (Octubre-Diciembre de 2016). Urban entrepreneurialism in fifa World Cup host cities: the case of Porto Alegre. *Organizações & Sociedade*, Octubre-Diciembre, 624-645. *Organizações & Sociedade*, pp. 624-645.

Our technology is superior (2016). Obtenido de Flight Rail Corporation: <http://www.flightrail.com/>

Pinkus, H. (1840). *The new agrarian system and the pneumatic-atmospheric and gaso-pneumatic railway, common road and canal transit London*. London.

Ribeiro, A. (13 del 6 de 2014). *Blog>Portoalegre Aeromovel controlled by Elipse Mobile*. Obtenido de Elipse Software: <https://www.elipse.com.br/en/mobile/elipse-mobile-e-aplicado-no-aeromovel-de-porto-alegre/>

Sintropher Project and King, Charles, Vecia, Giacomo et al. (2015). *Innovative Technologies for Light Rail and Tram: An European reference resource. Briefing Paper 8 – Additional Fuels*. London.

Turnbull, W. (1847). *An essay on the air-pump and atmospheric railway*. London.

Welcome to PPP Indonesia's Website (s.f.). Obtenido de PPP INDONESIA: <http://www.pppindonesia.co.id/>

WRI Brasil Cidades Sustentáveis (2016). *Inventario de Poluentes Atmosféricos do Transporte Coletivo Urbano por Ônibus em Canoas – RS*.

