



Global Innovation Lab
for Climate Finance

PAGA MIENTRAS AHORRAS PARA EL TRANSPORTE LIMPIO

ANÁLISIS
SEPTIEMBRE 2018



Paga Mientras Ahorras para el Transporte Limpio

*ANÁLISIS del INSTRUMENTO del LABORATORIO
SEPTIEMBRE 2018*

META Y DESCRIPCIÓN —

Acelerar la electrificación del transporte, empezando con las flotas de autobuses de transporte público en ciudades.

SECTOR —

Transporte

OBJETIVO DE FINANCIAMIENTO PRIVADO—

Deuda comercial

GEOGRAFÍAS—

Aplicaciones prospectivas iniciales: México, Chile, Sudáfrica, Jordania

Candidatos adicionales: Colombia, Brasil, Uruguay India, Sur de África, Sudeste del Asia

El Laboratorio identifica, desarrolla y lanza instrumentos financieros sostenibles que pueden impulsar miles de millones a una economía baja en carbono. Está compuesto por tres programas: el Laboratorio de Innovación Global para las Finanzas Climáticas, el Laboratorio de Innovación del Brasil para las Finanzas Climáticas y el Laboratorio de Innovación de la India para las Finanzas Verdes.

AUTORES Y RECONOCIMIENTOS

Los autores de este informe son Dario Abramskiehn and Alex Clark.

Los autores quisieran reconocer a los siguientes profesionales por su cooperación y valiosas contribuciones, incluidos a los proponentes Holmes Hummel, Max Toth, Jenna Barron (Clean Energy Works) y Trenton Allen (Sustainable Capital Advisors); creadores del concepto PAYS® Harlan Lachman y Paul A. Cillo (Energy Efficiency Institute); y los miembros del grupo de trabajo Peter Sweatman (Climate Strategy), Jonathan First (Development Bank of Southern Africa), Ken Locklin (Impax Asset Management), Dan Birns (Departamento de Estado de EE. UU.), Alfred Helm, Angelina Avgeropoulou (UK-BEIS), Steve Baillie (International Finance Corporation), Andreas Lunding (Green Climate Fund), Lori Kerr (Climate Finance Advisors), Benoit Lefèvre (Banco Interamericano de Desarrollo), Sebastian Castellanos (World Resources Institute) y Clay Stranger (Rocky Mountain Institute). Los autores desean agradecer la contribución de los expertos clave Ray Minjares, Michael Nicholas (ICCT), Antonella Tambasco, Vanessa Labadie (MIEM Uruguay), Michael Neulinger (GIZ), Mike Mulcahy, Bruce Raw, Khanyiselo Kumalo (GreenCape), Aris Moro, Anthony Courreges, Manisha Gulati (C40), Doug Sims (NRDC), Mark Cayce (OECC), Uday Varadarajan (CPI EF), Carlos Mojica, Juan Roberto Paredes (BID), Orlando Meneses (Enel), Greg Lance (Kandeo), Christophe Assicot, Lasse Ringus (GGGI), Zach Kahn, Lara Zhang (BYD), Jone Orbea (WRI), Pooja Sha, Amir Rama (UKCI), Kelly Blynn (Cadmus) y Philip Skinner (GuarantCo).

Los autores también quisieran agradecer a Ben Broche, Valerio Micale, Elysha Davila, Maggie Young, Tim Varga, y Angela Woodall por su orientación valiosa, apoyo al modelaje, edición, gráficas, y realimentación en todo el proceso del Laboratorio.

Los programas del Laboratorio han sido financiados por Bloomberg Philanthropies, la Fundación David y Lucile Packard, el Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU), el Ministerio de Asuntos Exteriores de los Países Bajos, la Fundación Oak, la Fundación Rockefeller, Shakti Sustainable Energy Foundation, el Departamento de Negocios, Energía e Estrategia Industrial (BEIS) del Reino Unido y el Departamento de Estado de los Estados Unidos. [Climate Policy Initiative](#) sirve como Secretaría y proveedor analítico.



1. CONTEXTO

Los autobuses eléctricos deben pasar de una participación de mercado anual del 1% al 100% en menos de una década, y los instrumentos únicamente disponibles a las empresas de energía pueden capitalizar esa transición y más.

La electrificación del transporte a gran escala es fundamental para combatir el cambio climático y la contaminación urbana. En el contexto de los compromisos del Acuerdo de París a corto plazo hasta el 2030, y las vías de mitigación de gases de efecto invernadero a largo plazo hasta el final del siglo, la electrificación rápida es vital para el éxito en todos los escenarios de estabilización climática concebibles (Dennis, Colburn y Lazar, 2016; Huizenga, 2016). La adopción masiva de vehículos eléctricos también contribuye a la reducción de contaminantes urbanos nocivos que contribuyen a siete millones de muertes relacionadas con la contaminación cada año y causan que nueve de cada diez personas en todo el mundo respiren aire contaminado (WHO, 2018).

Dentro del sector de transporte, la electrificación de autobuses es una de las mejores oportunidades para empezar a actuar. En relación con otros vehículos eléctricos, los autobuses ofrecen altos índices de ocupación y utilización de pasajeros. En relación con los autobuses diésel, ofrecen menores costos de mantenimiento, mientras que sus patrones de uso de electricidad son regulares y predecibles. Suelen poder cargar las baterías durante periodos de temporada baja o de exceso de suministro de electricidad y, por lo tanto, minimizar tanto el costo de la electricidad como la tensión potencialmente colocada en la red por la presencia de otros vehículos eléctricos y / o fuentes de energía intermitentes. Los beneficios de las emisiones de gases de efecto invernadero dependen de la fuente de electricidad, pero en todos los casos, salvo en las redes eléctricas más sucias, los autobuses eléctricos reducen considerablemente las emisiones, al tiempo que mitigan los contaminantes atmosféricos nocivos de los motores diésel relacionados con enfermedades respiratorias y muerte prematura (Minjares, Wagner, and Akbar, 2014).

Para cumplir con los objetivos climáticos prometidos por las principales ciudades del mundo, la inversión debe moverse rápidamente a los autobuses eléctricos. Docenas de las principales ciudades del mundo han publicado objetivos para descarbonizar el transporte público para 2030 (C40 Cities, 2015; CCA Coalition, 2018; Global Covenant of Mayors, 2018). Dados los 12 años de vida operativa de la mayoría de los autobuses y los costos insostenibles de los activos en desuso de los autobuses diésel, lograr estos objetivos requiere cambiar la adquisición de autobuses diésel a eléctricos de manera inmediata (McKinsey y C40 Cities, 2017).

Los autobuses eléctricos son competitivos con el diésel en base al ciclo de vida en muchas geografías, pero se espera que la barrera de costos iniciales altos persista en la próxima década. Los autobuses eléctricos convierten la energía almacenada en energía en las ruedas cuatro veces más eficientemente que los autobuses diésel equivalentes (California Air Resources Board, 2018) y, por lo tanto, pueden generar importantes ahorros de combustible en una amplia gama de precios de diésel y electricidad en diferentes mercados. Sin embargo, los autobuses eléctricos tienen un costo inicial de hasta 40% más alto que sus competidores diésel, debido en gran parte al costo instalado de las baterías y la infraestructura de carga (BNEF, 2018).

Las empresas de energía pueden desempeñar un papel clave para superar esta barrera, catalizar la inversión en condiciones que son exclusivas a la industria y proporcionar un camino hacia la propiedad de más vehículos eléctricos, comenzando con los autobuses urbanos. Las empresas de energía están luchando contra ingresos estancados y modelos de negocios cambiantes por todo el mundo, pero tienen la oportunidad de conseguir nuevas ventas de electricidad mediante el despliegue de vehículos eléctricos. Para las empresas de energía, las flotas de autobuses eléctricos son fuentes importantes de ingresos potenciales en el sector del transporte. Las empresas de energía también pueden invertir y ofrecer servicios en condiciones competitivas y manejar mecanismos de recuperación de costos altamente confiables. Al aprovechar estas herramientas, las empresas de energía pueden reducir el costo inicial de los autobuses eléctricos, y al mismo tiempo proporcionar un camino a la propiedad para los clientes que buscan pasar de los combustibles fósiles al transporte limpio.

CONCEPTO

2. MECANISMO DEL INSTRUMENTO

PAYS para el Transporte Limpio acelera la implementación del transporte público limpio en ciudades al reducir los costos iniciales de los autobuses eléctricos a través de un mecanismo de Paga Mientras Ahorras (Pay As You Save) en el que la empresa de energía invierte en baterías y estaciones de recarga, y recupera los costos mediante un cargo en la factura eléctrica del proveedor del servicio de transporte que es inferior al ahorro estimado.

Paga Mientras Ahorras (PAYS®)¹ es un mecanismo de financiamiento comprobado que ya ha sido implementado previamente por empresas de energía para aumentar la inversión en soluciones relevantes para el cambio climático.² PAYS ha **superado constantemente las principales barreras a la inversión que enfrentan los autobuses eléctricos**: altos costos iniciales y acceso limitado a financiamiento para clientes no calificados o que no están dispuestos a asumir más deudas por autobuses nuevos.

En una transacción básica que aplica PAYS para el Transporte Limpio, hay varias partes interesadas que son clave³:

- **Empresa de Energía:** suministra y distribuye electricidad; mantiene relación directa con la empresa de transporte público;
- **Empresa de Transporte Público:** provee el servicio de transporte, compra y/o opera autobuses. frecuentemente una agencia de tránsito municipal;
- **Fabricante de Autobuses Eléctricos:** vende autobuses, incluidas baterías y equipos de carga;
- **Proveedor(es) de Capital:** proporciona financiamiento de deuda a la empresa

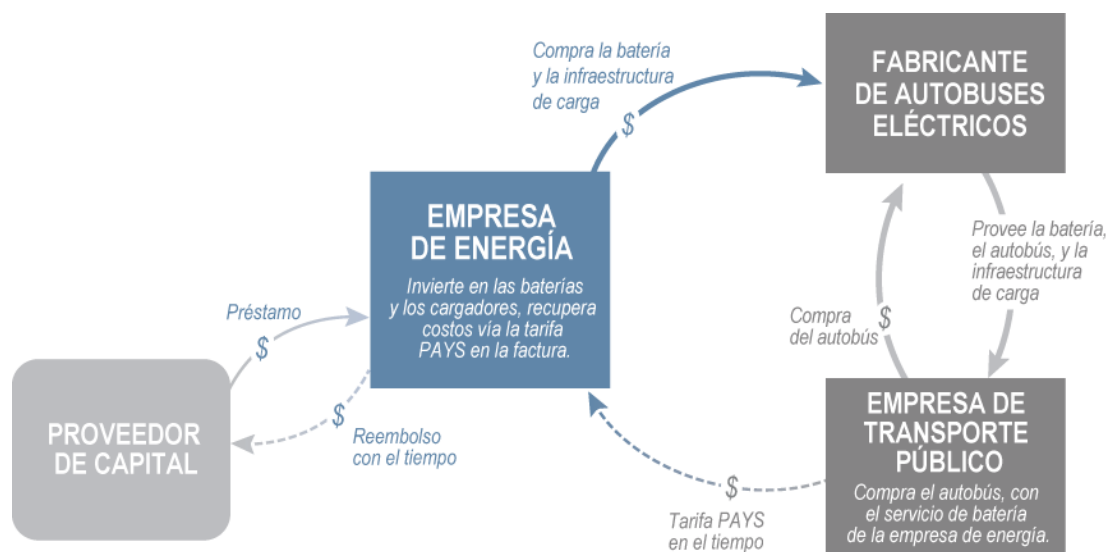
¹ Pay As You Save® (PAYS®) es una marca registrada por el Energy Efficiency Institute (EEI) en los Estados Unidos. Los directores, Harlan Lachman y Paul A. Cillo, crearon el sistema PAYS entre 1998 y 1999. La marca registrada se aplica dentro de los EE. UU. El sistema PAYS de EEI ha sido aplicado por Energy Efficiency Services Ltd. (EESL) en la India, para financiar mejoras de eficiencia energética, entre ellos bombillas LED, alumbrado público, ventiladores y bombas de agua y aguas residuales.

² Vea, por ejemplo, el programa HELP PAYS® de Ouachita Electric Cooperative y el programa Windsor Efficiency PAYS® de la ciudad de Windsor. Consulte el Anexo 7.2 para obtener una lista completa de los programas PAYS relevantes.

³ Consulte la Sección 4, "Plan de implementación y replicación".

de suministro de energía, si es necesario.

Figura 1 – Mecanismo del Instrumento PAYS para el Transporte Limpio



2.1 TRANSACCIÓN PAYS PARA LOS AUTOBUSES DE TRANSPORTE PÚBLICO

La **empresa de energía** y la **empresa de transporte público** aceptan inicialmente las condiciones de servicio que permiten a la empresa de energía pagar los componentes primarios de los costos iniciales adicionales de los autobuses eléctricos, es decir, las baterías y las estaciones de recarga. La empresa de energía recupera sus costos a lo largo del tiempo a través de una tarifa fija incluida en la factura mensual de electricidad de la empresa de transporte público, este es el cargo por los servicios del Programa PAYS ("tarifa PAYS").

La tarifa PAYS está diseñada para garantizar que (1) los costos operativos de un bus eléctrico sean siempre menores que los costos operativos estimados de un bus diésel equivalente;⁴ y (2) la empresa de energía recuperará completamente su inversión dentro del período de garantía de la batería y el equipo de carga, sujeto a la restricción en (1). La empresa de energía está protegida contra riesgos tecnológicos por la garantía del equipo del fabricante, y su inversión es rentable y segura, con la opción de desconectar el servicio en caso de falta de pago. Solo se requiere que la empresa de transporte público pague sus facturas de electricidad, sin asumir ninguna responsabilidad adicional.⁵

Una vez que se establece la tarifa, la empresa de energía puede aprovecharse de deuda externa prestada contra su balance general para pagar el costo de las baterías de los autobuses eléctricos y la infraestructura de carga. Esto permite a la empresa de transporte público obtener nuevos autobuses eléctricos de un **fabricante libre de deuda con una inversión fuera de su balance**, pagando aproximadamente el

⁴ En el sistema PAYS, esto se basa en los precios actuales y futuros del diésel y la electricidad.

⁵ Se supone que la empresa de transporte público está dispuesta a cubrir los costos iniciales equivalentes a los de un autobús diésel. Si el costo de un bus eléctrico sin baterías o infraestructura de carga es inferior al de un bus diésel, la empresa de transporte cubre la diferencia. Si, debido a las restricciones en el diseño de la tarifa, la empresa de energía no puede capitalizar de manera rentable el costo total de la batería y el cargador, y la empresa de transporte no está dispuesta a cubrir los costos restantes, se introduce el capital concesional o subvenciones para reducir los costos financieros, o cubrir la diferencia restante.

mismo costo inicial que lo haría para los autobuses diésel equivalentes. Si el costo inicial aún es más alto que el autobús diésel, la diferencia restante se cubre con fondos de subvenciones del **proveedor de capital concesional** o con incentivos de las empresas de suministro de energía.

La empresa de energía recupera sus costos de inversión (incluido el costo de capital) de la **empresa de transporte público** a través del cargo PAYS en sus facturas de electricidad mensuales, y una vez que esos costos se recuperan, la empresa de transporte adquiere la propiedad de la batería y el cargador.

2.2 BENEFICIOS DE PAYS Y LOS CRITERIOS DE ACCIÓN

Tabla 1 - Beneficios del mecanismo PAYS para cada una de las partes interesadas

Parte Interesada	Beneficios clave de la participación en PAYS para la parte interesada	Criterios de Participación
Empresa de Transporte Público	<p>Acelera la electrificación de la flota de autobuses</p> <p>No hay cambios en los gastos de capital relativo a autobuses diésel y además hay ahorros operativos inmediatos</p> <p>Los gastos de capital iniciales en baterías e infraestructura de carga pasan de ser deuda en el balance general a un gasto operativo mensual más bajo y sin obligaciones financieras</p> <p>No hay responsabilidad financiera adicional (distinto a un préstamo o arrendamiento) en el balance general de la empresa de transporte público⁶</p>	<p>Empresas de transporte público, sean públicas o privadas, con una historia confiable de pago de facturas de electricidad.</p>
Empresa de Energía	<p>Pago seguro en la factura con la capacidad de tratar las facturas no pagadas de manera similar a otros servicios, incluida la desconexión del servicio, lo que produce tasas de recuperación de costos excepcionalmente altas⁷</p> <p>Aprovecha un balance general más sólido y mayor acceso a capital (relativo a las empresas de transporte público)</p> <p>Logra la recuperación del capital invertido dentro del período de garantía del equipo (eliminando la exposición al riesgo de tecnología, real o percibido)</p> <p>Ingresos significativos de ventas adicionales de electricidad a la empresa de transporte público facilitadas por PAYS⁸</p>	<p>Cualquier empresa de energía que sea solvente y con buena historia de crédito puede ofrecer una tarifa de PAYS a las empresas de transporte.</p> <p>Iteraciones futuras podrán acomodar a las empresas de energía no solventes.⁹</p>
Proveedor de Capital	<p>Acceso a una contraparte más solvente (la empresa de energía) y aislamiento de la hoja de balance del pagador (la empresa de transporte público)</p> <p>Beneficios procedentes de una mejor asignación de los riesgos tecnológicos de las baterías y cargadores, que pueden haber prevenido a otros prestadores ingresar al mercado</p> <p>Se expone a una importante industria en crecimiento</p>	<p>Cualquier fuente de capital de deuda puede ser aprovechada por la empresa de energía para las inversiones PAYS</p>

⁶ Estándares de contabilidad a ser adoptados en 2019, requerirán que los arrendamientos previamente fuera del balance se traten dentro hoja de balance, aumentando las ventajas de PAYS. Ver *Deloitte's guide to IFRS 16*.

⁷ Entrevistas con expertos.

⁸ Esto varía en cada geografía y condiciones de Mercado, pero puede estimarse de forma conservadora a US \$250,000 por autobús. Ver Sección 5.1 "Modelaje Cuantitativo"

⁹ Ver Sección 5.3, "Movilización de Financiamiento Privado y Potencial de Replicación"

	(vehículos eléctricos e infraestructura de carga)	
Productor de Autobuses	Aumento de las ventas de productos en nuevos mercados donde los costos iniciales hubieran restringido las ventas Competencia y experiencia en nuevos mercados y relaciones comerciales	El producto cumple con las necesidades de la empresa de transporte y la batería y el cargador tienen periodos de garantía suficientemente largos para que la empresa de energía pueda recuperar completamente sus costos

3. INNOVACIÓN

PAYS aplica un enfoque ya probado en otros sectores para superar las barreras mayores a la adopción de autobuses eléctricos a gran escala: altos costos iniciales, altos costos de financiamiento, asignación ineficiente del riesgo tecnológico y uso ineficiente de los subsidios públicos.

3.1 EL DILEMA DE LOS COSTOS INICIALES: ABORDANDO LAS BARRERAS DE LA ADQUISICIÓN DE AUTOBUSES ELÉCTRICOS

PAYS para el Transporte Limpio supera las principales barreras a la adquisición de autobuses eléctricos en los países en desarrollo, incluido el alto costo inicial de los autobuses eléctricos en comparación con el diésel; altos costos de financiamiento para inversiones de transporte público limpio; la falta de participación de las empresas de energía en la electrificación del transporte; y la asignación parcial de los riesgos tecnológicos de la transmisión eléctrica y la tecnología de recarga a los proveedores de capital (en lugar de a los fabricantes).

PAYS también aborda las barreras para la ampliación de la adopción de autobuses eléctricos, incluida la reducción de la dependencia en subsidios y subvenciones para financiar los costos iniciales más altos; cuantificación de los beneficios no financieros de los autobuses eléctricos; y otros obstáculos para la adopción generalizada (Ver Tabla 2).

Tabla 2 – Barreras para la electrificación de autobuses y cómo PAYS para el Transporte Limpio puede abordarlas

Barreras	Explicación	Cómo PAYS aborda cada barrera
Costo inicial alto comparado con un autobús diésel	Los autobuses eléctricos cuestan más que los autobuses diésel, debido a los costos adicionales de la batería y la infraestructura de carga. A menudo, las regulaciones de la contratación pública priorizan las opciones con el costo inicial más bajo. Normalmente se requieren subvenciones o subsidios para cubrir estos costos adicionales.	Las empresas de energía compran baterías e infraestructura de carga (con capital interno o externo), lo que reduce los costos iniciales en relación con los autobuses diésel. La inversión se recupera a través de la tarifa PAYS, que introduce un cargo mensual en la factura de electricidad de la empresa de transporte público. Una vez que los costos de la empresa de energía se recuperan por completo, los activos pasan a ser propiedad de la empresa de transporte público.

<p>Costos altos de financiamiento o falta de acceso a financiamiento para inversiones de transporte público limpio</p>	<p>Las empresas de transporte público (privadas y públicas) pueden enfrentar desafíos para acceder a financiamiento de bajo costo debido a calificaciones crediticias deficientes o inexistentes, modelos de negocios insostenibles y tasas de recuperación de bajo costo.</p>	<p>Las empresas de transporte público no necesitan ser solventes. Además, los pagos de facturas de electricidad a la empresa de energía son gastos operativos y no de deuda, separadas de las obligaciones que tiene la empresa de energía al proveedor de capital. Al prestarle capital a una empresa de energía en vez de una empresa de transporte público, el proveedor de capital reduce la exposición al riesgo y puede proporcionar financiamiento en mejores condiciones. El mecanismo de recuperación de costos para la empresa de energía es más seguro que un préstamo o arrendamiento estándar a una empresa de transporte público debido a la capacidad de la empresa de energía para tratar las facturas de electricidad no pagadas de manera similar a cualquier otro servicio, incluida la desconexión por falta de pago.</p>
<p>Falta de escalabilidad de los programas de compra de autobuses eléctricos.</p>	<p>Alcanzar escala es intensivo en capital. Las empresas de transporte público suelen ser poco rentables o generan pérdidas, y tienen poco capital de inversión. Los proveedores del servicio de transporte público dependen de las asignaciones presupuestarias de los gobiernos municipales.</p>	<p>La empresa de energía puede acceder al capital interno (capital de inversión) o externo (deuda) a un costo menor, como una operación rutinaria. PAYS aprovecha el acceso a financiamiento de las empresas de energía para facilitar la escalabilidad.</p>
<p>Falta de participación de las empresas de energía en la electrificación del transporte.</p>	<p>A pesar de intereses convergentes en el transporte limpio, las empresas de energía y de transporte siguen sin estar coordinados en la electrificación.</p>	<p>PAYS crea relaciones más sólidas entre las empresas de energía y de transporte, y facilita la expansión de las empresas de energía en el mercado del transporte limpio.</p>
<p>Dependencia de los subsidios y subvenciones para incentivar las compras de autobuses eléctricos.</p>	<p>El costo adicional de los autobuses eléctricos generalmente se cubre con subsidios o subvenciones de escala limitada; hay casos políticamente controvertidos y en general es un uso ineficiente de recursos públicos.</p>	<p>PAYS acelera el camino hacia la viabilidad comercial. Es posible que se requiera inicialmente algún financiamiento de subvenciones o incentivos de las empresas de energía para cubrir cualquier costo adicional que no pueda recuperarse a través de una tarifa PAYS, pero que disminuiría con el tiempo a medida que disminuyan los costos de la batería. Los subsidios o subvenciones serán una fracción de lo que normalmente se necesitaría para catalizar la adquisición de autobuses eléctricos.¹⁰</p>

Las tasas de adopción de autobuses eléctricos están muy por debajo de lo que se necesita para cumplir con los objetivos de descarbonización del transporte al 2030. El mecanismo de PAYS, testado y probado en la implementación de proyectos de eficiencia energética en edificios, aborda de manera efectiva las barreras clave para acelerar el cambio hacia el transporte limpio.

¹⁰ Consulte la comparación de la ayuda o subvenciones requeridas para autobuses eléctricos con y sin PAYS en el Anexo 7.6.

3.2 APLICACIONES PREVIAS DE PAGOS Y ENFOQUES ALTERNATIVOS PARA FINANCIAR EL TRANSPORTE LIMPIO

3.2.1 APLICACIONES PREVIAS DE PAYS

PAYS se ha implementado en otros sectores relacionados con la mitigación climática para superar las barreras a la inversión que ahora enfrentan los autobuses eléctricos. La implementación hasta la fecha en los Estados Unidos y en la India se ha centrado principalmente en proyectos de eficiencia energética, calentamiento solar de agua y eficiencia de sistemas de agua. Los ocho programas PAYS examinados por la Secretaría del Laboratorio (*Lab*) lograron una transición constante desde capital concesional a capital comercial, pasando desde los fondos de los contribuyentes y el financiamiento interno de las empresas de energía (utilizando los ingresos operativos) a préstamos de mercado basados en el balance general de la empresa de energía.

3.2.2 ENFOQUES EXISTENTES DE FINANCIAMIENTO DE AUTOBUSES ELÉCTRICOS

La Secretaría del *Lab* examinó treinta y dos programas de financiamiento de vehículos eléctricos, concluyendo que la barrera más consistente tanto para la ejecución como para la escala de estos proyectos es el costo inicial. Los programas existentes de adquisición de autobuses eléctricos fuera de China (que albergan el 99% de la actual flota global de autobuses eléctricos) se concentran en América Latina (Chile, México, Colombia, Uruguay) y el sur de Asia (India, Sri Lanka, Vietnam), con proyectos adicionales apareciendo en Egipto, Jordania y Georgia. Estos proyectos rara vez han movilizad o capital en términos comerciales; la mayoría de los casos de las ciudades líderes reportados por la Iniciativa de Financiamiento para Ciudades Sostenibles, unas dos docenas, han dependido de subvenciones y préstamos en condiciones favorables.¹¹ Los costos iniciales son una barrera constante para la ejecución de estos proyectos, e incluso cuando las partes están dispuestas a cubrir los costos iniciales para la ejecución del proyecto, las restricciones de capital restringen fuertemente la escalabilidad. Además, aparte de varios programas de descuento muy limitados, los recursos de capital de las empresas de energía no se utilizan actualmente para sacar provecho de la inversión en autobuses eléctricos.¹²

Un mecanismo de financiamiento alternativo que está ganando cierto impulso es el arrendamiento (leasing) de baterías, sin embargo, este enfoque requiere que las empresas de transporte público asuman pasivos financieros a largo plazo. Las empresas de transporte público arriendan las baterías de una entidad separada, a la que pertenecen. Esto requiere entidades con capital suficientemente grande y de alto riesgo para financiar la entidad de arrendamiento, asumir los costos de suscripción y completar la diligencia debida sobre la empresa de transporte público, que, en la mayoría de los contextos, es poco probable que se considere una contraparte solvente. El arrendamiento también coloca los pasivos a largo plazo en el balance general de la empresa de transporte, mientras que no existe tal pasivo en una transacción PAYS, ya que la empresa de energía recibe ingresos PAYS directamente a través de la factura de electricidad de la empresa de transporte público (que lo trata como un gasto operativo). El arrendamiento también es relativamente poco atractivo para las entidades más grandes con mayor acceso a los mercados de capital, ya que

¹¹ Ver Li, Castellanos, y Maassen (2018); y el portal de la [Financing Sustainable Cities Initiative \(FSCI\)](#), que cataloga los proyectos de autobuses de bajas/cero emisiones en progreso FSCI es una colaboración entre el World Resources Institute (WRI) y C40 Cities, con el apoyo de la Fundación Citi y el Global Environment Facility.

¹² Consulte los Anexos 7.1 y 7.2 para obtener un resumen abreviado de los enfoques de financiamiento de autobuses eléctricos comparables actualmente en operación y las transacciones PAGAS relevantes en otros sectores.

suele ser más caro que otros tipos de préstamo. Consulte el Anexo 7.3 para obtener más detalles sobre la diferenciación entre PAYS y el arrendamiento, así como otras opciones de financiación.

3.3 DESAFIOS PARA EL ÉXITO DEL INSTRUMENTO

Los riesgos potenciales más importantes en una transacción de PAYS y las opciones para mitigarlos se detallan en la Tabla 3. Consulte el Anexo 7.4 para materiales adicionales sobre los riesgos.

Tabla 3 – Desafíos para el éxito del instrumento y opciones para su mitigación

Desafío	Descripción	Estrategia de Mitigación
La empresa de energía sólo paga los costos de la batería y el cargador hasta el punto de la rentabilidad dentro del período de garantía, al tiempo que también ofrece ahorros de costos operativos a la empresa de transporte. Estos (costos) pueden ser menores que el costo total del equipo.	La necesidad de ofrecer ahorros operativos sobre el autobús diésel determina el cargo mensual máximo, y la duración de la garantía de la batería y el cargador del autobús eléctrico determina el período de tiempo dentro del cual la empresa de energía puede recuperar sus costos. Es posible que los pagos acumulados durante ese período no sean lo suficientemente grandes como para cubrir el costo total de la batería y el cargador.	Los costos restantes de la batería y el cargador, y otros costos iniciales restantes del autobús eléctrico en comparación con un autobús diésel, pueden ser asumidos por la empresa de transporte público, en el caso de que el costo del bus eléctrico sin batería y el cargador es inferior al del diésel. Estos costos restantes pueden ser compensados por subvenciones o fondos de subsidio. El uso de subvenciones para cerrar estas diferencias, en lugar de cubrir todos los costos incrementales, es mucho más efectivo. Dichas diferencias disminuirán y se cerrarán con el tiempo con la disminución del precio de la batería.
Insuficiente duración de la garantía para la batería y el cargador.	Las baterías y cargadores de vehículos eléctricos son tecnologías emergentes con pocas aplicaciones en vehículos pesados. Los inversores pueden preocuparse de que la empresa de energía asuma riesgos de alta tecnología si la garantía de la batería y el cargador no cubre completamente el período de recuperación de costos requerido.	Se puede invitar a los fabricantes a ofrecer garantías extendidas para asegurarse que las empresas energía no asuman riesgos tecnológicos. Alternativamente, se puede solicitar una garantía equivalente a la agencia de crédito de exportación del país de origen del equipo.
Riesgos percibidos de las contrapartes	Los riesgos pueden percibirse desde la perspectiva de: (a) el prestamista: con respecto a la capacidad de la empresa de energía para cumplir con sus obligaciones de deuda si la empresa de transporte público no paga su factura de electricidad (b) la empresa de energía: en relación con la capacidad de pago de la empresa de transporte público y la efectividad de la desconexión de servicio como medida para garantizar la seguridad del pago.	Estrategias apropiadas que abordan la percepción de riesgo pueden ser: (a) la empresa de energía establece un fondo de reserva para cubrir déficits inesperados en el programa de recuperación de costos; o (b) se puede establecer una garantía de primera pérdida o equivalente en una proporción apropiada de la inversión PAYS, que tendrá efecto si la empresa de energía no puede recuperar completamente sus costos.

PRUEBA DE MERCADO Y MÁS ALLÁ

4. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN Y REPLICABILIDAD

PAYS es una solución efectiva a corto plazo para la adquisición de cientos de autobuses eléctricos en un solo programa de inversión. Los beneficios medidos de los programas iniciales facilitarán la ampliación hasta el nivel de la flota entera y la replicación en otras ciudades y regiones.

Un programa de inversión inicial PAYS para 100 autobuses eléctricos puede financiar baterías e infraestructura de carga, y ya se han identificado varios lugares prometedores en países en desarrollo con buenas condiciones para la innovación.¹³ La primera transacción PAYS reforzará la comprensión de que PAYS para el Transporte Limpio es una opción de bajo riesgo para financiar autobuses eléctricos que alinea los incentivos de las empresas de energía, las empresas de transporte público, inversionistas, fabricantes de autobuses eléctricos y gobiernos de las ciudades.

Para comprar e implementar autobuses eléctricos a escala utilizando un mecanismo de PAYS en países en desarrollo, se necesita tanto un proceso de desarrollo del programa (en curso a través del proceso del *Lab*) como un plan de transacción individual para una fase piloto y un plan para posteriores implementaciones.¹⁴ Discutiremos los pasos y el progreso en cada uno de estos procesos a continuación.

4.1 PROGRESO DEL LAB HASTA HOY EN EL DESARROLLO DEL PROGRAMA PAYS

La base analítica establecida por el *Lab* y la experiencia de campo del proponente del instrumento, Clean Energy Works, reducirá el tiempo y el costo para los implementadores de PAYS y los socios en cada país que esté listo a desplegar un proyecto inicial. Las actividades realizadas por el *Lab* hasta la fecha incluyen:

- (1) Refinar el mecanismo del instrumento y confirmar con los expertos de campo cómo sus atributos son diferentes a otros instrumentos o esfuerzos comparables para financiar la electrificación de los autobuses.
- (2) Definir los criterios para las geografías objetivo y para las partes interesadas, y aplicar estos criterios para identificar un subconjunto prometedor de ciudades objetivo para implementaciones iniciales
- (3) Crear modelos a nivel de programa para los rendimientos financieros de PAYS para las diferentes partes interesadas, los diferentes períodos de recuperación de costos y las necesidades de financiamiento y apalancamiento financiero, así como modelos de emisiones GEI e impacto de contaminantes locales.
- (4) Adaptar implementaciones para ciudades específicas usando datos disponibles públicamente.

¹³ El tamaño de una transacción puede variar sustancialmente según la flota real y las necesidades de retiro. En la Sección 5.1 "Modelización cuantitativa" presentamos resultados modelados para una flota de 100 autobuses en Santiago, Chile.

¹⁴ El plan de transacción para un proyecto piloto PAYS no tiene que seguir necesariamente todos los pasos descritos aquí.

4.2 CONTEXTOS OBJETIVOS

El enfoque de PAYS para superar la barrera de los costos iniciales para la adopción de autobuses eléctricos es convincente en varias geografías. Sin embargo, dado que PAYS aún no se ha aplicado al sector de transporte limpio en los países en desarrollo, nos hemos centrado en contextos específicos para la implementación que incluyen las siguientes condiciones particularmente deseables:

- (1) Fuerte apoyo de políticas nacionales y municipales para la electrificación del transporte y / o la reducción de la contaminación con diésel;
- (2) Precios de diésel comparativamente altos y / o precios de electricidad bajos;
- (3) Empresas de energía solventes;
- (4) Red eléctrica comparativamente limpia con un factor de emisiones de red bajo;
- (5) Socios de implementación dispuestos y capaces que cumplan con los criterios de participación.

Sobre la base de estas condiciones, varias ciudades fueron identificadas como contendientes prometedores para un programa piloto de PAYS. Estas incluyen ciudades en América Latina (Santiago, Chile; Ciudad de México, México; Bogotá, Colombia; Belo Horizonte, Brasil); África del sur (Ciudad del Cabo); y el Medio Oriente (Amman, Jordania). Se están llevando a cabo discusiones avanzadas con posibles socios de implementación en Ciudad del Cabo y Bogotá, y hay interés emergente en Ecuador, India y Vietnam puede generar oportunidades en el futuro.

4.3 PLAN DE TRANSACCIÓN PARA UN LUGAR ESPECÍFICO

El *Lab* identificó varios pasos clave para desarrollar un programa PAYS específico para cada ciudad:

- (1) Establecer el contacto con las partes interesadas relevantes (empresa de energía, entidad reguladora de servicios públicos, empresa del servicio de transporte público, fabricante de autobuses, proveedores de capital y líderes locales del transporte limpio), desarrollar relaciones y acuerdos informales.
- (2) Llevar a cabo análisis de impacto financiero y ambiental localizados, basados en datos proporcionados por las partes interesadas y con consideración localizada de sensibilidades importantes.¹⁵ Presentar el caso de negocios a la empresa de transporte público, empresa de energía, proveedor(es) de capital comercial y, si corresponde, proveedor de capital concesional.
- (3) Buscar un acuerdo no vinculante con la empresa de energía, el fabricante de autobuses, la empresa de transporte público y los proveedores de capital para obtener la aprobación regulatoria de una tarifa de PAYS y proporcionar financiamiento para un proyecto piloto.
- (4) Asesorar a la empresa de energía en el desarrollo y diseño de la tarifa PAYS y enviar la propuesta al regulador de la empresa de energía para su aprobación. Apoyar la participación de los partes interesados en el proceso de revisión según sea necesario.
- (5) Buscar un acuerdo con la empresa de transporte público para adoptar la tarifa PAYS si se aprueba.
- (6) Obtener la aprobación de la tarifa PAYS del regulador de servicios públicos.
- (7) Cerrar acuerdos vinculantes entre todas las partes y participar en un proceso competitivo de adquisición de autobuses.

¹⁵ Ver Anexo 7.5 para más detalles.

- (8) Recibir la entrega de los autobuses eléctricos 12-15 meses después de que se realicen los pedidos y empezar las operaciones; la tarifa de PAYS y el piloto se activan con la entrega de autobuses y se extienden hasta el final del proceso de recuperación de costos, según los términos acordados.

Los proyectos iniciales utilizarán un instrumento de deuda simple mediante el cual el proveedor de capital presta directamente a la empresa de energía. Esto restringirá las primeras transacciones de PAYS a las empresas de energía solventes, ya que se requerirá la solvencia para que puedan tomar préstamos directamente. Una vez que el instrumento se ha demostrado con éxito, el concepto puede extenderse para abordar los casos en que la empresa de energía es menos solvente (por ejemplo, la mayoría de las empresas de energía en el Sur de África) utilizando una estructura de financiación de proyectos. Esto probablemente involucrará a una entidad separada (una entidad con cometido especial) que mantiene la batería e infraestructura de carga como activos, aislando los proveedores de capital de las empresas de energía con balances generales débiles a través de una estructura de financiamiento de proyectos.

Los desafíos de implementación a corto plazo incluyen:

- Asegurarse de que la empresa de transporte público pueda adquirir buses eléctricos en términos competitivos y al mismo tiempo cumplir con los requisitos del sector público para grandes adquisiciones (deferente en cada país);
- Acceso a deuda en moneda local (preferible para evitar el riesgo cambiario) en condiciones competitivas a un costo adecuado al bajo nivel de riesgo para el proveedor de capital;
- Asegurar una rápida aprobación regulatoria para que la empresa de energía pueda ofrecer la tarifa de PAYS de suscripción.

Según varias entrevistas con partes interesadas, y experiencias previas de PAYS con procesos de aprobación regulatoria, estos desafíos parecen ser superables, y no esperamos que presenten riesgos significativos para la implementación exitosa de un programa PAYS inicial. Los miembros del *Lab*, especialmente los representantes de los bancos de desarrollo en geografías relevantes serán también importantes para promover el concepto dentro del gobierno y el sector privado.

4.4 EL EQUIPO

PAYS es un enfoque que podría ser defendido por cualquiera de los actores que pueden beneficiarse de él. Sin embargo, debido a que es un nuevo modelo en el sector, en la práctica sí requiere un campeón para despegarlo. Clean Energy Works (el principal defensor de PAYS, dirigido por la Dr. Holmes Hummel), tiene una experiencia significativa en el diseño e implementación de PAYS en el sector de eficiencia energética, y se especializa en brindar servicios de asesoría a empresas de energía y a los socios en cada país para garantizar un diseño efectivo y la adopción de PAYS a través del plan de la transacción que se describió en la sección anterior.

4.5 AMPLIACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN

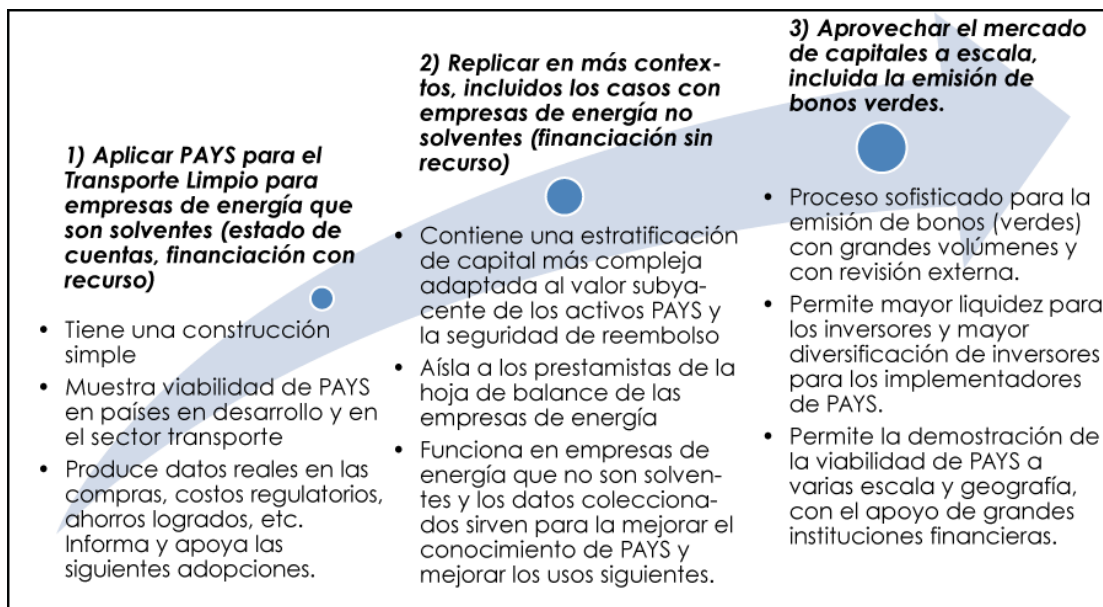
En cuanto los beneficios de PAYS se demuestran en un programa piloto inicial, la implementación se puede escalar en esa misma ciudad o país. Una primera transacción PAYS podría tener como objetivo la compra de ~ 100 autobuses eléctricos, una fracción del tamaño típico de la flota para una ciudad grande (ej., aproximadamente el 1.5% de la flota de tránsito actual en Santiago, Chile). Incluso a esa escala, el piloto inicial puede demostrar beneficios medibles para todos los

interesados en la transacción (ej., ahorros operacionales, recuperación de costos segura, y otros aspectos del diseño de la tarifa) y aportar los beneficios del transporte limpio a la ciudad en general. La empresa de transporte público en esa ciudad puede luego trabajar con su empresa de energía para realizar una mayor inversión en transacciones PAYS, y / o la empresa de energía puede optar por realizar inversiones similares de autobuses limpios en otras ciudades en su área de servicio. Una vez que las tarifas de PAYS sean comúnmente aceptadas, será bastante fácil escalar la transacción en la misma ciudad o escalar transacciones similares dentro del área de servicio de la misma empresa de energía.

4.6 REPLICACIÓN DE PAYS EN OTRAS GEOGRAFÍAS

Las transacciones PAYS subsiguientes crecerán en tamaño, amplitud geográfica y diversidad de socios de implementación. Como se detalla en la Figura 2, PAYS para el Transporte Limpio puede ser modificado para adaptarse a entidades con estados de cuenta y solvencia crediticia variables. Los costos de implementación y tecnología seguirán disminuyendo, eliminando a la necesidad de capital concesional a lo largo del tiempo y aumentando los beneficios de PAYS para las ciudades, las empresas de energía y las empresas de transporte público por todo el mundo.

Figura 2 - Rutas para acelerar PAYS a través de diferentes tipos de empresas, geografías y mercados



El impacto y la escala potenciales de PAYS para el Transporte Limpio se expandirán a medida que los mercados para otros tipos de vehículos eléctricos continúen creciendo, y que la presión por la descarbonización del transporte se intensifique en conjunto con los objetivos climáticos globales y los intentos de reducir la contaminación urbana.

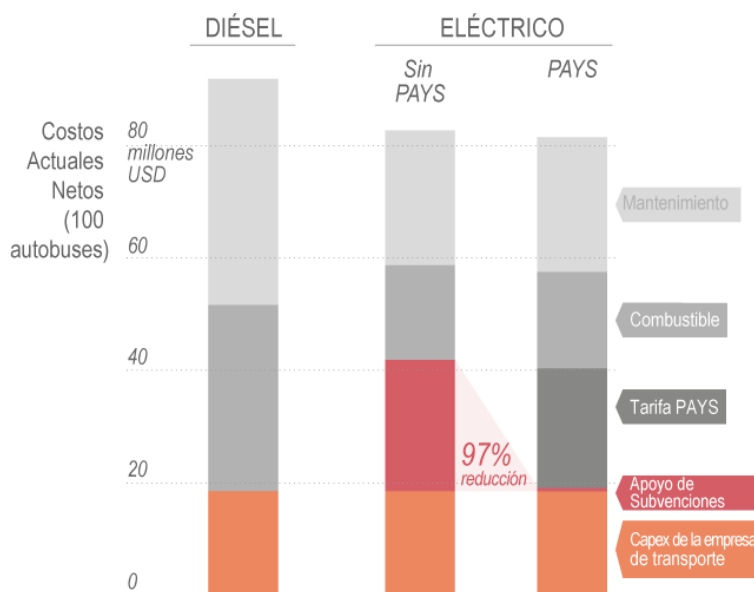
5. IMPACTO

El costo total de propiedad de un autobús eléctrico con PAYS es más barato que el diésel, impulsa más de 70 dólares en financiamiento privado por cada dólar de subvención proporcionado y reduce drásticamente las emisiones de GEI de la flota y contaminantes urbanos

5.1 MODELAJE CUANTITATIVO

La modelización de la *secretaría del Lab* comparó una implementación de PAYS con otras alternativas (diésel y financiamiento adelantado de autobuses eléctricos sin PAYS) en seis ciudades diferentes. Los resultados presentados en esta sección reflejan principalmente los resultados de Santiago de Chile como un conjunto prometedor de resultados con respecto al costo total de propiedad, apoyo de subvenciones, ventas de electricidad y otras variables. Vea el Anexo 7.6 para los resultados detallados de todas las ciudades examinadas.

Figura 3 – Costo total de propiedad para una transacción de 100-autobuses en Santiago, Chile



Incluso bajo supuestos conservadores de los precios de la batería y los costos de capital,¹⁶ el costo total de propiedad de los autobuses eléctricos bajo un programa de PAYS es significativamente menor que el del diésel en la mayoría de los contextos. Los autobuses eléctricos financiados a través de PAYS son aproximadamente US \$104,000 más baratos que los autobuses diésel a lo largo de su ciclo de vida en el caso de prueba de Santiago, que se detalla en la Figura 3. Esta ventaja seguirá creciendo a medida que sigan disminuyendo los costos de la batería y otras tecnologías.

El ejercicio de modelaje a nivel programático de PAYS realizado aquí proporciona información sobre la viabilidad de PAYS en varias ciudades. Las sensibilidades clave que pueden eliminar las diferencias restantes en la viabilidad incluyen garantías de batería más largas (lo que permite que la tarifa se amplíe) y un mayor kilometraje anual (lo que aumenta los ahorros operacionales de los autobuses eléctricos en comparación con el diésel, y así aumentando el cargo máximo PAYS). La diferencia

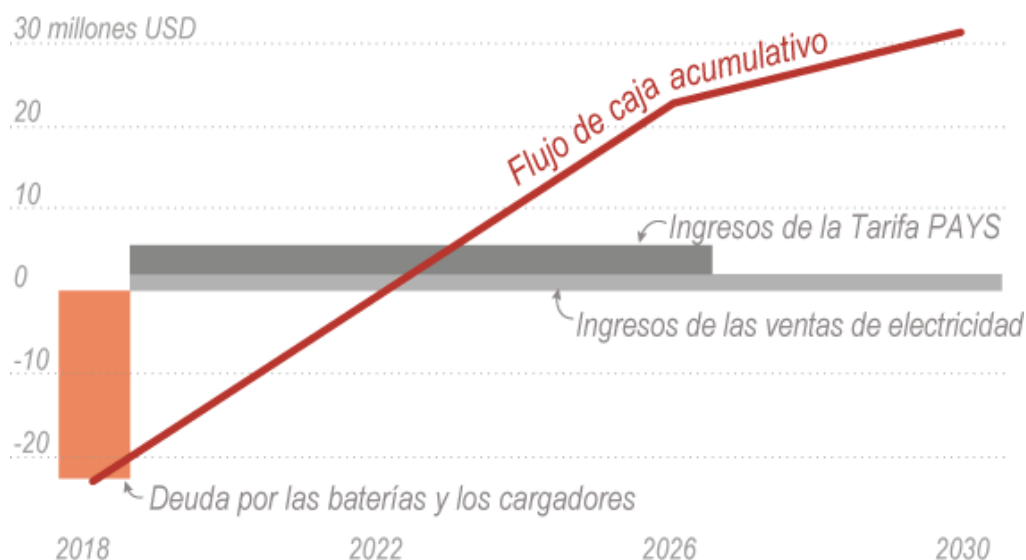
¹⁶ Incluso los datos más recientes del costo de la batería disponibles al público generalmente rastrean las condiciones reales del mercado por entre 12 y 15 meses.

de viabilidad disminuirá con el tiempo de cualquier forma con la reducción de los costos de la tecnología. Consulte el Anexo 7.5 para obtener recomendaciones sobre cómo realizar en más detalle el proceso de modelaje a contextos específicos.

PAYS puede ofrecer ahorros operativos inmediatos a las empresas de transporte, al mismo tiempo que acelera la electrificación de la flota y multiplica el impacto de las subvenciones. Debido a que la cantidad que se puede invertir a través de un programa de PAYS está limitada tanto por el ahorro neto estimado en comparación con un autobús diésel, como por el período de garantía del equipo, aún puede haber una situación donde los períodos de garantía no son lo suficientemente largos para permitir que toda la inversión se recupere sólo a través de la tarifa PAYS. En el ejemplo de Santiago, la empresa de energía no puede recuperar el costo total de las baterías y el cargador bajo las restricciones de una duración de tarifa de ocho años (alineada con las garantías de batería actualmente disponibles) y de un límite establecido en la tarifa tal que los gastos de operación del autobús eléctrico no superan el 95% de los costos operativos de los autobuses diésel. El déficit es de US \$5,681 por bus.

La electrificación de autobuses genera importantes ingresos adicionales de ventas de electricidad para empresas de energía. La electrificación de los autobuses en Santiago generaría ingresos adicionales por servicios públicos de aproximadamente US \$256,000 por autobús, o US \$25.6m (de los 1,216 MWh adicionales de electricidad vendidos) durante la vida útil de 100 autobuses (ver Figura 4). Empresas de energía con sobrecapacidad pueden estar dispuestos a proporcionar incentivos a las empresas de transporte público para eliminar o reducir significativamente la necesidad de subvenciones y facilitar la participación en un programa de electrificación de PAYS y ventas adicionales.

Figura 4 – Flujos de caja nominales de la empresa de transporte público a la empresa de energía, para una transacción de 100 autobuses en Santiago, Chile



5.2 IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL

PAYS moviliza capital para la inversión en autobuses eléctricos que mitiga las emisiones de gases de efecto invernadero y reduce los contaminantes aéreos locales urbanos, contribuyendo directamente al logro de los objetivos de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) del Acuerdo de París. En el caso de Santiago, 100

autobuses eléctricos resultan en una reducción en emisiones de 62,000 toneladas de CO₂ a lo largo de doce años, un 45% menos que los autobuses equivalentes de diésel. El ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero aumentará con el tiempo a medida que la generación de electricidad se vuelva más limpia. Reemplazar toda la flota de transporte público de Santiago, más de 6,600 autobuses, resultaría en un ahorro de más de cuatro millones de toneladas de CO₂ en comparación con una flota de diésel equivalente. Incluso cuando los autobuses eléctricos se cargan en una red eléctrica con uso intensivo de carbono (por ejemplo, en Sudáfrica), estos todavía producen un 15% de ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero.¹⁷ A escala, los autobuses eléctricos con una vida útil de 12 años podrían producir un impacto ambiental mucho mayor (consulte la Tabla 4).

Si las ciudades deben cumplir los objetivos de descarbonización del transporte público, el mercado para los autobuses eléctricos sólo en los Estados Unidos y Europa será de 127,000 unidades al año, ahorrando más de 57 millones de toneladas de CO₂, casi 13,000 toneladas de material particulado y más de 2.2 millones de toneladas de óxido de nitrógeno.

Tabla 4 - Potencial de impacto ambiental de PAYS para el Transporte Limpio a escala

Escala	Número de buses ¹⁸	Emisiones de CO ₂ mitigadas (millones de toneladas) ¹⁹	Contaminantes Locales mitiados (toneladas) ²⁰	
			PM 2.5	NO _x
Programa Piloto (Santiago)	100	0,06	5	200
Reemplazo de la Flota (Santiago)	6.646	4,13	350	13.500
Adquisiciones anuales de autobuses (LatAm)	7.000	5.56	700	124.000
Adquisiciones anuales de autobuses (global excl. EEUU y Europa Occidental)	127.000	57,2	12.900	2.250.000

Las emisiones de ciertos contaminantes locales se evitan por completo. La flota de 100 autobuses de Santiago generaría un ahorro de emisiones de 761 toneladas de monóxido de carbono; 66 toneladas de hidrocarburos; 203 toneladas de óxidos de nitrógeno (NO_x) y 5 toneladas de partículas finas (PM 2.5). El NO_x y el PM 2.5 se han relacionado especialmente con enfermedades cardiopulmonares, asma y cáncer de pulmón. Las cifras proporcionadas aquí corresponden al caso de Santiago, donde la flota de autobuses diésel es relativamente limpia (cumple con los estándares de emisiones Euro VI). Las ganancias son mucho mayores (en particular para las emisiones de partículas y monóxido de carbono) en los casos en que los autobuses eléctricos están reemplazando las flotas de diésel más viejas y más sucias (ver Anexo 7.6). El “carbono negro” es un componente particularmente perjudicial de la materia particulada con un impacto de calentamiento global de 900-3200 veces mayor que el del CO₂ y graves impactos en la salud humana (Minjares, Wagner y Akbar, 2014).

¹⁷ La modelización se basa en factores de emisión de carbono de IGES (2018).

¹⁸ Datos de Santiago: Ver [Global Mass Transit Report](#) (2017). Datos regionales y globales: Freedonia Group, 2017.

¹⁹ Emisiones promedio por país y región del IGES, 2018.

²⁰ Basado en supuestos conservadores de la flota de diésel actual-Euro VI en Santiago, y con la flota regional y global con estándares Euro IV.

5.3 MOVILIZACIÓN DE FINANCIAMIENTO PRIVADO Y POTENCIAL DE REPLICACIÓN

5.3.1 MOVILIZACIÓN DE FINANCIAMIENTO PRIVADO

PAYS utilizará capital al tipo de mercado para financiar la gran mayoría de sus inversiones y apalancará una cantidad significativa de capital privado a lo largo del tiempo, a medida que (1) la diferencia en el costo total de propiedad entre los autobuses eléctricos y diésel disminuye y luego desaparece (probablemente dentro de los próximos años) y (2) la cobertura de garantía para baterías y estaciones de recarga se ofrece durante períodos más prolongados, lo que permite recuperar una mayor proporción de los costos del autobús eléctrico a través de la tarifa PAYS.

En Santiago, cada dólar de las subvenciones PAYS se apalanca 70 dólares de inversión privada en autobuses eléctricos, superando ampliamente el apalancamiento equivalente de subvenciones de programas que no utilizan PAYS. Una subvención de US \$568,000 catalizaría inversión de la empresa de energía de US \$23 millones por la compra de 100 autobuses que cuestan un total de US \$42 millones. En comparación, la misma cantidad de subvención sin PAYS podría cubrir el costo inicial total sólo para 1.4 autobuses, y para cubrir los costos iniciales adicionales de 100 autobuses eléctricos se necesitarían subvenciones de más de US \$25 millones. PAYS reduce esta necesidad de subvención en un 97% (ver Anexo 7.6).

5.3.2 DINÁMICA DEL MERCADO

Una adopción inicial de 100 autobuses eléctricos en Santiago a través de un programa de inversión PAYS representaría una pequeña fracción del mercado regional. Serían aproximadamente el 1,4% de los 7,000 autobuses de transporte público que se vendieron anualmente en América Central y América del Sur en 2016. Y serían una porción minúscula del mercado global de autobuses de transporte público de más de 145,000 autobuses vendidos en 2016, de los cuales 127,000 se vendieron fuera de los Estados Unidos y Europa Occidental (Freedonia Group, 2017).

A medida que los beneficios de PAYS son cada vez más aceptados, este mecanismo puede acelerar cambios críticos en los mercados crecientes de autobuses de transporte público de América Latina y el mundo. Se proyecta que la demanda de autobuses de transporte público en América Latina casi se duplicará entre 2016 y 2021, y crecerá a una tasa de crecimiento compuesto anual de aproximadamente 12.7% (Grupo Freedonia, 2017). Bajo el status quo de hoy, la mayoría de estos nuevos autobuses comprados en mercados crecientes de autobuses de tránsito, tanto en América Latina como a nivel mundial, serán autobuses diésel que fijarán emisiones adicionales de carbono y contaminantes durante más de una década. PAYS puede ayudar a interrumpir este status quo resolviendo algunos de los desafíos más importantes para el financiamiento y despliegue de autobuses eléctricos a escala en todo el mundo.

6. APORTES PRINCIPALES

Innovador: PAYS aplica por primera vez un enfoque probado y comprobado en otros sectores a los autobuses eléctricos. El instrumento aborda las barreras clave para la adopción de autobuses eléctricos al proporcionar financiamiento de bajo costo y de bajo riesgo por medio de las entidades adecuadas (empresas de energía) con las opciones de financiamiento correctas (balances más sólidos) y seguridad de pago (facturas eléctricas establecidas).

Sostenibilidad financiera: PAYS es financieramente sostenible, ya que se basa principalmente en el capital comercial y utiliza una pequeña fracción de las finanzas concesionales por autobús en comparación con iniciativas similares, incluso en la etapa piloto. Las reducciones de los costos tecnológicos harán que los autobuses eléctricos con PAYS sean competitivos sin ningún tipo de subvención en ciertos mercados, y cuando se aplican en combinación con los vehículos de financiamiento de proyectos aptos para empresas de energía menos solventes, PAYS para el Transporte Limpio puede ser aplicable en numerosos mercados en todo el mundo en desarrollo.

Catalítico: Una aplicación inicial de PAYS para el Transporte Limpio en Santiago, Chile, para una transacción de 100 autobuses, apalancaría la inversión de financiamiento privado de 70 dólares por cada dólar de subvenciones, a la vez que proporcionaría beneficios ambientales tangibles y reduciría drásticamente las necesidades de otras subvenciones. Una aplicación inicial exitosa de PAYS para el Transporte Limpio para autobuses de transporte público abrirá el camino para que el instrumento PAYS sea ofrecido por más empresas de energía y alcance una mayor proporción del sector de transporte. La adquisición de autobuses eléctricos de transporte público en ciudades del mundo en desarrollo reduciría las emisiones de CO₂ en aproximadamente 57 millones de toneladas por año, con muchas más reducciones posibles a medida que el instrumento se aplica en ubicaciones adicionales y en más tipos de vehículos.

Accionable: PAYS ofrece beneficios financieros y ambientales en todo el mundo y una aplicación inicial podría implementarse rápidamente en varios lugares, con gobiernos municipales, empresas de energía, bancos, fabricantes de autobuses y consultores alineados para ayudar a implementarlo y escalarlo con el tiempo.

7. ANEXOS

7.1 RESUMEN DE INSTRUMENTOS COMPARABLES REVISADOS

Título de Proyecto	Locación	Descripción	Barrera para escalar	Fuente de Financiamiento	No. de buses
Transantiago Electric Bus Program	Santiago, Chile	Contratación pública vía licitación	Costo inicial alto, Sin forma de llegar a poseer infraestructura de recarga	Gobierno de la ciudad (buses) Empresa de energía (infraestructura de recarga)	90
BMTC Electric Bus Tender	Bengaluru, India	Contratación pública vía licitación para compra, lanzamiento & operación de autobuses	Costo inicial alto	Inversionistas privados	150
Eje 8 Sur Green Corridor	Ciudad de México, México	Estudios técnicos para un corredor de autobuses eléctricos	Costo inicial alto. Empresa de transporte público subcapitalizada	[TBC] Ministerio de Finanzas Capital privado Bancos de Desarrollo	~50
Bogotá Technological Transformation Program	Bogotá, Colombia	Compra de autobuses híbridos y eléctricos para la flota de Transmilenio	Costo inicial alto. Riesgo tecnológico percibido. Falta de proveedores y expertos en mantenimiento	Préstamos favorables a largo plazo	300
Alexandria Electric Bus Tender	Alexandria, Egypt	Contratación pública vía licitación	Costo inicial alto Competencia de autobuses diésel usados Costo bajo del combustible diésel	Banco de Desarrollo Chino (concesiones o préstamos)	15
Low Carbon Bus Fund	Vietnam	El Fondo de Autobuses de Bajo Carbono cubre el costo incremental de los autobuses eléctricos, con un enfoque de eliminación gradual.	Costo inicial alto Falta de infraestructura de recarga Falta de capacidad de planeación en el gobierno	Ministerio de Medio Ambiente y de Transporte NAMA Facility (subvenciones)	250

7.2 RESUMEN DE OTRAS TRANSACCIONES PREVIAS E IMPORTANTES DE PAYS²¹

Nombre del Programa	Ubicación	Año inicio	Descripción	Fuentes de Financiamiento
SmartSTART®	New Hampshire	2002	El programa PAYS de eficiencia energética de US \$10,8 millones liderado por la empresa regional Eversource y un piloto de US \$0,2 millones liderado por una cooperativa eléctrica.	Presupuesto de conservación de la empresa de energía financiado por los contribuyentes y reutilización de los ingresos de los cargos de PAYS
Solar Saver Pilot	Hawaii	2007	US \$2,9 millones. Programa piloto PAYS de calentador solar de agua financiado por 3 años. Sobrepasado en su demanda dentro de 2 años.	Financiamiento interno de la empresa de energía, de fondos de conservación, financiados por los contribuyentes.
How\$mart	Kansas	2008	Programa de PAYS de eficiencia energética de US \$14,6 millones. Tarifa limitada al 90% de ahorro.	Varias fuentes de terceras partes
How\$martKY	Kentucky	2011	US \$2,3 millones. Programa PAYS en edificios, operado por la coalición de cooperativas eléctricas.	Varias fuentes de terceras partes
Windsor Efficiency PAYS®	California	2012	US \$0,6 millones. Programa PAYS liderado por ciudad / empresa de energía para el uso del agua y la eficiencia en los edificios, llegando a la mitad de los edificios multifamiliares.	Operaciones de la empresa de energía
Upgrade to \$ave	North Carolina	2015	Programa de PAYS de eficiencia energética residencial de US \$2,3 millones en un área de pobreza persistente, liderado por Roanoke Electric.	Programa de Eficiencia Energética y Préstamo para la Conservación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

²¹Para un análisis detallado de programas PAYS en los Estados Unidos, ver Hummel, H. y H. Lachman, 2018. "What is inclusive financing for energy efficiency, and why are some of the largest states in the country calling for it now?". 2018 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, American Council for an Energy-Efficient Economy.

HELP PAYS®	Arkansas	2016	Cartera de eficiencia liderada por la empresa de energía de US \$2 millones que incluye mejoras de eficiencia de energía y gestión de la demanda, con energía solar ahora bajo consideración.	Préstamos al tipo del mercado de Cooperative Finance Corporation basados en el balance general
UJALA LED bulb program	India	2015	Distribución de 237 millones de bombillas LED, que luego se expandió a alumbrado público, ventiladores y bombas de agua potable y aguas residuales. Avalado por la IEA como ejemplo de buenas prácticas.	Capital comercial y préstamos multilaterales con mejoras crediticias (Banco Mundial, FMAM), con ~ 30% de capital social de Energy Efficiency Services Ltd (EESL).

7.3 DIFERENCIAS ENTRE PAYS Y LAS OTRAS FORMAS TRADICIONALES DE PRÉSTAMO, ARRIENDO, Y SUBVENCIÓN

El arrendamiento es la alternativa más comúnmente propuesta al programa PAYS.

En un modelo de arrendamiento, una entidad o fondo compraría y sería dueño de los autobuses, luego los arrendaría a la compañía de autobuses (aunque es posible que los fabricantes los puedan arrendar a clientes directamente sin financiamiento externo). Si bien el principio de cambiar el costo inicial a un gasto operativo es similar al PAYS, el arrendamiento es más limitado en términos de los mercados a los que se puede aplicar y en los que participan las partes interesadas.

El arrendamiento suele ser más apropiado para los mercados con suficientes fondos de capital de riesgo para recaudar el fondo que compra los autobuses. Más importante aún, un contrato de arrendamiento aún coloca un pasivo a largo plazo en el balance de la empresa de transporte público, y también es más sensible a la solidez del balance general de la dicha empresa. Este no es el caso en una transacción de PAYS, ya que la inversión de la empresa de energía se paga directamente a través de la factura de la electricidad, cuyos pagos no se consideran pasivos. El arrendamiento tampoco es atractivo para las entidades más grandes con acceso a los mercados de capital, ya que los términos suelen ser inferiores a los que tienen acceso a préstamos tradicionales.

El fabricante chino de autobuses eléctricos BYD y el proveedor de capital Generate Capital anunciaron recientemente una empresa conjunta para arrendar autobuses eléctricos completos.²² Si bien el programa aún no está operativo, las barreras para la implementación en contextos del mundo en desarrollo aplicables al arrendamiento de baterías aún están presentes e incluso pueden intensificarse debido a los mayores requisitos de capital para la entidad de arriendos.

Los préstamos son una buena opción para las entidades con buen acceso a los mercados de capital, pero aún imponen pasivos significativos a largo plazo en el balance de la empresa de transporte público. Dado que estas empresas suelen ser menos solventes y tienen menos (o ningún) acceso a los mercados de capital, un préstamo directo sería más costoso que un sistema PAYS financiado por la empresa de energía. Al trasladar la inversión de capital a una empresa de energía con crédito solvente (que puede autofinanciarse o solicitar préstamos a tasas más bajas), el sistema PAYS reduce los costos generales de financiamiento, transforma el pasivo a largo plazo de la empresa de transporte público en un pago de factura eléctrica y aísla a los prestamistas de la hoja de balance de dicha entidad.

Las subvenciones, los reembolsos y los créditos fiscales han sido históricamente un medio popular para cubrir los costos iniciales incrementales de los autobuses eléctricos.²³ Las sumas involucradas son significativas: en el caso de Santiago, la financiación de la subvención necesaria para cubrir los costos incrementales de 100 autobuses eléctricos es de US \$23,2 millones sin un sistema de PAYS, y menos de US \$3,5 millones con él. El sistema de PAYS reduce drásticamente la necesidad de fondos de la subvención al aprovechar el interés de las empresas de energía en la electrificación del transporte para cubrir la mayor parte de este costo adicional.

²² Martin, C., 2018. "Buffett-backed BYD forms venture to lease electric buses." Bloomberg. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-07-10/buffett-backed-byd-forms-venture-to-lease-electric-buses-in-u-s>

²³ Ver el portal de [Financing Sustainable Cities Initiative \(FSCI\)](#)

7.4 RIESGOS ADICIONALES AL FINANCIAMIENTO DE AUTOBUSES ELÉCTRICOS

Riesgo	Descripción	Asume el riesgo	Opciones de mitigación
Robustez de la red eléctrica	La empresa de energía no puede satisfacer la demanda de suministro eléctrico adicional	Empresa de transporte público	Ninguno: si la empresa de energía no puede garantizar el servicio, esto prejuzga el financiamiento para cargas adicionales
Precios de la electricidad	Las estructuras tarifarias pueden afectar la propuesta de valor del instrumento.	Empresa de transporte público, Empresa de energía	Basar la tasa PAYS en la tarifa eléctrica actual y alentar la adopción de tarifas inteligentes por parte de la empresa de energía
Incertidumbre de los ahorros de mantenimiento	Se requiere un análisis de sensibilidad para compensar la falta relativa de datos para los costos de mantenimiento del bus eléctrico	Empresa de transporte público, Empresa de energía	Modelización robusta para demostrar la flexibilidad de la propuesta de valor en diferentes escenarios
Riesgo por tipo de cambio	[Si corresponde] Las fluctuaciones desfavorables del tipo de cambio pueden afectar las obligaciones de la empresa de energía con el prestamista si el préstamo no está en moneda nacional	Empresa de energía	Usar la facilidad de cobertura de FX interna o solicitarla a una agencia de crédito de exportación / prestamista principal
Riesgo existencial de las empresas de transporte público	Si las empresas de transporte público cesan las operaciones, la recuperación de costos debe transferirse al proveedor que lo reemplaza	Empresa de energía	Se vincula la recuperación de costos a la ubicación del cargador, no al proveedor de autobuses específico, y se asegura que el nuevo proveedor de transporte reconozca la participación de propiedad de la empresa de energía en el equipo.

7.5 MODELAJE Y CONSIDERACIONES DE LA DEBIDA DILIGENCIA

El modelaje realizado para este documento está destinado a evaluar el caso general de PAYS para el Transporte Limpio. Para la robustez, el modelo utiliza explícitamente supuestos muy conservadores sobre los beneficios de los autobuses eléctricos. Sin embargo, el capital real y los costos operativos de los autobuses eléctricos y diésel son específicos de cada ciudad, y en algunos casos pueden afectar de manera importante el análisis. Algunas variables clave a considerar se enumeran a continuación:

- **Eficiencia y rendimiento de los autobuses diésel.** Esto puede variar sustancialmente según la ruta, el cambio de elevación, el ciclo de uso y la velocidad promedio de un autobús, hasta en un 50%.
- **Kilometraje promedio anual.** Los costos operativos de combustible y mantenimiento (también, por tanto, los pagos de tarifas) son muy sensibles a la distancia que recorre cada vehículo cada año. Esto variará según la ciudad, pero en las grandes ciudades con largas horas de servicio generalmente los autobuses de transporte público recorren entre 75,000-85,000 kilómetros por año.
- **Costos de capital para autobuses diésel y eléctricos.** Los costos de capital varían ampliamente en los diferentes contextos de país y ciudad, influenciados por factores que incluyen restricciones y aranceles de importación, disponibilidad de fabricación en el país y requisitos técnicos / de seguridad para autobuses en cada jurisdicción.
- **Recarga escalonada.** Hemos asumido de manera conservadora que se necesita un cargador por autobús, y al menos un punto cada mes en el que todos los autobuses de una flota determinada se estén cargando al mismo tiempo. Para reducir los cargos por demanda al evitar grandes cargas máximas, el operador puede emplear una tarifa inteligente que responda a los precios, programar los recargos de una forma consecutiva o instalar almacenamiento estacionario suplementario en las estaciones de recarga.
- **Listas de tarifas eléctricas.** Hemos incluido los cargos volumétricos y de demanda dentro y fuera de las horas punta, pero diversas empresas de energía ofrecen diferentes estructuras de tarifas que pueden incluir una gama de precios de tiempo de uso, así como cargos fijos. Hemos asumido que las estaciones de carga se colocan en un contador eléctrico existente y la tarifa se agrega a la factura de electricidad existente para ese medidor.
- **Incentivos locales y reglamentación de la contratación pública.** Los incentivos (por ejemplo, exenciones fiscales) proporcionados a los fabricantes y compradores de autobuses eléctricos variarán de un país a otro e incluso de una ciudad a otra. Además, algunos países imponen restricciones en el contenido de los contratos del sector público otorgados a las empresas extranjeras, y exigen que un cierto porcentaje del valor del contrato se produzca en el país para calificar.
- **Deuda concesionaria o subordinada.** Si el costo del capital es demasiado alto, la empresa de energía puede buscar capital concesional (por ejemplo, de los bancos de desarrollo regional) u ofrecer una posición de deuda subordinada o de primera-pérdida dentro de la estructura de capital para reducir el costo general del capital.

7.6 RESULTADOS DEL MODELAJE PARA EL PROGRAMA PAYS EN 6 CIUDADES IMPORTANTES

Ciudad	No. de Buses	Ventaja en el costo total de propiedad del e-bus con PAYS sobre bus -diésel (\$000/bus) ²⁴	Subvenciones requeridas para alcanzar el costo incremental del e-bus (\$000/bus)			Proporción de subvenciones al capital privado		Empresa de energía		Emisiones Evitadas (tons)		
			Sin PAYS ²⁵	Con PAYS	Porcentaje reducción de subvenciones Con vs. Sin PAYS	Sin PAYS	Con PAYS	Ventas de electricidad, total (US\$m)	Costo del capital	CO ₂	PM 2.5	NO _x
Santiago	100	104	232	6	97%	0,8:1	73:1	25,6	6,0%	62.000	5	200
Amman	75	-121	400	259	35%	1:1	2:1	40,4	7,9%	52.500	105	4.900
Bogota	100	-47	280	129	54%	0,7:1	3:1	22,3	8,3%	55.200	5	180
Belo Horizonte	100	10	280	62	78%	0,7:1	7:1	18,2	8,1%	83.800	4	170
Ciudad del Cabo	100	169	280	26	91%	0,7:1	17:1	14,3	11,83%	21.000	10	1.800
Ciudad de México	100	130	180	0	100%	1,1:1	n/a	20,0	8,9%	96.000	10	1.800

Estos resultados demuestran que a una escala de 100 autobuses, los autobuses eléctricos con PAYS ya son más baratos durante su ciclo de vida que los autobuses diésel en algunas ciudades. Los autobuses eléctricos con el apoyo de PAYS requieren mucho menos financiamiento de subvenciones para ser viables, y representan un uso más efectivo de las subvenciones, y además apalancan una mayor proporción de financiamiento privado que una transacción sin PAYS. PAYS genera ingresos sustanciales para la empresa de energía y soporta decenas de miles de toneladas de reducción de emisiones de CO₂, además de reducciones en las emisiones perjudiciales de partículas finas y óxidos de nitrógeno.

²⁴ Un número positivo (negativo) demuestra que los autobuses eléctricos con PAYS tienen un costo total de propiedad más bajo (más alto) que los autobuses diésel.

²⁵ Esta columna captura la diferencia en el gasto de capital inicial para un autobús eléctrico que incluye baterías y cargador, y un autobús diésel equivalente, que es la cantidad asumida de subvenciones requeridas en un escenario sin PAYS.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bhatt, N. 2017. "Success Story: 'Scaling Up Energy Efficiency' An Indian Experience." Energy Efficiency Services Ltd. (EESL). Asia Clean Energy Forum 2017. <https://d2oc0ihd6a5bt.cloudfront.net/wp-content/uploads/sites/837/2017/06/04-Success-Story-Scaling-Up-Energy-Efficiency-An-Indian-Experience.pdf>
- Bloomberg New Energy Finance. 2018. "Electric buses in cities: Driving towards cleaner air and lower CO2." <https://about.bnef.com/blog/electric-buses-cities-driving-towards-cleaner-air-lower-co2/>
- C40 Cities. 2015. "Zero Emission Vehicles: Clean Bus Declaration." <https://www.c40.org/networks/zero-emission-vehicles>
- California Air Resources Board. 2018. "Battery Electric Truck and Bus Energy Efficiency Compared to Conventional Diesel Vehicles." <https://www.arb.ca.gov/msprog/actruck/docs/180124hdbevefficiency.pdf>
- Climate Action Tracker. 2016. "Zero emission vehicles need to take over car market to reach 1.5°C limit: analysis." <https://climateactiontracker.org/publications/zero-emission-vehicles-need-to-take-over-car-market-to-reach-15c-limit-analysis/>
- Climate and Clean Air Coalition. 2018. "Soot-free urban bus fleets." <http://www.ccacoalition.org/en/activity/soot-free-urban-bus-fleets>
- Deloitte. 2016. "Leases: A guide to IFRS 16." <https://www2.deloitte.com/gu/en/pages/audit/articles/a-guide-to-IFRS-16.html>
- Dennis, K., Colburn, K., y Lazar, J. 2016. "Environmentally beneficial electrification: the dawn of 'emissions efficiency.'" <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1040619016301075>
- Freedonia Group. 2017. "Global Bus Market by product and Fuel Type, 6th Edition." <https://www.freedoniagroup.com/industry-study/global-bus-market-by-product-and-fuel-type-6th-edition-3509.htm>
- Global Covenant of Mayors for Climate and Energy, 2016. "Join the One Planet Charter and let's step up climate action in 2018!" <https://www.globalcovenantofmayors.org/press/join-one-planet-charter-lets-step-climate-action-2018/>
- Huizenga, C. 2016. "What the transport sector is doing to deliver on the COP21 climate change agreement." Transport Expert Meeting, May 23rd 2016. Bonn, Germany. https://unfccc.int/sites/default/files/transport_tem_cornie_huisenga_ppmc.pdf
- Hummel, H. y Lachman, H. 2018 (próxima publicación). "What is inclusive financing for energy efficiency, and why are some of the largest states in the country calling for it now?" 2018 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings. American Council for an Energy-Efficient Economy.
- Institute for Global Environmental Studies (IGES). 2018. "IGES List of Grid Emission Factors." <https://pub.iges.or.jp/pub/iges-list-grid-emission-factors>
- Li, X., Castellanos, S., y Maassen, A. 2018 (próxima publicación). "Emerging trends and innovations for electric bus adoption—a comparative case study of contracting and financing of 22 cities in the Americas, Asia-Pacific, and Europe." Research in Transportation Economics. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.06.016>
- Martin, C. 2018. "Buffett-backed BYD forms venture to lease electric buses." Bloomberg. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-07-10/buffett-backed-byd-forms-venture-to-lease-electric-buses-in-u-s>
- McKinsey y C40 Cities. 2017. "Focused acceleration: A strategic approach to climate action in cities to 2030." <https://www.c40.org/researches/mckinsey-center-for-business-and-environment>
- Minjares, R., Wagner, D.V., y Akbar S. 2014. "Reducing black carbon emissions from diesel vehicles: impacts, control strategies, and cost-benefit analysis." Washington, D.C.: The World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/329901468151500078/Reducing-black-carbon-emissions-from-diesel-vehicles-impacts-control-strategies-and-cost-benefit-analysis>
- Ouachita Electric Cooperative. 2018. "HELP PAYS (Pay As You Save - Energy Efficiency Program)." <https://www.oecc.com/help>
- Town of Windsor. 2018. "Windsor Efficiency PAYS." <https://www.townofwindsor.com/819/Windsor-Efficiency-PAYS>
- World Health Organization. 2018. "9 out of 10 people worldwide breathe polluted air, but more countries are taking action." <http://www.who.int/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>
- World Resources Institute y C40 Cities. 2018. "Financing Sustainable Cities Initiative (FSCI): Low- and zero-emission buses." <http://financingsustainablecities.org/explore/solutions/low-and-zero-emission-buses>