Ciudades Inclusivas, Sostenibles e Inteligentes (CISI)

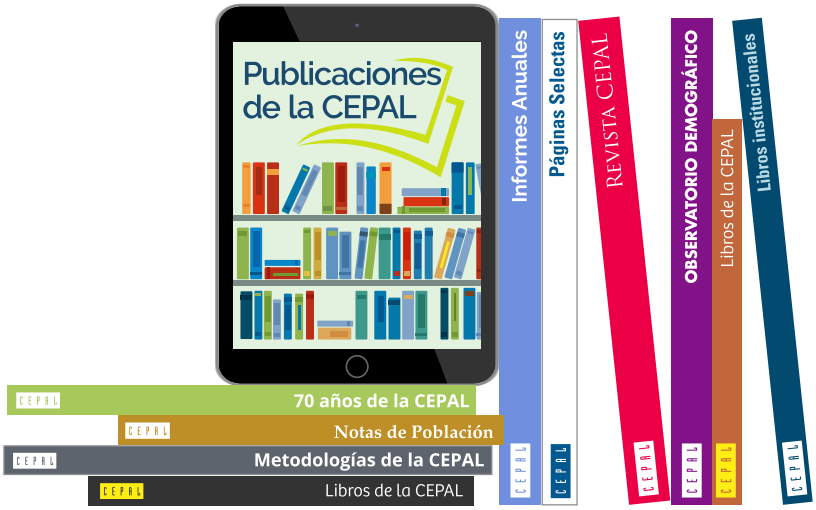
Políticas industriales para la cadena de producción de autobuses eléctricos

Enseñanzas y experiencias extraídas del análisis comparativo internacional de los Estados Unidos, China, México y los Países Bajos

Robson Ferreira da Cruz

Naciones Unidas
CEPAL
75 años
Trabajando por un futuro productivo, inclusivo y sostenible
cooperación alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

Deseo registrarme

www.cepal.org/es/publications

www.instagram.com/publicacionesdelacepal

www.facebook.com/publicacionesdelacepal

www.issuu.com/publicacionescepal/stacks

www.cepal.org/es/publicaciones/apps

NACIONES UNIDAS

CEPAL

Documentos de Proyectos

Políticas industriales para la cadena de producción de autobuses eléctricos

Enseñanzas y experiencias extraídas del análisis comparativo internacional de los Estados Unidos, China, México y los Países Bajos

Robson Ferreira da Cruz

NACIONES UNIDAS

CEPAL

cooperación alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Este documento fue elaborado por Robson Ferreira da Cruz, Consultor de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), como parte del proyecto "Ciudades inclusivas, sostenibles e inteligentes en el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe", clúster 3, Política industrial, llevado a cabo por la CEPAL en conjunto con la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) y financiado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania. El proyecto forma parte del programa de cooperación CEPAL-BMZ/GIZ.

La coordinación técnica estuvo a cargo de Álvaro Calderón, entonces Jefe de la Unidad de Innovación y Nuevas Tecnologías, con el apoyo de Nicolo Gligo y Andrea Laplane, Oficiales de Asuntos Económicos, de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial.

El autor agradece la colaboración y las contribuciones a Lourenço Galvão Diniz Faria, Edgar Barassa y Anna Carolina Lourenço Navarro.

Las Naciones Unidas y los países que representan no son responsables por el contenido de vínculos, enlaces o marcadores a sitios externos incluidos en esta publicación, ni por las menciones de sociedades mercantiles o nombres comerciales de productos y servicios, y no deberá entenderse que existe adhesión a sitios, su contenido, sus responsables ni a los productos o servicios que se mencionen u ofrezcan.

Las opiniones expresadas en este documento, que es traducción al español del documento original en portugués sin editar, son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización o la de los países que representa.

Publicación de las Naciones Unidas
LC/TS.2023/3
Distribución: L
Copyright © Naciones Unidas, 2023
Todos los derechos reservados
Impreso en Naciones Unidas, Santiago
S.22-01079

Esta publicación debe citarse como: R. F. Cruz, "Políticas industriales para la cadena de producción de autobuses eléctricos: enseñanzas y experiencias extraídas del análisis comparativo internacional de los Estados Unidos, China, México y los Países Bajos", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2023/3), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2023.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

Índice

Introducción 7

I. Políticas industriales y marco institucional para los autobuses eléctricos en los Estados Unidos 9
- A. Introducción 9
- B. Políticas industriales y marco institucional 12
  - 1. Contexto y panorama general de las políticas favorables a los autobuses eléctricos en el país 12
  - 2. Apoyo a la I+D+i 14
  - 3. Incentivos a la producción de acumuladores de energía 16
  - 4. Incentivos a la producción y el montaje de autobuses eléctricos 17
  - 5. Incentivos a la producción local (nivel regional) de componentes 18
  - 6. Incentivos a la producción de autobuses que utilicen baterías producidas en los Estados Unidos 20
- C. Resultados 20
- D. Factores de éxito 21

II. Políticas industriales y marco institucional para los autobuses eléctricos en China 25
- A. Introducción 25
- B. Políticas industriales y marco institucional 28
  - 1. Contexto y panorama general de las políticas favorables a los autobuses eléctricos en el país 28
  - 2. Apoyo a la I+D+i 32
  - 3. Incentivos a la producción de acumuladores de energía 33
  - 4. Incentivos a la producción y montaje de autobuses eléctricos 34
  - 5. Incentivos a la producción local (nivel regional) de componentes 35
  - 6. Incentivos a la producción de autobuses que utilicen baterías producidas en China 35
- C. Resultados 36
- D. Factores de éxito 37

III. Políticas industriales y marco institucional para los autobuses eléctricos en los Países Bajos ... 41
A. Introducción ... 41
B. Políticas industriales y marco institucional ... 42
1. Contexto y panorama general de las políticas favorables a los autobuses eléctricos en el país ... 42
2. Apoyo a la I+D+i ... 43
3. Incentivos a la producción de acumuladores de energía ... 43
4. Incentivos a la producción y montaje de autobuses eléctricos ... 44
5. Incentivos a la producción local (nivel regional) de componentes ... 44
6. Incentivos a la producción de autobuses con baterías fabricadas en los Países Bajos ... 45
C. Resultados ... 45
D. Factores de éxito ... 45

IV. Políticas industriales y marco institucional para los autobuses eléctricos en México ... 47
A. Introducción ... 47
B. Políticas industriales y marco institucional ... 48
1. Contexto y panorama general de las políticas favorables a los autobuses eléctricos en el país ... 48
2. Apoyo a la I+D+i ... 48
3. Incentivos a la producción de acumuladores de energía ... 48
4. Incentivos a la producción y montaje de autobuses eléctricos ... 48
5. Incentivos a la producción local (nivel regional) de componentes ... 49
6. Incentivos a la producción de autobuses que utilicen baterías producidas en México ... 49
C. Resultados ... 49
D. Factores de éxito ... 49

V. Consideraciones finales y análisis integrado de las semejanzas y los patrones de éxito identificados en los países analizados ... 51

Bibliografía ... 57

Cuadros

Cuadro 1 Estados Unidos: fabricantes de autobuses eléctricos ... 11
Cuadro 2 Estados Unidos: resumen de las políticas de incentivo a la cadena de producción de autobuses eléctricos ... 22
Cuadro 3 China: ventas de NEB, enero y febrero de 2022 ... 27
Cuadro 4 China: resumen de las políticas de incentivo a la cadena de producción de autobuses eléctricos ... 38
Cuadro 5 Países Bajos: resumen de las políticas de incentivo a la cadena de producción de autobuses eléctricos ... 46
Cuadro 6 México: resumen de políticas de incentivo a la cadena de producción de autobuses eléctricos ... 50
Cuadro 7 Resumen de las políticas industriales relativas a los autobuses eléctricos y sus tecnologías en los países seleccionados ... 54

Gráficos

Gráfico 1 Estados Unidos: flota de autobuses eléctricos, por estado, 2021 10
Gráfico 2 China: evolución de la flota de autobuses eléctricos 26
Gráfico 3 China: distribución de la flota de NEB por tecnología de propulsión 26
Gráfico 4 China: NEB en regiones seleccionadas..... 27
Gráfico 5 China: participación en la cadena mundial de producción de baterías de iones de litio por etapa de la cadena, 2019 28
Gráfico 6 China: electrificación del transporte público en Shenzhen 35
Gráfico 7 China: ventas de autobuses eléctricos 37

Diagrama

Diagrama 1 Secuencia y articulación de los capítulos y avance del estudio.....8

Introducción

Este documento es la entrega final (producto 2) de la investigación sobre las políticas industriales para la cadena de producción de autobuses eléctricos y sus tecnologías asociadas, y el análisis comparativo internacional de las experiencias de los Estados Unidos, China, México y los Países Bajos.

A partir de la lectura e interpretación de los términos de referencia asociados, se entiende que el estudio busca dar respuesta a las siguientes cuestiones, con el fin de aportar datos, información y notas relacionadas:

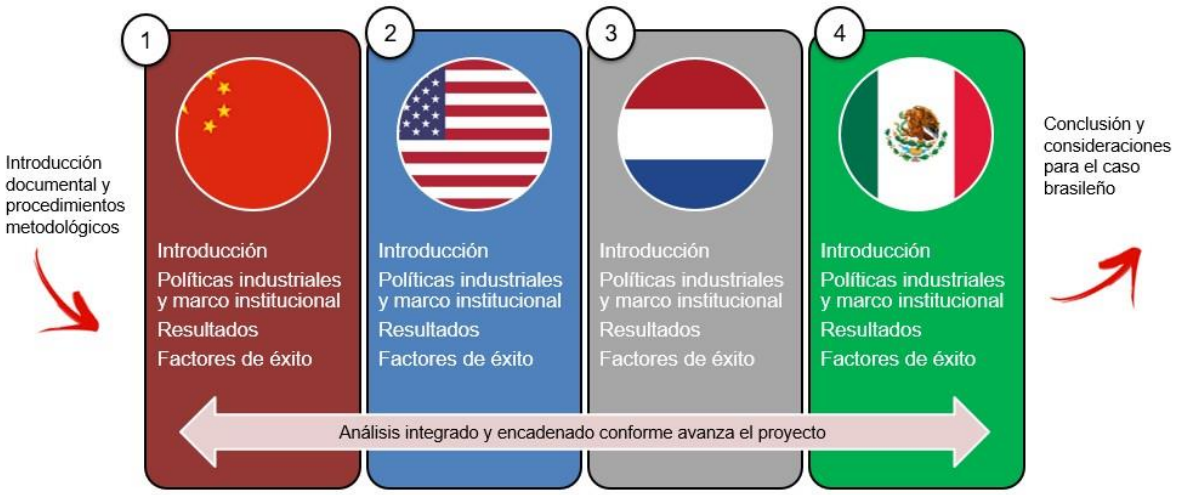
- ¿Qué motiva la construcción y estructuración de una cadena de producción de autobuses eléctricos?
- ¿Cuáles son las políticas industriales que se están aplicando en los países líderes en la trayectoria de fabricación y producción de autobuses eléctricos?
- ¿Cómo se diseñaron estas políticas?
- ¿Cuál es el fundamento de estas políticas industriales? ¿Qué eslabones de la cadena se quieren desarrollar y qué tipos de competencias se quieren crear?
- ¿Cómo influye la diversidad institucional, contextual y territorial en las políticas públicas?
- ¿Por qué algunos países avanzan más que otros en el sector de los autobuses eléctricos en sus territorios?
- ¿Qué tipo de enseñanzas, ejemplos y buenas prácticas podemos aportar al caso brasileño en su contexto institucional y económico actual?

Ante las cuestiones planteadas, el objetivo general de este documento es:

Mapear, caracterizar y analizar las políticas industriales para la cadena de producción de autobuses urbanos eléctricos e identificar las motivaciones, instrumentos, estrategias y metas, fundamento (objetivo), así como el marco institucional y los resultados perceptibles.

En el diagrama 1 se presenta una secuencia general de los capítulos de este documento desarrollados con el fin de lograr el objetivo planteado. Además, se muestra la articulación entre los capítulos y el avance de la investigación, seguida de una caracterización de los procedimientos metodológicos utilizados.

Diagrama 1
Secuencia y articulación de los capítulos y avance del estudio



Fuente: Elaboración propia.

Como procedimiento metodológico, y teniendo en cuenta los objetivos presentados, este proyecto se apoyó brevemente en fuentes secundarias, especialmente en informes internacionales y portales gubernamentales de los países seleccionados. Todas las fuentes están señaladas y referenciadas a lo largo del texto. La investigación bibliográfica se centró específicamente en identificar los instrumentos que favorecen la creación de capacidad productiva local mediante la creación de condiciones favorables y una visión de futuro en lo relativo al sector de los autobuses eléctricos en los cuatro países analizados.

Este informe se estructura en cuatro capítulos unidos en torno al objetivo central de esta investigación. Al final del documento se presentan la conclusión de la investigación y las referencias.

I. Políticas industriales y marco institucional para los autobuses eléctricos en los Estados Unidos

A. Introducción

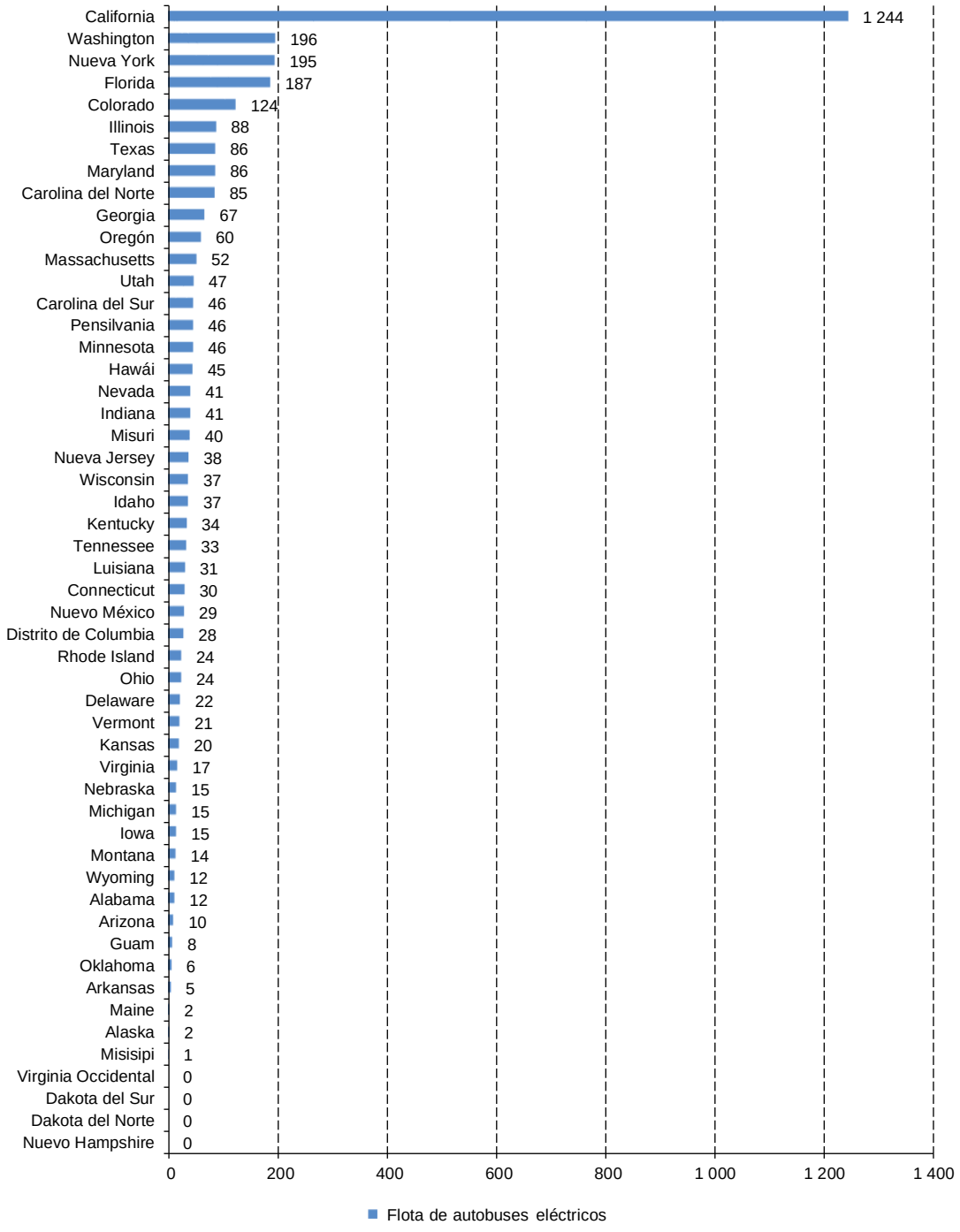
El mercado estadounidense de autobuses eléctricos se ha expandido considerablemente en los últimos años gracias a los diversos incentivos y normativas aplicados en el país para electrificar el transporte público. Según el estudio *Zeroing in on ZEBs. The Advanced Technology Transit Bus Index: A North American ZEB Inventory Report* (Hamilton y otros, 2021), que presenta el panorama más reciente en lo relativo a los autobuses de bajas emisiones en los Estados Unidos (hasta septiembre de 2021), el número de autobuses eléctricos operativos en el país es de 3.364, lo que supone un aumento del 24% con respecto a 2020. California es el estado con la mayor flota de autobuses eléctricos (1.244, es decir, el 36% de la flota de autobuses eléctricos estadounidense), seguido de Washington (196,5%), Nueva York (195,5%), Florida (187,5%) y Colorado (124,3%), aunque otros estados están aumentando significativamente su flota en los últimos años (véase el gráfico 1).

El estudio informa asimismo de que más del 70% de las flotas de los Estados Unidos tiene diez o menos autobuses estándar de cero emisiones, y solo diez flotas (el 3% del total de las flotas de autobuses eléctricos del país) tienen más de 50 vehículos de cero emisiones en funcionamiento. Esto pone de manifiesto que la mayoría de las flotas sigue operando con un número reducido de vehículos, normalmente de forma experimental o incipiente. Al mismo tiempo, también indica que existe un enorme potencial de crecimiento de las ventas de autobuses eléctricos en los próximos años, sobre todo porque cada vez son más los estados y municipios que exigen una transición completa de sus flotas de autobuses a vehículos de cero emisiones de cara a las próximas décadas.

Según el estudio *Global Electric Bus Markets Report 2022-2027* (informe sobre los mercados mundiales de autobuses eléctricos), se prevé que América del Norte, que incluye los Estados Unidos y el Canadá, sea el mercado que muestre el crecimiento más rápido durante el período de previsión del estudio (2022-2027) (Research and Markets, 2022). Esto se debe a la creciente demanda de soluciones

de transporte de bajas emisiones, unida a la perspectiva de expansión de las actividades productivas en la región y al apoyo del Gobierno, especialmente en lo relativo a la cadena de fabricación de baterías.

Gráfico 1
Estados Unidos: flota de autobuses eléctricos, por estado, 2021



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de H. Hamilton y otros, *Zeroing in on ZEBs. The Advanced Technology Transit Bus Index: A North American ZEB Inventory Report*, Pasadena, CALSTART, 2021.

Según una investigación realizada en el marco de este proyecto utilizando fuentes secundarias[1], los Estados Unidos cuentan actualmente con unos 18 fabricantes de autobuses eléctricos —autobuses eléctricos pequeños, medianos y grandes así como autobuses escolares y minibuses—, aunque este número podría ser mayor debido a la elevada cantidad de empresas emergentes y pequeñas empresas en este mercado en expansión. Se trata de un mercado en el que las empresas tradicionales de fabricación de autobuses de combustible diésel y de gas natural compiten con otras de reciente creación, muchas de las cuales fabrican autobuses eléctricos exclusivamente (véase el cuadro 1).

Cuadro 1
Estados Unidos: fabricantes de autobuses eléctricos

Fabricante	Fundación	Sede	Produce exclusivamente vehículos eléctricos
Proterra	2004	Estados Unidos	Sí
Thomas Built Buses (Daimler Truck)	1916	Estados Unidos/Alemania	No
NFI Group[a]	2005	Canadá	No
Blue Bird	1927	Estados Unidos	No
GILLIG	1890	Estados Unidos	No
Trans Tech Bus	2007	Estados Unidos	No
Advanced Vehicle Manufacturing	2014	Estados Unidos	Sí
Phoenix Motorcars	2003	Estados Unidos	Sí
IC Bus (Navistar)	2002	Estados Unidos	No
Wanxiang	2000	China	Sí
BYD	1995	China	No
Lion Electric[b]	2008	Canadá	No
GreenPower	2010	Estados Unidos	Sí
ElDorado	1960	Estados Unidos	No
Motiv	2009	Estados Unidos	Sí
Nova Bus (Volvo)	1993	Canadá/Suecia	No
Lightning eMotors	2009	Estados Unidos	Sí
Vicinity Motor Corporation	2008	Canadá	No

Fuente: Elaboración propia.
[a] Forman parte del NFI Group los siguientes fabricantes de autobuses eléctricos presentes en los Estados Unidos: New Flyer, Motor Coach Industries, Alexander Dennis, Arboc Specialty Vehicles.
[b] Fábricas previstas o en construcción.

A pesar del significativo número de fabricantes, existen importantes lagunas en la cadena de producción de autobuses eléctricos en el país, especialmente en la fabricación de baterías, el principal componente de estos vehículos.

En la actualidad, los Estados Unidos tienen una capacidad de extracción limitada de los principales minerales utilizados en la fabricación de baterías y prácticamente ninguna capacidad para su procesamiento interno, por lo que la mayoría de las materias primas se envía al extranjero para su procesamiento (The White House, 2021). Los Estados Unidos cuentan con menos del 10% del mercado mundial de los principales componentes para la fabricación de baterías y celdas, mientras que China posee más del 75% de la capacidad mundial de producción de estos elementos, gracias a la inversión estatal en el procesamiento de materias primas y la fabricación de componentes y celdas.

[1] Véanse [en línea] https://www.sustainable-bus.com/category/electric-bus/ y https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_electric_bus_makers_and_models.

A pesar de la enorme oportunidad de mercado y de las tendencias favorables a escala local y mundial, los Estados Unidos van a la zaga de sus competidores mundiales tanto en ensamblaje de vehículos eléctricos como en producción de componentes para vehículos eléctricos, categoría que también incluye a los autobuses y otros vehículos pesados.

El hecho de que China y la Unión Europea se encuentren en una fase más avanzada puede atribuirse a la existencia de políticas gubernamentales proactivas y coordinadas y de inversiones centradas en la creación de su cadena de suministro (Estados Unidos, DOE, 2022). El propio Gobierno estadounidense reconoce esta carencia y ha dirigido sus esfuerzos a revertir esta situación mediante políticas públicas e industriales de fomento del sector. En los capítulos siguientes, se presentarán las principales políticas e instrumentos de apoyo al sector para ofrecer una visión general de la estrategia estadounidense para estimular la producción de autobuses eléctricos.

B. Políticas industriales y marco institucional

1. Contexto y panorama general de las políticas favorables a los autobuses eléctricos en el país

Según datos del Centro de Datos de Combustibles Alternativos, centro de datos perteneciente al Departamento de Energía (DOE) estadounidense (véase Estados Unidos, DOE, s/f), existen actualmente 329 instrumentos de incentivación (subvenciones, programas de financiamiento, incentivos fiscales) a escala federal y estatal relacionados con la promoción de los vehículos eléctricos. Sin embargo, la inmensa mayoría de estos incentivos se puede definir como políticas del lado de la demanda, es decir, son incentivos dirigidos a la adquisición de vehículos eléctricos, la reducción de los costos de funcionamiento y la construcción de la infraestructura de recarga. Solo 22 de los instrumentos enumerados están relacionados directamente con la cadena de producción, es decir, con los fabricantes de vehículos eléctricos y sus componentes y, en general, se trata de subvenciones para la investigación de baterías avanzadas.

Así, tanto a escala federal como estatal, el principal eje de actuación hasta el momento son los incentivos a la compra y explotación de vehículos y a las infraestructuras de recarga. En los Estados Unidos, los principales compradores de autobuses eléctricos son las agencias de transporte locales —organizaciones metropolitanas de planificación (Metropolitan Planning Organizations (MPO)) y organizaciones regionales de planificación del transporte (Regional Transportation Planning Organizations (RTPO))—, que son las instituciones gubernamentales encargadas de coordinar los esfuerzos regionales y gubernamentales en materia de planificación, mejoras y políticas de transporte (Liu, 2019). Los fondos subvencionados para la compra de autobuses eléctricos proceden de programas de diversos departamentos de Estado estadounidenses, como el Departamento de Transporte, especialmente a través de la Administración Federal de Tránsito, así como de la Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency (EPA)), y de agencias estatales como la Junta de Recursos del Aire (California Air Resources Board (CARB)).

Dentro del marco institucional de incentivos del lado de la demanda se cuentan instrumentos como el programa de subvenciones para autobuses e instalaciones de autobuses (Grants for Buses and Bus Facilities Program)[2] y el programa de autobuses de bajas o cero emisiones (Low or No Emission Vehicle Program)[3], ambos programas ambiciosos del Gobierno federal que destinan recursos a la compra subvencionada de autobuses de bajas o cero emisiones así como para la construcción de infraestructura de apoyo a estos vehículos. Estos fondos se asignan a los gobiernos estatales y municipales del país. Entre 2013 y 2021, por ejemplo, la Administración Federal de Tránsito distribuyó

[2] Véase [en línea] https://www.transit.dot.gov/bus-program.
[3] Véase [en línea] https://www.transit.dot.gov/lowno.

más de 664 millones de dólares para la compra de autobuses de cero emisiones a través del Low or No Emission Vehicle Program (Hamilton y otros, 2021).

Otra importante fuente de fondos para la compra de autobuses de bajas o cero emisiones es el fondo fiduciario (*settlement trust*) de Volkswagen, que surgió como parte de un acuerdo del tribunal federal de los Estados Unidos con Volkswagen AG en 2016, en el que se estableció que la empresa tendría que pagar una indemnización de 2.900 millones de dólares por los daños incurridos a raíz del escándalo del "dieselgate" (Blackwelder y otros, 2016). El acuerdo prevé que estos fondos se repartan entre los estados estadounidenses y el Gobierno federal en programas que incluyen la compra de autobuses eléctricos por parte de los estados y municipios.

Además de las subvenciones, muchas leyes estatales han ido fijando plazos para que los municipios y los organismos públicos cambien sus vehículos por equivalentes de cero emisiones. En California, la Junta de Recursos del Aire de California aprobó en 2018 un mandato estatal para que las agencias de tránsito realicen la transición a flotas eléctricas para 2040. Además, se prohibirá a los organismos públicos comprar autobuses diésel o que contribuyan a las emisiones de gases de efecto invernadero después de 2029 (CARB, 2018). Muchos estados han implementado mandatos similares.

En julio de 2020, Washington D.C. y otros 15 estados (California, Carolina del Norte, Colorado, Connecticut, Hawái, Maine, Maryland, Massachusetts, Nueva Jersey, Nueva York, Oregón, Pensilvania, Rhode Island, Vermont y Washington) firmaron un memorando de entendimiento (*Multi-State Medium and Heavy-Duty Zero Emission Vehicle Memorandum of Understanding*) para desarrollar conjuntamente fuentes de financiamiento e incentivos para que el sector del transporte (de vehículos medianos y pesados) realice la transición a flotas de cero emisiones (NESCAUM, 2022). Sin embargo, el memorando no aborda específicamente ninguna medida directa para la industria de fabricación de dichos vehículos, sino que se centra en el desarrollo de medidas para fomentar la compra de los vehículos y la construcción de sus infraestructuras de apoyo.

La pandemia de COVID-19, junto con otra serie de factores, tuvo varios efectos disruptivos en varias cadenas de producción estratégicas de los Estados Unidos y el resto del mundo al reducirse la oferta de componentes como chips y semiconductores. Este fenómeno puso de relieve lo mucho que dependen los Estados Unidos de estos componentes estratégicos, especialmente los fabricados en China. Ante esta situación, en febrero de 2021, el presidente estadounidense firmó la Orden Ejecutiva núm. 14017, también conocida como *Executive Order on America's Supply Chains*[4], que instaba al Gobierno de los Estados Unidos a realizar una revisión exhaustiva de las cadenas de suministro críticas del país para identificar riesgos y oportunidades, abordar vulnerabilidades y elaborar así una estrategia que promoviese la resiliencia y el desarrollo de estas cadenas de suministro en el país.

Así, el Gobierno estadounidense ha estado debatiendo políticas para cubrir las lagunas en sus cadenas de producción relacionadas con las baterías, para aumentar su resiliencia y garantizar un suministro estable de estos componentes y sus materias primas, dado su papel fundamental en la fabricación de vehículos eléctricos en general, incluidos los autobuses eléctricos.

En respuesta a este intenso debate espoleado por la Orden Ejecutiva núm. 14017, en el segundo semestre de 2021 el Gobierno estadounidense aprobó la ley sobre inversión en infraestructuras y empleos (*Infrastructure Investment and Jobs Act*[5]), también conocida como ley bipartisana sobre infraestructura (*Bipartisan Infrastructure Law*), un amplio paquete de infraestructuras por valor de 1,2 billones de dólares para el financiamiento de infraestructura vial, programas ferroviarios, acceso a Internet de banda ancha, agua potable, renovación de la red eléctrica y generación de energía limpia,

---

4 Véase [en línea] https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2021/02/24/executive-order-on-americas-supply-chains/.

5 Véase [en línea] https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/3684/text.

infraestructura de recarga para vehículos eléctricos, inversiones en la fabricación de baterías, y sustitución de autobuses escolares por equivalentes eléctricos.

En concreto, el programa prevé destinar 7.000 millones de dólares en los próximos cinco años a ampliar el número de proyectos de investigación y desarrollo de baterías avanzadas, potenciar la producción nacional de baterías y fortalecer la cadena de suministro estadounidense, desde el suministro de metales y materias primas clave para la fabricación de baterías hasta los programas de reciclaje de estas.

El paquete también prevé destinar 5.000 millones de dólares a la sustitución de los autobuses escolares actuales por vehículos de cero emisiones, como autobuses eléctricos, pero no se mencionan incentivos para la cadena de producción de estos vehículos. Los incentivos mencionados se dirigen específicamente a la compra de autobuses escolares de bajas o cero emisiones a través del programa de autobuses escolares limpios (Clean School Bus Program) de la Agencia de Protección Ambiental (EPA).

Otro aspecto relevante propuesto por la *Bipartisan Infrastructure Law* es la creación de un grupo de trabajo específico dirigido por los Departamentos de Transporte y Energía para debatir y preparar recomendaciones sobre el desarrollo, la adopción y la integración de los vehículos eléctricos (VE) ligeros, medianos y pesados en el sistema de transporte y energía de los Estados Unidos. El grupo de trabajo estará compuesto por 25 miembros procedentes de organismos federales, la industria del automóvil, la industria energética, las administraciones estatales y locales, organizaciones sindicales y el sector de la promoción inmobiliaria. A partir de 2022, el grupo de trabajo elaborará tres informes en los que se describirá la situación actual relativa a la adopción de vehículos eléctricos y se analizarán los obstáculos y las oportunidades para aumentar su adopción, así como las lagunas en las cadenas de suministro de equipos y componentes para dichos vehículos, los costos de fabricación de los VE y de las baterías, los costos de adquisición y las cuestiones normativas.

Además de las políticas del lado de la demanda, también existe una serie de instrumentos relacionados más directamente con la cadena de producción de autobuses eléctricos y baterías. Los instrumentos relacionados con la promoción de la investigación y el desarrollo de baterías avanzadas y de técnicas de reciclaje de baterías, por ejemplo, han ganado relevancia y empiezan a ser objeto de políticas estratégicas por parte del Gobierno, especialmente en los dos últimos años ante el nuevo contexto mundial pos-COVID-19. En las siguientes secciones se describen y analizan los principales programas gubernamentales de incentivos en estos ámbitos de acción.

2. Apoyo a la I+D+i

Hasta la fecha, las iniciativas de apoyo a la innovación, el desarrollo y la innovación (I+D+i) relacionadas con la cadena de producción de autobuses eléctricos en los Estados Unidos se centran sobre todo en el desarrollo de baterías avanzadas que respondan a objetivos más amplios de la sociedad, es decir, que aborden no solo el desarrollo de autobuses eléctricos sino también de vehículos eléctricos en general, así como aplicaciones residenciales, objetivos de electrificación de la industria y tecnologías de defensa, entre otros.

Estas iniciativas dependen en gran medida del Departamento de Energía, concretamente de la Oficina de Tecnologías Vehiculares, que a su vez depende de la Oficina de Eficiencia Energética y Energía Renovable, la agencia del Departamento de Energía responsable de las iniciativas en materia de eficiencia energética y energías renovables. El Departamento de Energía es el organismo gubernamental responsable de coordinar la investigación en materia de electrificación del transporte en una serie de laboratorios nacionales destacados, como el Laboratorio Nacional Argonne, el Laboratorio Nacional Brookhaven, el Laboratorio Nacional Idaho, el Laboratorio Nacional Pacific Northwest, el Laboratorio Nacional de Energías Renovables, y el Laboratorio Nacional de Aceleradores (SLAC).

En el Departamento de Energía, la Oficina de Tecnologías Vehiculares es el organismo responsable de financiar algunos de los principales programas e iniciativas de investigación relacionados con la cadena de producción de autobuses eléctricos, especialmente la investigación en fase inicial o de alto riesgo económico, en colaboración con los laboratorios nacionales y con empresas privadas. De esta forma, a través de colaboraciones estratégicas con los laboratorios y la industria, el organismo tiene el importante papel de financiar la I+D en campos que la iniciativa privada no tiene la capacidad técnica o financiera de financiar por sí misma, generalmente porque el alto grado de incertidumbre científica, técnica o de mercado reduce su atractivo para la industria.

Entre los programas financiados por la Oficina de Tecnologías Vehiculares destaca el Battery500 Consortium, uno de los mayores y más avanzados programas de investigación de baterías del mundo[6], centrado en el desarrollo de baterías avanzadas para vehículos eléctricos que superen las limitaciones de las baterías de iones de litio actuales. En concreto, el objetivo inicial del consorcio es triplicar la densidad energética (la cantidad de energía que puede almacenar una batería en relación con su masa) de las baterías de los coches eléctricos incrementándola de 170-200 vatios-hora por kilogramo a 500 vatios-hora por kilogramo (de ahí el nombre de Battery500).

El consorcio fue presentado en 2016 y está liderado por el Laboratorio Nacional Pacific Northwest junto con un equipo de investigadores de otros tres laboratorios nacionales coordinados por el Departamento de Energía y cinco universidades[7], además de contar con equipos de apoyo de otros laboratorios nacionales, universidades y empresas del país. El consorcio también cuenta con una junta formada por instituciones como IBM, Tesla, Livent, United States Advanced Battery Consortium y NAATBatt.

El Battery500 Consortium se financia con fondos de la Oficina de Tecnologías Vehiculares. En la primera fase del programa (2017-2021), el consorcio contó con un presupuesto de 50 millones de dólares en cinco años (10 millones por año). A finales de 2021, la Oficina de Tecnologías Vehiculares anunció el aporte de 75 millones de dólares adicionales para los siguientes cinco años (15 millones al año).

Además del Battery500 Consortium, se están diseñando varios programas de investigación en el marco de la *Bipartisan Infrastructure Law*, especialmente en el ámbito del reciclaje de baterías. Uno de estos programas es el programa de subsidios para el reciclaje, el desarrollo y la prueba de baterías (Battery Recycling Research, Development, and Demonstration Grants Program), que está siendo elaborado por el Departamento de Energía y la Agencia de Protección Ambiental. El programa financiará proyectos de investigación, desarrollo y prueba para buscar enfoques innovadores y prácticos dirigidos a aumentar el reciclaje y la reutilización de baterías, como el diseño de un producto que facilite la recuperación y el reciclaje de los componentes y las materias primas de las baterías. Parece que esta será una de las nuevas prioridades del Gobierno estadounidense en los próximos años en cuanto a la investigación sobre baterías (véase la sección 1.2.3).

Por último, también se han convocado concursos en el ámbito del reciclaje de baterías, como el premio al reciclaje de baterías de iones de litio (Lithium-Ion Battery Recycling Prize)[8], uno de los denominados American-Made Challenges (retos hechos en Estados Unidos), en el que compiten equipos de particulares, emprendedores y empresas que presentan soluciones conceptuales, prototipos y proyectos piloto que tengan el potencial de recuperar el 90% del material de todas las baterías de iones de litio desechadas o gastadas en los Estados Unidos y aprovechar posteriormente los materiales

---

[6] Dos de los investigadores del equipo del consorcio —el profesor Stanley Whittingham, de la Binghamton University, y el profesor John Goodenough, de la Universidad de Texas de Austin— fueron galardonados con el Premio Nobel de Química de 2019 por su trabajo con baterías de iones de litio.

[7] Además del Pacific Northwest National Laboratory, la coordinación del proyecto está formada por investigadores de las siguientes instituciones: Binghamton University, Brookhaven National Laboratory, Idaho National Laboratory, Universidad Stanford/SLAC National Accelerator Laboratory, Universidad de California en San Diego, Universidad de Texas en Austin y University of Washington.

[8] Véase [en línea] https://www.herox.com/BatteryRecyclingPrize.

clave para reintroducirlos en la cadena estadounidense de producción de baterías. El valor total del premio es de 5,5 millones de dólares, divididos en tres fases: desarrollo conceptual e incubación (1 millón de dólares), creación de prototipos y colaboraciones (2,5 millones de dólares) y validación del proyecto piloto (2 millones de dólares). El concurso se encuentra actualmente en su tercera fase, es decir, ya se han presentado proyectos viables desde el punto de vista conceptual y de prototipo.

3. Incentivos a la producción de acumuladores de energía

La primera gran oleada de incentivos concedidos para la construcción y ampliación de plantas de producción de baterías en los Estados Unidos tuvo lugar entre 2009 y 2011 con fondos de la Ley de Recuperación y Reinversión Estadounidense de 2009 (*American Recovery and Reinvestment Act of 2009*). Esta ley estableció un amplio paquete de estímulos gubernamentales firmado por el entonces presidente Barack Obama, que destinó casi 800.000 millones de dólares a creación de empleo, crecimiento económico, exenciones fiscales, mejoras en educación y sanidad, modernización de infraestructuras e inversiones en independencia energética y tecnologías de energía renovable como respuesta a la gran recesión de 2008[9]. La ley concedió subvenciones a varias empresas privadas de la cadena de producción de baterías en 2009 y 2010: un total de 1.500 millones de dólares para la producción de baterías y componentes en los Estados Unidos (Estados Unidos, DOE, 2016b).

La fábrica de baterías de LG Energy Solution de Míchigan, por ejemplo, recibió 151 millones de dólares en incentivos federales a través de la Ley de Recuperación y Reinversión Estadounidense para construir sus instalaciones, además de 125 millones en exención de impuestos estatales, con la condición de que emplease a 300 personas como mínimo en dichas instalaciones. En 2022, LG Energy Solution recibió otros 56,6 millones de dólares en incentivos estatales a través del Michigan Strategic Fund, además de 20 años de exención fiscal por valor de 132,6 millones de dólares (Eggert, 2022) para ampliar su producción en ese estado y generar más puestos de trabajo.

Del mismo modo, aunque ya fuera del ámbito de la Ley de Recuperación y Reinversión Estadounidense, a la "gigafábrica" de baterías de Tesla y Panasonic en el estado de Nevada se le concedió en 2014 una exención de los impuestos estatales sobre las ventas de Tesla durante 20 años y una exención de los impuestos sobre la propiedad y los negocios durante 10 años, lo que les garantizó un crédito fiscal que puede alcanzar los 1.300 millones de dólares (Lecher, 2016).

Más recientemente, una de las principales iniciativas del Gobierno estadounidense para fomentar la cadena de producción de baterías ha sido el Consorcio Federal para Baterías Avanzadas (Federal Consortium for Advanced Batteries). El Consorcio se creó en septiembre de 2020 y está compuesto por unos 40 organismos federales de los siguientes departamentos gubernamentales: Departamento de Comercio, Departamento de Energía, Departamento de Defensa y Departamento de Salud y Servicios Humanos. Lo que une a estos organismos es su interés común por garantizar el suministro nacional de baterías mediante el desarrollo de una sólida cadena productiva.

En 2021, el Consorcio se centró en debatir —entre sus miembros y con las partes interesadas de la cadena de producción de baterías— las principales oportunidades y desafíos que plantea esta cadena con el fin de establecer una orientación para las iniciativas del gobierno federal y guiar las acciones e inversiones de la industria en los próximos años. En este sentido, el Consorcio lanzó en 2021 dos documentos clave para conocer los próximos pasos del Gobierno estadounidense en materia de incentivos para la producción de baterías: el *National Blueprint for Lithium Batteries 2021-2030* y el capítulo "Review of large capacity batteries" del informe *Building Resilient Supply Chains, Revitalizing American Manufacturing, and Fostering Broad-Based Growth*, publicado por la Casa Blanca.

---

9 Véase [en línea] https://afdc.energy.gov/laws/arra.html.

El informe *National Blueprint for Lithium Batteries 2021-2030* (FCAB, 2021), por ejemplo, concluye que existen varias políticas federales y estatales destinadas a fomentar el desarrollo y la producción de sistemas de almacenamiento de energía en los Estados Unidos, solo que estos instrumentos no suelen estar coordinados entre los distintos niveles del gobierno y los organismos gubernamentales. Esta falta de coordinación se señala como una falla grave de la política industrial estadounidense orientada al fomento de la cadena de producción de baterías.

En el informe *Building Resilient Supply Chains, Revitalizing American Manufacturing, and Fostering Broad-Based Growth* (The White House, 2021) se evalúan las vulnerabilidades de cuatro cadenas de componentes estratégicos: semiconductores, baterías de gran capacidad (como las de los vehículos eléctricos), minerales y materiales críticos, y productos farmacéuticos e ingredientes farmacéuticos avanzados. En el capítulo dedicado a las baterías, el informe recomienda revitalizar programas de crédito como el IRS 48C así como respaldar programas de formación de mano de obra calificada mediante colaboraciones con fabricantes de automóviles, sindicatos, universidades y otras partes interesadas importantes para ayudar a formar trabajadores y reciclar sus capacidades y satisfacer esta nueva demanda del mercado.

Una de las principales prioridades para garantizar el suministro de baterías que se identifica en el informe es la creación de capacitación tecnológica y productiva en el ámbito del reciclaje de los materiales esenciales para la fabricación de baterías, como el litio, el cobalto y el níquel. Aunque los Estados Unidos poseen el 3,6% de las reservas mundiales de litio conocidas, que podrían satisfacer la demanda mundial de litio durante más de 8 años, la creación de una cadena productiva de reciclaje de litio es esencial para garantizar la continuidad del proceso de electrificación pasado ese período.

En línea con las expectativas depositadas en estos informes, en el ámbito de la ley bipartisana sobre infraestructura, el Departamento de Energía anunció en 2022 que destinará 2.910 millones de dólares a reforzar la cadena nacional de suministro de baterías. Los fondos servirán para subvencionar las plantas de producción de componentes, celdas y paquetes de baterías, además de las instalaciones de reciclaje y reacondicionamiento de baterías usadas para "aplicaciones de segunda vida" a través de dos programas de financiamiento: el programa de subvenciones para el procesado de materiales de baterías (Battery Materials Processing Grants Program) y programa de subsidios para el reciclaje, el desarrollo y la prueba de baterías (Battery Recycling Research, Development, and Demonstration Grants Program).

4. Incentivos a la producción y el montaje de autobuses eléctricos

El Gobierno estadounidense ya ha probado programas de incentivos financieros para la producción de vehículos eléctricos en general, programas que podrían ser aprovechados por los fabricantes de autobuses eléctricos. Es el caso del programa de préstamos para la fabricación de vehículos de tecnología avanzada (Advanced Technology Vehicles Manufacturing Loan Program (ATVM)), aprobado por el Congreso de los Estados Unidos en 2007 y administrado por la Oficina de Programas de Préstamos del Departamtento de Energía. El programa se formuló con el objetivo de financiar[10] proyectos de ingeniería y la construcción, ampliación o adaptación de fábricas para la producción de vehículos de tecnología avanzada y componentes en los Estados Unidos. Según la definición propuesta por el programa, los vehículos de tecnología avanzada son vehículos ligeros, medianos y pesados o ultraeficientes que cumplen las normas federales de emisiones y los requisitos de ahorro de combustible.

Según los últimos datos disponibles en el sitio web del Departamtento de Energía y en el último informe oficial publicado sobre el programa, se financiaron proyectos por valor de 8.000 millones de dólares que supusieron la producción de 4 millones de vehículos, lo que generó 35.000 empleos directos (Estados Unidos, DOE, 2016a). Los fabricantes autorizados en la primera fase fueron Ford Motor, Nissan

[10] Hasta el 30% del costo total del proyecto.

North America, Tesla Motors y Fisker Automotive. Fisker Automotive fue el único que no pudo hacer frente a los pagos y se declaró en quiebra en 2013.

Desde 2011, no se han concedido nuevos préstamos en el marco de este programa que, en la práctica, ha quedado paralizado. Durante el gobierno del presidente Donald Trump se llegó a plantear el cierre definitivo del programa (Berman, 2020), pero el programa volvió a incluirse en la agenda en 2021 y actualmente dispone de 17.700 millones de dólares para una nueva ronda de financiamiento (Motavalli, 2021).

Como de costumbre, los principales fabricantes de autobuses eléctricos se beneficiaron de incentivos fiscales para establecer sus fábricas. Proterra, por ejemplo, recibió 7,5 millones de dólares en créditos fiscales para ubicar sus plantas de producción en Industry y Burlingame, en California (Fine, 2022), y 3 millones de dólares en subvenciones para la construcción de la planta de Greenville, en Carolina del Sur (Departamento de Comercio de Carolina del Sur, 2010). Para la nueva planta de Greer, también en Carolina del Sur, el gobierno estatal tiene intención de aprobar una nueva ronda de beneficios fiscales para la empresa, aunque no ha revelado las cantidades, además de liberar 750.000 dólares para ayudar con los costos del proyecto (Szal, 2022). Otras empresas, como BYD (Lifsher, 2015) y GreenPower[11] también han recibido subvenciones y créditos fiscales similares para construir sus plantas.

5. Incentivos a la producción local (nivel regional) de componentes

La estructura de incentivos a escala local (definida como escala estatal en el caso de los Estados Unidos) también se compone mayoritariamente de instrumentos para fomentar la compra de autobuses de bajas o cero emisiones, según el estudio de instrumentos realizado por el Centro de Datos de Combustibles Alternativos (Alternative Fuels Data Center*)* (Estados Unidos, DOE, s/f). Aun así, existen algunos programas de subvenciones destinados específicamente a la cadena de producción de autobuses eléctricos y baterías. A continuación se presentan y describen dichos instrumentos.

En California, el programa para un transporte limpio (Clean Transportation Program)[12], administrado por la Comisión de Energía de California, tiene por objeto ofrecer incentivos financieros a empresas, fabricantes de vehículos y componentes, centros de formación técnica, propietarios de flotas, consumidores e instituciones académicas para que desarrollen y apliquen tecnologías avanzadas de transporte y combustibles alternativos y renovables, donde se incluyen los vehículos eléctricos medianos y pesados. El programa asigna 690 millones de dólares a inversiones en infraestructuras de recarga de vehículos pesados y 244 millones a actividades relacionadas con la fabricación de vehículos de cero emisiones (*Green Car Congress*, 2021), aunque aún no se ha especificado cómo se utilizarán estos fondos.

Otro programa de tecnología para camiones, autobuses y vehículos todoterreno y equipamiento (Clean Truck, Bus, and Off-Road Vehicle and Equipment Technology Program) de California[13], cuyo objetivo es proporcionar financiamiento para proyectos de desarrollo, prueba, fase piloto e implementación comercial inicial de camiones, autobuses, vehículos todoterreno y equipamientos que emitan cero o casi cero emisiones. Los proyectos que pueden optar a la subvención incluyen incentivos específicos para el desarrollo, la prueba y la implementación comercial de autobuses de cero emisiones. Por último, el estado de California también cuenta con un programa de reducción de impuestos (Sales and Use Tax Exclusion (STE) Program) que se aplica a la compra de maquinaria y equipos para la construcción,

---

[11] Véase [en línea] https://www.recorderonline.com/news/greenpower-to-get-3-million-from-state/article_4e41949c-3513-11e6-b631-9b049634002d.html.

[12] Véase [en línea] https://www.energy.ca.gov/programs-and-topics/programs/clean-transportation-program.

[13] Véase [en línea] https://afdc.energy.gov/laws/11528.

ampliación o adaptación de fábricas para la producción de baterías de litio[14]. Las exenciones fiscales ascienden hasta 100 millones de dólares al año y hasta 20 millones de dólares por proyecto[15].

En el estado de Colorado, los programas de aceleración de industrias avanzadas (Advanced Industries Accelerator Programs)[16] tienen por objeto conceder subvenciones para impulsar las industrias avanzadas, como la de fabricación de vehículos avanzados y sus componentes. Hay cuatro tipos de subvenciones disponibles: financiamiento de prototipos, apalancamiento de capital, financiamiento de infraestructuras de producción y exportaciones.

En Georgia, las empresas comerciales que fabrican componentes para las cadenas de producción de baterías, biocombustibles y vehículos eléctricos pueden solicitar un crédito fiscal anual durante cinco años[17]. La cuantía del crédito fiscal se basa en el número de nuevos puestos de trabajo creados por estas empresas y su cálculo depende también de los índices de desempleo y los niveles de renta del condado en el que esté ubicada la empresa beneficiaria.

También se ha puesto en marcha un programa similar en el estado de Nuevo México para fabricantes calificados de productos y componentes para sistemas de vehículos de cero emisiones[18]. El crédito tiene un límite del 5% de los gastos calificados y los fabricantes deben cumplir los requisitos de creación de empleo para poder optar a él.

En Wisconsin, el crédito fiscal se ofrece a las empresas que investigan sobre baterías para automóviles y puede llegar hasta el 10% de los gastos de investigación[19]. Las empresas también pueden solicitar un crédito fiscal adicional equivalente al 5% de la suma utilizada durante el ejercicio fiscal para construir y equipar nuevas instalaciones o ampliar instalaciones existentes utilizadas para dicha investigación calificada.

En el estado de Luisiana, el crédito fiscal para las "industrias verdes" va del 7% al 18% de los costos del proyecto con un límite de un millón de dólares por proyecto[20].

En el estado de Carolina del Sur, el valor imponible de la maquinaria y el equipo adquiridos para su uso en fábricas de artefactos de energía renovable puede reducirse en un 20% del costo original. Esta medida incluye a las fábricas de baterías para vehículos eléctricos e híbridos. Para cumplir los requisitos, las empresas deben invertir un mínimo de 100 millones de dólares en el proyecto y crear al menos 200 nuevos puestos de trabajo a tiempo completo con un nivel medio de remuneración del 150% de la renta per cápita anual del estado o condado donde se ubique la fábrica (el que sea inferior).

En el estado de Indiana, el Indiana 21st Century Research and Technology Fund concede subvenciones y préstamos para apoyar el desarrollo económico de grupos industriales de alta tecnología, entre los que se incluyen los de vehículos eléctricos y sus componentes[21].

Por último, también es importante mencionar que gran parte de las subvenciones y concesiones fiscales ofrecidas a los fabricantes de autobuses eléctricos para la instalación de sus plantas de producción proceden de negociaciones directas con los gobiernos estatales, como se menciona en la sección I. B.4.

---

[14] Véase [en línea] https://www.treasurer.ca.gov/caeatfa/ste/index.asp.
[15] Véase [en línea] https://buildmomentum.io/sales-and-use-tax-exclusion-ste-program/#:~:text=The%20California%20Alternative%20Energy %20and,feedstock%20in%20the%20production%20of.
[16] Véase [en línea] https://choosecolorado.com/doing-business/advanced-industries/.
[17] Véase [en línea] https://law.justia.com/codes/georgia/2010/title-48/chapter-7/article-2/48-7-40/.
[18] Véase [en línea] https://edd.newmexico.gov/choose-new-mexico/competitive-business-climate/incentives/alternative-energy-product-manufacturers-tax-credit.
[19] Véase [en línea] https://www.revenue.wi.gov/DOR%20Publications/pb131.pdf.
[20] Véase [en línea] https://law.justia.com/codes/louisiana/2012/rs/title47/rs47-6037/.
[21] Véase [en línea] https://law.justia.com/codes/indiana/2017/title-5/article-28/chapter-16/section-5-28-16-2/.

6. Incentivos a la producción de autobuses que utilicen baterías producidas en los Estados Unidos

El eje principal de las políticas de incentivos para los autobuses eléctricos en los Estados Unidos siguen siendo las políticas de subvenciones para la compra de estos vehículos de mano de las agencias de transporte municipales y estatales. La idea central del Gobierno es que estas subvenciones del lado de la demanda estimulen la producción nacional de autobuses eléctricos, ya que están subordinadas a las leyes sobre compra de productos estadounidenses (*Buy America* Act)[22] y sobre soluciones del transporte por superficie (*Fixing America's Surface Transportation Act)*[23] que, desde 2020, establecen un índice mínimo de nacionalización del 70% del valor de los vehículos objeto de la subvención. Es decir, el 70% de los componentes de los autobuses (en cuanto a su valor) debe ser de producción nacional para que los autobuses puedan beneficiarse de descuentos sobre su valor de compra.

Sin embargo, esta legislación presenta lagunas importantes puesto que, según las definiciones propuestas, un componente se considera nacional si se fabrica en los Estados Unidos, independientemente del origen de los elementos que lo componen, como las materias primas y los subcomponentes producidos en fases anteriores de la cadena de producción. En este sentido, por ejemplo, las celdas de iones de litio importadas no infringen estas leyes, ya que se transforman sustancialmente en paquetes de baterías —que contienen módulos, sistemas de refrigeración y sensores— en fábricas estadounidenses y, por tanto, pasan a considerarse componentes nacionales. Esta y otras lagunas están siendo debatidas en el Gobierno y podrían ser objeto de futuros cambios en la legislación.

El debate sobre la nacionalización de los autobuses eléctricos y sus componentes también tiene otra dimensión polémica: la Ley de Autorización para la Defensa Nacional (*National Defense Authorization Act*), firmada en 2019 por el Gobierno estadounidense, prohíbe la compra de autobuses a empresas chinas por parte de las autoridades de transporte estadounidenses con fondos procedentes de los programas de subvenciones gubernamentales (Duncan, 2021), una medida que puede afectar directamente a uno de los principales actores del sector, la empresa china BYD. Algunos expertos sostienen que esta medida puede repercutir negativamente en los esfuerzos de electrificación del transporte público en el país, ya que BYD es actualmente la empresa con mayor capacidad de producción de autobuses eléctricos en el mercado estadounidense[24].

C. Resultados

La Ley de Recuperación y Reinversión Estadounidense de 2009 fue el primer gran programa de estímulo dirigido a la cadena de baterías y vehículos eléctricos, y no cabe duda de que tuvo un papel estratégico a la hora de financiar la construcción de varias fábricas de estos dos sectores que hoy constituyen la base de la industria nacional de baterías y autobuses eléctricos. En la actualidad, 31 de las 38 fábricas de estos sectores creadas a través de dicha Ley siguen en funcionamiento (The White House, 2021).

Los incentivos fiscales ofrecidos a los grandes fabricantes de autobuses eléctricos y baterías sin duda favorecieron el establecimiento de las primeras grandes empresas americanas especializadas en la fabricación de autobuses eléctricos, como Proterra, pero estos incentivos no pueden considerase políticas industriales innovadoras ni merecen ser destacados como factores diferenciadores de la estrategia estadounidense.

---

[22] Véase [en línea] https://trid.trb.org/view/1604436.

[23] Véase [en línea] https://www.transportation.gov/fastact.

[24] Véase [en línea] https://www.reuters.com/business/sustainable-business/electric-bus-maker-byd-shows-china-complications-biden-climate-push-2021-07-14/.

En los dos últimos años, como consecuencia de los efectos de la pandemia de COVID-19, el Gobierno estadounidense ha empezado a dar más importancia a la electrificación del transporte y la producción nacional de baterías. Por este motivo, muchos de los programas anunciados se encuentran aún en fase de ejecución o están siendo elaborados por las autoridades del país, y sus resultados para la industria de autobuses eléctricos y componentes solo podrán verse en los próximos años.

No obstante, ya es posible observar algunos avances importantes en relación con los esfuerzos de investigación para el desarrollo de baterías, por ejemplo. El Battery500 Consortium, implementado en 2017, llega al final de su primer ciclo de financiamiento con resultados alentadores. Al comenzar el programa, las baterías avanzadas (baterías *pouch* o de bolsa) en las que se centró la investigación proporcionaban hasta 300 vatios-hora por kilogramo, pero solo podían utilizarse unas diez veces antes de que perdieran su eficacia, es decir, tenían una duración de diez ciclos. Hoy, el equipo de investigación del programa ha conseguido aumentar la densidad energética a 350 Wh/kg (Oficina de Eficiencia Energética y Energía Renovable, 2020) y prolongar la vida útil de la batería a más de 600 ciclos (Niu y otros, 2021). Estos esfuerzos de investigación podrían aumentar la competitividad de los Estados Unidos en la producción de baterías y vehículos eléctricos si su producción a gran escala se hace viable en los próximos años.

D. Factores de éxito

El panorama general de incentivos a la electrificación del transporte público (y del transporte en general) en los Estados Unidos puede clasificarse en cuatro ejes de actuación sobre la base de las políticas halladas en la investigación bibliográfica de este trabajo, a saber:

i) Estimular la demanda de autobuses de bajas emisiones y construir infraestructuras de apoyo.

ii) Incentivar la investigación de baterías avanzadas.

iii) Cubrir las lagunas de la cadena de producción de baterías y componentes (procesamiento de minerales, reciclaje).

iv) Crear incentivos fiscales para la construcción de fábricas de baterías y autobuses eléctricos.

Estos ejes de actuación constituyen la base de los instrumentos de estímulo a la producción y tienen como objetivo reforzar la competitividad del país en esta cadena de valor frente a competidores como China y la Unión Europea. El principal eje, en cuanto a número de políticas y cantidad de recursos puestos a disposición por el Gobierno, es el de los instrumentos de estímulo a la demanda. Este es sin duda uno de los principales objetivos de las políticas de electrificación del transporte de cualquiera de los países y regiones que lideran los *rankings* de producción y venta de autobuses eléctricos.

Sin embargo, el amplio abanico de programas de fomento y la suma destinada a financiar la compra de autobuses eléctricos contrasta con la escasez de instrumentos dirigidos específicamente a la creación de capacidad productiva nacional de autobuses eléctricos en los Estados Unidos, situación que difiere de la de sus competidores. En este sentido, habrá que observar si la industria estadounidense de autobuses eléctricos será capaz de evolucionar al mismo ritmo que la demanda para poder hacer frente al crecimiento del volumen de estos vehículos en el país y competir con los fabricantes extranjeros, especialmente los radicados en China.

Una consideración importante a este respecto es el hecho de que el país haya reconocido la importancia y urgencia de construir una cadena nacional de producción de baterías que cubra las lagunas actuales —por ejemplo, invirtiendo en el refinado y procesamiento de materias primas así como en la fabricación y el reciclaje de baterías— para reducir su dependencia de China y otros países.

Un posible factor de éxito, donde los Estados Unidos tienen sin duda ventaja sobre sus competidores, son los esfuerzos de investigación financiados por el Gobierno y respaldados por una amplia red de laboratorios nacionales, universidades y centros de investigación, así como por el capital humano calificado disponible en el país. Es posible que los resultados de estos esfuerzos de investigación creen ventajas competitivas cruciales para la industria de fabricación de autobuses eléctricos en los próximos años gracias a la creación de baterías más eficientes.

Por último, en el cuadro 2 se resumen las principales políticas analizadas de los Estados Unidos.

Cuadro 2
Estados Unidos: resumen de las políticas de incentivo a la cadena de producción de autobuses eléctricos

Política	Relación con la cadena de producción de autobuses eléctricos	Instrumentos utilizados	Tipo	Inicio	Fin
Clean Transportation Program (Clean Transportation Program)	Incentivos financieros centrados en las innovaciones y la creación de infraestructuras de apoyo	No especificado	Estimular el consumo	2008	2024[a]
Programa para un Transporte Limpio (Clean Transportation Program)	Incentivos financieros centrados en las innovaciones y la creación de infraestructuras de apoyo	No especificado	Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)		
Ley de Recuperación y Reinversión Estadounidense (American Recovery and Reinvestment Act)	Subvenciones para la construcción de fábricas de baterías y vehículos eléctricos	Subvenciones directas e incentivos fiscales	Estimular la producción nacional	2009	2011
Programa de reducción de impuestos sobre la venta y el uso (Sales and Use Tax Exclusion (STE) Program)	Incentivos fiscales para construir o ampliar la capacidad productiva de tecnologías avanzadas de transporte	Incentivos fiscales	Estimular la producción nacional	2010	2025[a]
Programa de subvenciones para autobuses e instalaciones de autobuses (Grants for Buses and Bus Facilities Program)	Política de subvenciones para la compra de autobuses eléctricos e infraestructuras de apoyo	Subvenciones directas	Estimular el consumo	2016	…
Programa de autobuses de bajas o cero emisiones (Low or No Emission Vehicle Program)	Política de subvenciones para la compra de autobuses eléctricos e infraestructuras de apoyo	Subvenciones directas	Estimular el consumo	2016	…
Battery500 Consortium	Programa de inversión en I+D de baterías avanzadas	Hoja de ruta, subvenciones directas, uso de laboratorios e infraestructuras gubernamentales, coordinación con agentes privados	Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)	2016	…
Programa de tecnología para camiones, autobuses y vehículos todoterreno y equipamiento de California (California Clean Truck, Bus, and Off-Road Vehicle and Equipment Technology Program)	Financiamiento de proyectos avanzados de I+D	Línea de financiamiento subvencionada	Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)	2016	…
Premio al reciclaje de baterías de iones de litio (Lithium-Ion Battery Recycling Prize)	Concurso en el ámbito del reciclaje de baterías	Premios en metálico (concurso)	Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)	2019	2022[a]
Ley de Autorización para la Defensa Nacional (National Defense Authorization Act)	Reglamento que restringe el acceso de las empresas chinas a las subvenciones a la demanda	Regulación de los programas de subvenciones	Estimular la producción nacional	2019	…

Política	Relación con la cadena de producción de autobuses eléctricos	Instrumentos utilizados	Tipo	Inicio	Fin
Consorcio Federal para Baterías Avanzadas (Federal Consortium for Advanced Batteries)	Realización de un diagnóstico de las lagunas en la cadena de producción de baterías	Hoja de ruta	Planificación y gobernanza	2020	…
Ley sobre compra de productos estadounidenses (*Buy America* Act) y ley sobre soluciones del transporte por superficie (*Fixing America's Surface Transportation Act)*	Reglamento por el que se establecen índices mínimos de nacionalización de los vehículos subvencionados	Regulación de los programas de subvenciones	Estimular la producción nacional	2020	…
Ley sobre inversión en infraestructuras y empleos (Infrastructure Investment and Jobs Act)	Política de subvenciones para la compra de e-buses, inversión en infraestructuras e I+D en baterías avanzadas	Hoja de ruta, subvenciones directas e incentivos fiscales	Planificación y gobernanza	2021	…
Ley sobre inversión en infraestructuras y empleos (Infrastructure Investment and Jobs Act)	Política de subvenciones para la compra de autobuses eléctricos, inversión en infraestructuras e I+D de baterías avanzadas	Hoja de ruta, subvenciones directas e incentivos fiscales	Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)	2021	…
Programa de autobuses escolares limpios (Clean School Bus Program)	Política de subvenciones para la compra de autobuses eléctricos escolares	Subvenciones directas	Estimular el consumo	2022	2026[a]
Programas estatales de crédito fiscal	Instalación y ampliación de plantas de producción en los respectivos estados	Incentivos fiscales	Estimular la producción nacional	…	…
Programa de subsidios para el reciclaje, el desarrollo y la prueba de baterías (Battery Recycling Research, Development, and Demonstration Grants Program)	Programa de inversión en I+D para el reciclaje de baterías	Subvenciones directas	Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)	2022[a]	…

Fuente: Elaboración propia.
[a] Estimado.

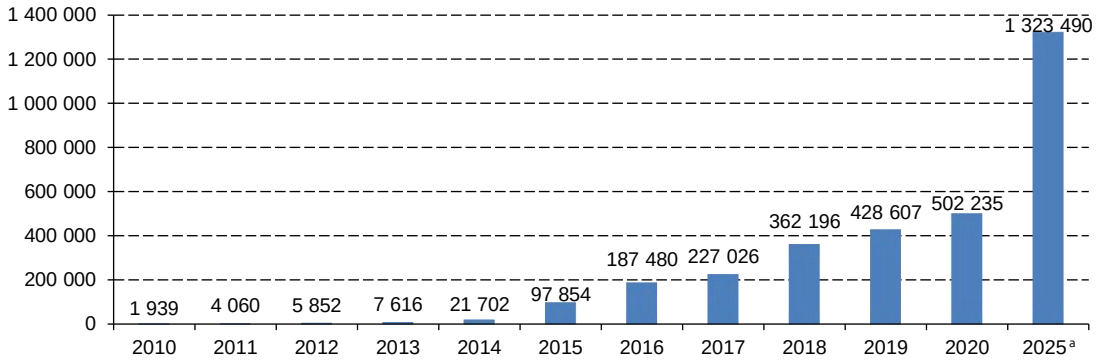
II. Políticas industriales y marco institucional para los autobuses eléctricos en China

A. Introducción

China es actualmente el mayor mercado tanto consumidor como productor de autobuses eléctricos del mundo. Según los últimos datos disponibles en el sitio web Global EV Data Explorer, de la Agencia Internacional de Energía (AIE) (2022), la flota de autobuses eléctricos en China superó las 500.000 unidades en 2020, y puede llegar hasta 1,3 millones de unidades en 2025 (Wood Mackenzie, 2019) (véase el Gráfico 2). Es más, la flota china representa aproximadamente el 98% de la flota de autobuses eléctricos de todo el mundo, según los datos más recientes (Bloomberg, 2022).

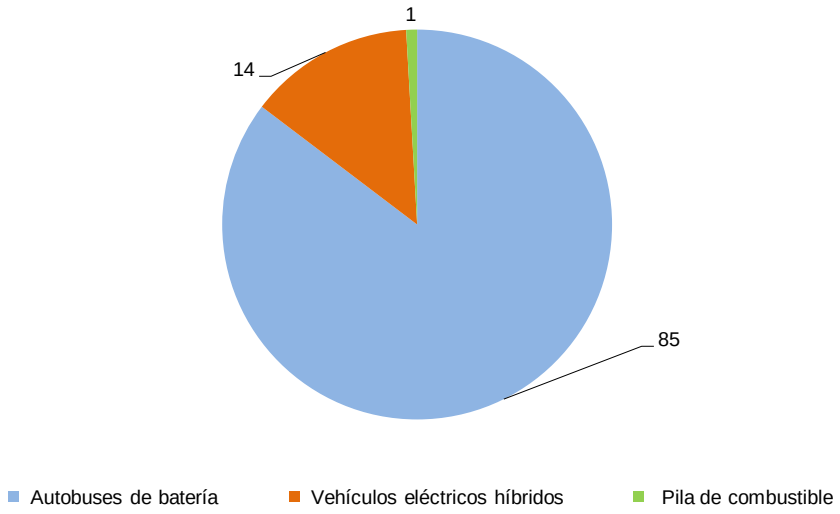
El Gobierno chino utiliza la expresión "vehículos de nueva energía" (*new energy vehicles* o NEV) como nomenclatura oficial para referirse a los vehículos eléctricos y de cero emisiones en general —incluidos los autobuses eléctricos— en los documentos oficiales y las políticas estatales. Algunos estudios y documentos adoptan la denominación "autobuses de nueva energía" (*new energy buses* **o NEB**) para referirse específicamente al subgrupo de autobuses de bajas emisiones, que abarcan los autobuses eléctricos de batería, los híbridos y los de pila de combustible. Los autobuses eléctricos de batería, que representaban el 85% de la flota de NEB en 2020 (véase el gráfico 3) son mayoría absoluta además de ser el objetivo principal de las subvenciones destinadas a los NEV (Kennedy, 2018).

Gráfico 2
China: evolución de la flota de autobuses eléctricos
(*En unidades*)



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Agencia Internacional de Energía (AIE), Global EV Data Explorer, 2022 [en línea] https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer y Wood Mackenzie, "China's e-bus stock to surpass 1 million mark by 2023", 16 de septiembre de 2019 [en línea] https://www.woodmac.com/press-releases/chinas-e-bus-stock-to-surpass-1-million-mark-by-2023/.
[a] Estimado.

Gráfico 3
China: distribución de la flota de NEB por tecnología de propulsión
(*En porcentajes*)



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Agencia Internacional de Energía (AIE), Global EV Data Explorer, 2022 [en línea] https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer.

El país cuenta con decenas de fabricantes de NEB[25]. Los principales son Yutong, BYD (que también es el mayor fabricante de baterías del mundo), CRRC Electric, Foton AUV, Higer Bus, Zhongtong, Ankai, King Long, Golden Dragon y Asiastar. Juntas, estas diez empresas acapararon el 93% de las ventas en enero y febrero de 2022 (China Buses, 2022) (véase el cuadro 3).

[25] En el sitio web de B2BEV figuran 33 fabricantes de autobuses eléctricos. Véase [en línea] https://www.b2bev.com/listings/?fwp_location=china&fwp_category _3=electric-bus-manufacturers.

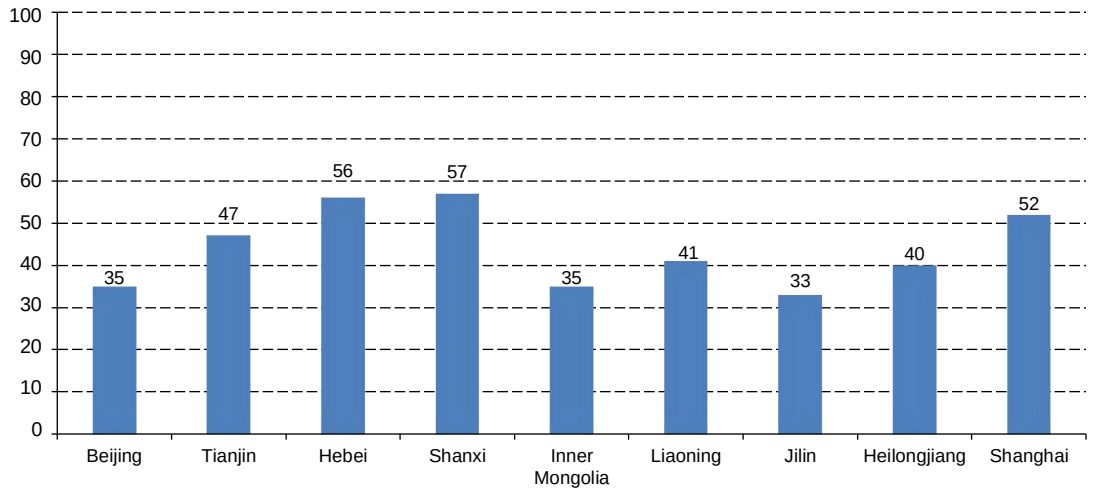
Cuadro 3
China: ventas de NEB, enero y febrero de 2022
(En unidades y porcentajes)

Clasificación	Fabricante	Ventas	Cuota de mercado
1	Yutong	867	21
2	BYD	622	15
3	CRRC Eléctrica	516	13
4	Foton AUV	449	11
5	Más alto	380	9
6	Zhongtong	317	8
7	Ankai	263	6
8	Rey Long	187	5
9	Dragón de Oro	136	3
10	Asiastar	78	2
	Ventas-Primeros diez fabricantes	3 815	93
	Ventas totales	4 094	

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de China Buses [en línea] https://www.chinabuses.org/.

A diferencia de la estructura estadounidense, cuya flota de autobuses eléctricos está muy concentrada en el estado de California, en China la flota de estos vehículos está repartida por todo el país. El gráfico 4 muestra que el porcentaje de NEB es bastante elevado en todas las regiones chinas seleccionadas, y en algunos casos llega a representar más de la mitad de las flotas regionales.

Gráfico 4
China: NEB en regiones seleccionadas
(*En porcentajes*)



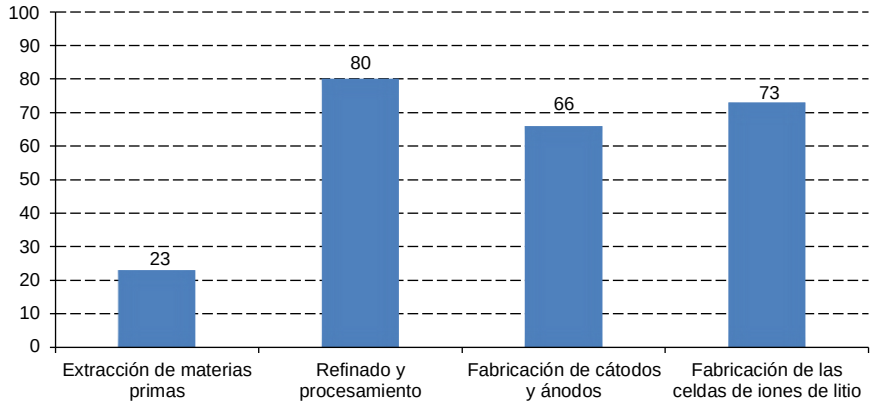
Fuente: Elaboración propia, sobre la base de L. Lumiao e Y. Zhanhui, *New Energy Buses in China: Overview on Policies and Impacts*, Beijing, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), 2020.

Los porcentajes indicados en el gráfico 4 son aún más relevantes si se comparan con la situación de los Estados Unidos: en California, el estado más avanzado con diferencia en cuanto a electrificación del transporte público, el objetivo es electrificar el 100% de la flota de autobuses para 2040. Hoy ese porcentaje ronda el 10%. En muchos otros estados estadounidenses, este porcentaje no llega ni al 1% de la flota total.

China también domina los eslabones estratégicos de la cadena de producción de baterías. Según datos de 2019 de la Benchmark Mineral Intelligence (*Mining*, 2020), China concentra alrededor del 73% de la producción mundial de baterías (celdas) de iones de litio (véase el gráfico 5). La sólida posición de China en el mercado de las baterías no se debe a ventajas naturales, es decir, al tamaño de sus reservas de materias primas estratégicas como el litio y el cobalto, entre otros, ya que en términos generales, las reservas chinas de estos minerales no son mayores que las de otros países. Además, la participación china en la fase de la cadena de producción relacionada con la extracción de materias primas es relativamente baja (23%).

Por otro lado, en las etapas intermedias de la cadena, como el refinado y procesamiento de materias primas y la fabricación de cátodos y ánodos, la participación china en la producción mundial es significativamente mayor (80% y 66%, respectivamente), y podría decirse que alcanza un monopolio *de facto:* según datos de 2019, el 86% de todos los ánodos de grafito natural y sintético se producen en China mientras que este porcentaje roza el 100% en el caso de los ánodos de grafito natural.

Gráfico 5
China: participación en la cadena mundial de producción de baterías de iones de litio por etapa de la cadena, 2019
(*En porcentajes*)



Fuente: Benchmark Mineral Intelligence, 2019 [en línea] https://www.benchmarkminerals.com/.

El dominio competitivo chino en la etapa crucial de refinado de materias primas garantiza que la cadena de producción mundial de baterías de litio dependa de China, especialmente en estas etapas de mayor valor añadido. Este panorama contrasta fuertemente con el de la cadena de producción estadounidense (véase el capítulo I), que presenta importantes lagunas precisamente en estas fases intermedias de procesamiento y fabricación de celdas.

Las ventajas competitivas chinas en este mercado, pues, pueden atribuirse en gran medida a las inversiones estatales en todas las fases de la cadena de producción, así como a los acuerdos comerciales con los países proveedores de materias primas (The White House, 2021).

B. Políticas industriales y marco institucional

1. Contexto y panorama general de las políticas favorables a los autobuses eléctricos en el país

En China, la industria de autobuses eléctricos se beneficia de un entorno muy favorable para el desarrollo de la industria de NEV. Las políticas industriales destinadas a estos vehículos se basan principalmente en amplios programas gubernamentales de subvenciones y ayudas, además de existir

una estructura ya establecida en el ámbito de la cadena de producción de baterías, que también se ve extensamente favorecida por los programas de incentivos gubernamentales.

La principal institución gubernamental china responsable de las políticas industriales destinadas a los NEB es la Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma, que posee un vasto control administrativo y de planificación sobre la economía china[26], incluidos el diseño general y la aplicación de las políticas industriales incluidas en los planes quinquenales, el principal documento que dirige los esfuerzos de planificación pública del país.

Además de la Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma, también forman parte del marco institucional gubernamental relacionado con los NEB el Ministerio de Ciencia y Tecnología, responsable de aplicar políticas específicas de I+D y de emitir los permisos de entrada en el mercado chino para los fabricantes de autobuses, y el Ministerio de Industria y Tecnología de la Información, responsable de las políticas industriales relacionadas con la cadena de producción de autobuses eléctricos y baterías.

También cabe mencionar el Ministerio de Finanzas, organismo responsable de formular y aplicar las políticas de incentivos fiscales y tributarios relacionados con la producción y adquisición de vehículos eléctricos.

Por último, el Ministerio de Transporte es responsable de las políticas de planificación del transporte urbano y rural. Además, las autoridades de transporte público a escala local son las responsables de la adquisición de los vehículos.

Otras instituciones relevantes que también han colaborado con el Gobierno son el centro chino de investigación y tecnología automotriz (China Automotive Technology and Research Center (CATARC)) —que asesora sobre políticas, define patrones, y testea y certifica componentes para NEV— y la asociación china de fabricantes de automóviles (China Association of Automobile Manufacturers (CAAM)) —que representa al sector industrial y colabora con el Gobierno para implementar los NEV mediante esfuerzos de autorregulación e inversiones coordinadas entre los fabricantes—.

Desde mediados de los años 2000 y especialmente en el último decenio, la Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma ha situado el desarrollo sostenible como una de sus prioridades a la hora de elaborar las políticas industriales, al tiempo que ha buscado nuevas oportunidades para la industria china en sectores que aún estaban subexplotados o en la frontera tecnológica y de mercado, lo que explica su énfasis en la electrificación del transporte chino.

Según el informe *New Energy Buses in China: Overview on Policies and Impacts* (Lumiao y Zhanhui, 2020), el Gobierno chino considera oficialmente la cadena de producción de vehículos eléctricos como una industria clave en sus políticas y planes industriales desde el lanzamiento del 12º plan quinquenal (2011-2015), y ha ido ganando más protagonismo e importancia en los posteriores planes quinquenales (13º y 14º)[27]. En concreto, desde 2011, con el inicio del 12º plan quinquenal, el Gobierno chino señaló la industria de los NEV como una de las siete Industrias Estratégicas Emergentes (SEI).

El apoyo del Gobierno chino a la industria de los vehículos eléctricos, no obstante, es anterior al 12º plan quinquenal. Los primeros pasos de la estrategia china de electrificación del transporte comenzaron con la inclusión de los NEV en el Programa Estatal de Investigación y Desarrollo de Alta Tecnología, también llamado Programa 863 (en alusión a la fecha de su creación, marzo de 1986), durante la preparación del 10º plan quinquenal en 2001. La presencia de los NEV en el Programa 863 se amplió considerablemente en el 11º plan quinquenal de 2006, en el que se mencionaba la investigación avanzada en colaboración con una serie de partes interesadas y experimentos piloto en ciudades seleccionadas (véase la sección 2.2.2).

---

[26] Véase [en línea] https://en.ndrc.gov.cn/aboutndrc/mainfunctions/.

[27] Véase [en línea] http://www.gov.cn/xinwen/2016-01/20/content_5034655.htm.

También en 2001, en el contexto del 10º plan quinquenal, el Ministerio de Ciencia y Tecnología chino puso en marcha el programa denominado Estrategia de Investigación y Desarrollo Tres por Tres (Three by Three Research and Development Strategy) para promover los NEV mediante el establecimiento de las bases tecnológicas de la industria de estos vehículos en el país. Fue la primera hoja de ruta de NEV presentada por el Gobierno chino y su nombre aludía a las tecnologías elegidas como pilares: tres tecnologías de propulsión —pila de combustible, híbrida y eléctrica de batería—) y tres tecnologías de componentes —sistemas de control de cadena cinemática, los propios motores y las baterías— (Jin y otros, 2021).

Además, el Ministerio de Ciencia y Tecnología lanzó en 2009, junto con el Ministerio de Finanzas y la Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma, el programa Miles de Vehículos, Decenas de Ciudades (Thousands of Vehicles, Tens of Cities)[28], que establecía una serie de subvenciones para que las ciudades chinas adoptasen vehículos eléctricos, especialmente en los servicios públicos (autobuses, taxis, flotas postales y vehículos oficiales).

En 2012, ya bajo las directrices del 12º plan quinquenal, el Consejo de Estado chino publicó el Plan de Conservación de Energía y Desarrollo de la Industria de Vehículos de Nueva Energía (2012-2020)[29]. Este documento oficial establecía principios generales y objetivos para el desarrollo de la industria de vehículos eléctricos en el país. El Plan identificó el desarrollo de los NEV como una estrategia nacional y fijó como objetivo que China alcanzara una capacidad de fabricación de 2 millones de vehículos al año en 2020.

Para aplicar eficazmente este plan, el Consejo de Estado publicó en 2014 el documento Opiniones orientadoras sobre la aceleración de la promoción y aplicación de vehículos de nueva energía[30], que cubría aspectos prácticos de la aplicación del plan, como los objetivos para la construcción de infraestructuras de apoyo, la investigación, las subvenciones financieras y los beneficios fiscales.

Si bien todas estas políticas contribuyeron de alguna forma al establecimiento de la industria de los NEV en China, el gran salto que definió lo que esta industria representa en la actualidad se produjo en 2015 con el lanzamiento del plan Hecho en China: Ambiciones Globales basadas en Protecciones Locales (*Made in China 2025: Global Ambitions Built on Local Protections*) (Cámara de Comercio de los Estados Unidos, 2017), que consolidó definitivamente la industria de los NEV no solo como una industria estratégica emergente sino como uno de los objetivos centrales de las políticas gubernamentales del país. El plan fijaba objetivos aún más ambiciosos para los fabricantes nacionales —como alcanzar una cuota del 70% de la producción mundial de NEV en 2020 y del 80% en 2025, y hasta del 80% de la producción de baterías y motores de coches eléctricos en 2020— además de establecer parámetros de rendimiento para las tecnologías empleadas en estos vehículos.

Al igual que en los Estados Unidos, el Gobierno chino ha introducido varias políticas de incentivo de la demanda para ayudar al desarrollo de la industria del vehículo eléctrico y reducir la contaminación en sus principales centros urbanos. Entre 2012 y 2015, por ejemplo, el Ministerio de Finanzas estableció que los NEV estarían exentos del impuesto sobre la compra de vehículos, una política que se ha prorrogado sucesivamente desde entonces y que continuará al menos hasta finales de 2022[31] con algunos ajustes graduales (AIE, 2021).

En 2018, se adoptó la política sobre vehículos de nueva energía (New Energy Vehicle (NEV) Mandate Policy) (Cui, 2018), en virtud de la cual cada modelo de NEV recibe un número específico de "créditos" calculados a partir de varios parámetros, como el kilometraje por carga de batería y la

[28] Véase [en línea] http://www.gov.cn/jrzg/2009-04/13/content_1283761.htm.
[29] Véase [en línea] http://www.gov.cn/gongbao/content/2012/content_2182749.htm.
[30] Véase [en línea] https://es.chinajusticeobserver.com/law/x/guiding-opinions-accelerating-promotion-application-new-energy-vehicles-20140721.
[31] Véase [en línea] http://www.chinatax.gov.cn/chinatax/n810341/n810755/c5148808/content.html.

eficiencia energética. Los autobuses eléctricos recibieron subvenciones de hasta 87.000 dólares, y se beneficiaron a menudo de subvenciones locales adicionales. El derecho a estas subvenciones estaba restringido a los vehículos incluidos en un catálogo de vehículos homologados elaborado por el Ministerio de Industria y Tecnología de la Información. Al principio, el catálogo incluía a la mayoría de los vehículos fabricados en China, mientras que los vehículos importados no recibieron la subvención.

Desde la segunda mitad de la década pasada, sin embargo, el Gobierno está llevando a cabo un proceso de reducción gradual de los incentivos a los NEV, principalmente las subvenciones a la compra de estos vehículos, que debería completarse en 2022[32].

Además de la subvención para la compra de autobuses eléctricos, hubo otra política importante que afectó indirectamente al atractivo de estos vehículos: en 2015, a través de la Nota sobre la Mejora de la Promoción de una Política de Subsidio al Combustible Refinado para Autobuses Urbanos para Acelerar el Fomento y la Adopción de Vehículos de Nueva Energía (*Notice on Improving the Promotion of the Adoption of Urban Bus Refined Oil Price Subsidy Policy to Accelerate the Promotion and Adoption of NEV*)[33], publicado conjuntamente por el Ministerio de Finanzas, el Ministerio de Industria y Tecnología de la Información y el Ministerio de Transporte, el Gobierno chino optó por reducir una parte sustancial de los fondos públicos destinados a subvencionar el suministro de combustibles fósiles y condicionó las nuevas subvenciones al número de NEB añadidos a las flotas. Es decir, en la práctica, el Gobierno transfirió parte de la estructura de subvenciones de la explotación de vehículos tradicionales a los autobuses eléctricos.

Otra cuestión importante ha sido la inversión pública en puntos de recarga e infraestructura de apoyo[34]. El Gobierno ha fijado objetivos para la construcción de puntos de recarga públicos y privados y ha destinado fondos a subvencionar estos esfuerzos. En 2016, por ejemplo, el Gobierno garantizó 120 millones de yenes (18 millones de dólares) en subvenciones para animar a las ciudades de todo el país a construir este tipo de infraestructuras de apoyo (Kennedy, 2018)[35].

El Gobierno chino también ha tratado de fomentar la demanda a través de las adquisiciones públicas al ordenar que, desde 2014, al menos el 30% de los vehículos nuevos adquiridos por los ministerios centrales y los organismos de la administración local en ciudades estratégicas fueran NEV. La proporción exigida ha aumentado con el tiempo y se ha extendido a más ciudades. En 2015, el Ministerio de Transporte, el Ministerio de Finanzas y el Ministerio de Industria y Tecnología de la Información publicaron una normativa conjunta que obligaba a las provincias a aumentar anualmente la proporción de vehículos eléctricos de batería (BEV) de sus flotas.

Por último, en 2020, el Gobierno chino presentó el Plan de Desarrollo Industrial de Vehículos de Nueva Energía 2021-2035 (New Energy Vehicle Industrial Development Plan for 2021 to 2035)[36], sucesor del plan presentado en 2012. El plan establece nuevos objetivos de electrificación para los próximos años, como el aumento de la proporción de NEV comercializados, que deberán representar el 20% de las ventas en 2025. El plan también prevé que en 2035 se logre la electrificación completa de las flotas públicas (incluido el transporte público) y que la tecnología dominante sean los vehículos eléctricos de batería.

Además de las políticas del lado de la demanda, China ha puesto en marcha una serie de políticas para ayudar a las empresas chinas de NEV a desarrollar o adquirir tecnologías y a aumentar la fabricación en el país.

---

32 Véase [en línea] http://jjs.mof.gov.cn/zhengcefagui/202004/t20200423_3502975.htm.
33 Véase [en línea] http://www.gov.cn/xinwen/2015-05/22/content_2866789.htm.
34 Véanse [en línea] http://www.gov.cn/zhengce/2015-10/09/content_5076250.htm y http://www.gov.cn/xinwen/201812/10/content_53473 91.htm.
35 Véase [en línea] http://www.gov.cn/xinwen/2014-11/26/content_2783831.htm.
36 Véase [en línea] http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-11/02/content_5556716.htm.

2. Apoyo a la I+D+i

Desde que empezó a contemplar el potencial de la industria de los NEV en el 10º plan quinquenal, el Gobierno chino ha prestado un apoyo y financiamiento sustanciales a la investigación y el desarrollo de toda la gama de tecnologías asociadas a estos vehículos, sobre todo las relacionadas con baterías, motores y sistemas de control. Este financiamiento ha procedido principalmente del Ministerio de Ciencia y Tecnología, pero otros organismos gubernamentales centrales y locales así como fundaciones de investigación también han prestado su apoyo a lo largo de los años.

Durante la primera fase de apoyo a los NEV en el ámbito del Programa 863 y del 10º plan quinquenal (2001-2005), se invirtieron unos 880 millones de yenes (unos 108 millones de dólares al cambio de la época) en proyectos de I+D y en prototipos relacionados con las tres tecnologías de propulsión elegidas en el marco del programa Estrategia de Investigación y Desarrollo Tres por Tres: vehículos híbridos, eléctricos de pila de combustible y eléctricos de batería). Estos proyectos de I+D fueron llevados a cabo conjuntamente por un grupo seleccionado de empresas del sector, universidades y centros de investigación chinos, además de un pequeño número de ciudades asociadas. En concreto, en lo que respecta a los autobuses eléctricos, participaron la Universidad Tsinghua y el Instituto de Tecnología de Beijing (Beijing Institute of Technology) en colaboración con las empresas Foton AUV y Beijing Bus (Jin y otros, 2021).

A partir de 2006, ya en el ámbito del 11º plan quinquenal, se incorporaron nuevos actores (universidades, empresas, ciudades) al Programa 863, y los proyectos de I+D de autobuses eléctricos iniciados en los años anteriores empezaron a generar los primeros frutos tangibles. En 2007 se presentaron 7 prototipos de autobús eléctrico y en 2008, durante los Juegos Olímpicos de Beijing, se introdujeron en la ciudad olímpica 50 autobuses eléctricos propulsados por baterías de iones de litio, fruto de los esfuerzos coordinados de I+D iniciados con el Programa 863 (Xinhua News Agency, 2007).

El Programa 863[37] tuvo una importancia estratégica ya que marcó el inicio de la coordinación de los esfuerzos entre el Gobierno, la industria, las universidades y los centros de investigación, lo que consolidó los cimientos de la creación de conocimiento, el cambio tecnológico y la coordinación de inversiones que permitieron a China adquirir las competencias tecnológicas y organizativas necesarias para comenzar la construcción de una industria de NEV y BEV competitiva a escala mundial (Jin y otros, 2021). En total, se invirtieron unos 2.000 millones de yenes en I+D a través del programa (Song y otros, 2020).

A partir de 2010, el 12º plan quinquenal reservó un presupuesto de 1.400 millones de yenes (unos 214 millones de dólares) para proyectos de I+D de NEV. Sin embargo, en esta fase, el objetivo principal de estos proyectos pasa a ser el desarrollo de baterías avanzadas. En 2016, el Gobierno publicó el Plan de Desarrollo de Mediano y Largo Plazo para la Industria Automotriz (Mid- to Long-Term Development Plan for the Automotive Industry)[38], en el que se establece una serie de proyectos de investigación para la industria automotriz a mediano y largo plazo, como la mejora de los componentes clave de estos vehículos (sistemas de control electrónico, sensores, chips, baterías, cargadores) y sus métodos de modularización, así como la creación de centros de innovación para objetivos específicos de mejora de estos componentes que involucren a todos los actores de la cadena productiva, además de a los centros de investigación y a las universidades. El documento también preveía aumentar la I+D con empresas y centros de investigación de fuera de China.

La trayectoria de las subvenciones a los autobuses eléctricos en China también ha estado marcada por algunos obstáculos importantes que ponen de manifiesto los posibles puntos débiles de llevar a cabo una estrategia de apoyo absoluto al sector. En 2016, los medios de comunicación

---

[37] Véase [en línea] http://www.most.gov.cn/ztzl/swkjjh/kjjhjj/200610/t20061021_36375.html.
[38] Véase [en línea] http://www.gov.cn/gongbao/content/2017/content_5230289.htm.

independientes chinos revelaron un escándalo en los programas de subvenciones del Gobierno: salió a la luz que algunos fabricantes de autobuses eléctricos estaban abusando del sistema de subvenciones destinado a la compra de estos vehículos (Cui, 2017). Una investigación exhaustiva del Gobierno reveló que se habían usado una serie de métodos fraudulentos para acceder a las subvenciones, como la matriculación de vehículos incompletos, sin baterías o con baterías usadas, el uso de facturas falsas y el soborno a las autoridades responsables de matricular los vehículos, entre otras prácticas.

Ante la situación, el Gobierno chino impuso una serie de requisitos mínimos de rendimiento y autonomía a las baterías y los vehículos para poder optar a los programas de subvenciones y a los incentivos fiscales. Estos requisitos fueron aumentando gradualmente a medida que estos componentes avanzaban tecnológicamente. Desde 2020 (Cui y He, 2020), el requisito mínimo para los autobuses eléctricos es demostrar una autonomía de 200 km por carga, una densidad energética de 135 vatios-hora por kilogramo, un consumo de energía de 0,18 vatios-hora por kilómetro y kilogramo, y un tiempo de recarga de al menos 3C (tasa C)[39]. Además de para frenar las prácticas fraudulentas, todos estos parámetros han sido importantes para aumentar la calidad y el rendimiento de los vehículos y, principalmente, para impulsar la inversión continuada en I+D por parte de la industria para satisfacer las crecientes exigencias para la obtención de subvenciones y ventajas fiscales.

En 2020, con la publicación del Plan de Desarrollo Industrial de Vehículos de Nueva Energía 2021-2035[40] por parte de la Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma, el Ministerio de Industria y Tecnología de la Información, el Ministerio de Ciencia y Tecnología y el Ministerio de Finanzas, el gobierno central anunció una nueva ronda de subvenciones para ampliar los esfuerzos de I+D con la coordinación entre varios actores (empresas del sector, universidades, centros de investigación), con la atención puesta ahora en las tecnologías de ensamblaje e integración de vehículos y sistemas así como en la mejora de las tecnologías de fabricación de componentes clave de menor costo y mayor rendimiento (como los chips de automoción, los sistemas operativos y de control general, los motores y baterías avanzados, y los sistemas de carga rápida) (Chu, 2021). El objetivo general es crear un ecosistema de proveedores especializados e instituciones de investigación de diversas áreas y a varios niveles de la cadena de producción para forjar sinergias entre los sectores de la automoción, la energía, el transporte, la información y la comunicación, entre otros. Además, el Gobierno hizo hincapié en la importancia de coordinar los esfuerzos para construir un sistema eficaz de reciclaje de baterías y reducir la presión sobre las reservas de los principales minerales estratégicos.

3. Incentivos a la producción de acumuladores de energía

A lo largo de la última década, el Gobierno de China ha recurrido a diversas políticas e incentivos fiscales para aumentar la producción nacional de baterías y, en un segundo momento, también puso en marcha instrumentos para mejorar la calidad y el rendimiento de estos componentes.

Para la cadena de producción de baterías, China ha aplicado un instrumento tradicional de su política industrial: la exigencia de que, para ser comercializadas en el país, las baterías tienen que ser de producción nacional, y las empresas extranjeras deben establecer empresas conjuntas con empresas locales, lo que garantiza tanto la aportación de inversión extranjera directa como la transferencia de tecnología y conocimientos (Lutsey y otros, 2018).

Aunque China tiene una gran producción de celdas de baterías de iones de litio, la percepción general es que estos componentes tienen una calidad inferior a las baterías producidas en otros países, aunque la calidad está mejorando con el tiempo. Una de las razones de este diagnóstico era el gran número de pequeños productores que fabricaban baterías de baja calidad y no disponían de recursos financieros

[39] La tasa C se refiere al ritmo con el que una batería se carga (o descarga) con respecto a su capacidad máxima. Una tasa de 1C significa que la batería se carga (o descarga) completamente en 1 hora. Para una batería con una capacidad de 100 amperios-hora, esto equivale a una corriente de carga o descarga de 100 amperios.

[40] Véase [en línea] http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-11/02/content_5556716.htm.

para invertir en mejoras, pero que sumados acaparaban una gran parte del mercado de baterías para NEV. Además, la pulverización de la producción también impedía aumentar la escala de producción, factor esencial para reducir los costos de producción (Lutsey y otros, 2018).

Ante este diagnóstico, el Gobierno publicó en 2016 un documento sobre Estándares de la Industria de Baterías para Vehículos (Vehicle Power Battery Industry Standards), en el que establecía un volumen mínimo de baterías que las empresas debían producir (8 GWh) para poder optar a las subvenciones públicas (Lutsey y otros, 2018). Así, las empresas más pequeñas que no tuvieran el capital humano y financiero suficiente para invertir en la calidad de sus componentes no podrían acceder a los fondos gubernamentales.

Otro instrumento utilizado para fomentar la producción de baterías de mayor calidad son los incentivos fiscales dirigidos a los productores de determinadas tecnologías de baterías. En 2015, por ejemplo, el Ministerio de Finanzas creó un impuesto especial del 4% (SMM, 2015) para el consumo de insumos utilizados por los fabricantes de baterías de plomo ácido vendidas en el país, del que los fabricantes de baterías avanzadas (iones de litio y níquel-hidruro metálico) quedaban eximidos.

Además de estos incentivos, algunos grandes fabricantes también pueden negociar ventajas específicas con el Gobierno chino. La fábrica de baterías de BYD en Shenzhen, por ejemplo, ha obtenido, además de la exención del impuesto sobre el consumo, una contribución de 228 millones de yenes (unos 35 millones de dólares) del Gobierno central para inversiones en I+D de baterías avanzadas de iones de litio. BYD también consiguió firmar un acuerdo con el gobierno local de Shenzhen para recibir 10 yenes por kilovatio producido para invertir en programas de reciclaje de baterías. Por su parte, el fabricante CATL logró negociar una subvención gubernamental de 185 millones de yenes (unos 28 millones de dólares) para la investigación en materia de baterías y tecnologías avanzadas para NEV (Lutsey y otros, 2018).

4. Incentivos a la producción y montaje de autobuses eléctricos

Además de las políticas de demanda y los incentivos a la investigación y el desarrollo, el Gobierno chino también ha destinado una serie de recursos a la construcción y expansión de las actividades de producción relacionadas con los autobuses eléctricos, en forma de subvenciones directas y líneas de financiamiento.

Poco después de que se presentaran los primeros prototipos de autobús eléctrico durante los Juegos Olímpicos de Beijing de 2008, el Gobierno puso en marcha en 2009 el Plan de Ajuste y Revitalización de la Industria del Automóvil (*Auto Industry Adjustment and Revitalization Plan*), que establecía los primeros objetivos de producción de NEV para 2012: que estos representasen el 5% de las ventas de automóviles de turismo del país. A través de este programa, el Gobierno también destinó 10.000 millones de yenes (1.500 millones de dólares) a subvenciones directas y líneas de financiamiento subvencionadas para apoyar la expansión de la capacidad productiva, con especial hincapié en la expansión de la capacidad productiva de autobuses eléctricos y otros vehículos pesados.

También en 2009, el Gobierno publicó una nota sobre la aplicación del programa piloto de ahorro energético y vehículos de nueva energía (*Notice on Implementing Energy Saving and New Energy Vehicle Pilot Program*), con los primeros requisitos técnicos para la concesión de subvenciones a la compra de autobuses eléctricos, que podían alcanzar los 500.000 yenes (unos 76.000 dólares) por vehículo. Estas subvenciones se han ido modificando a lo largo del tiempo. Más recientemente, en 2020, el Gobierno publicó una nota sobre la optimización de las subvenciones fiscales para promover los vehículos de nueva energía (*Notice on Optimizing Fiscal Subsidies for Promoting New Energy Vehicles*), a fin de apoyar al sector automotor durante la recesión causada por la pandemia de COVID-19 (ICCT, 2020).

En 2012, el Gobierno chino anunció nuevos objetivos de producción de NEV a través del Plan de Ahorro Energético y Desarrollo de Vehículos de Nueva Energía (*Energy-Saving and New Energy Vehicle Development Plan* (2012-2020)): 500.000 vehículos eléctricos hasta 2015 y 2 millones de vehículos hasta 2020. El documento también prevé una inversión de 4.000 millones de yenes (unos 630 millones de dólares) en subvenciones para ampliar la capacidad productiva de los proveedores de componentes

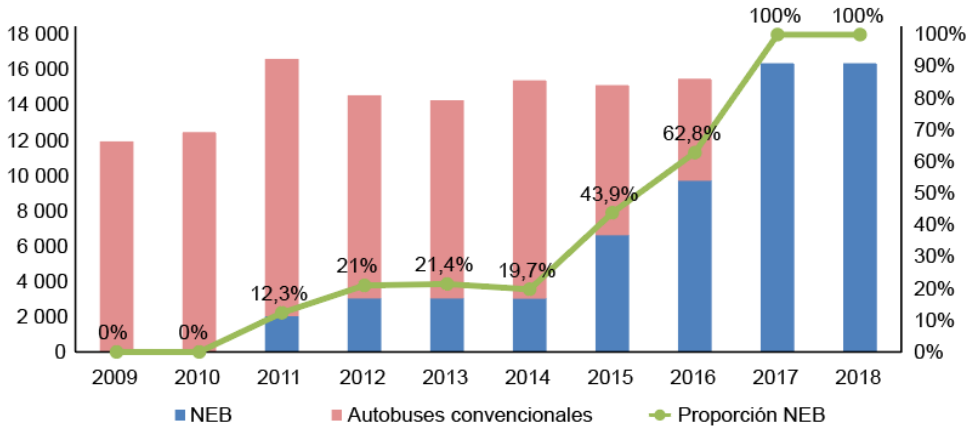
y para el desarrollo de nuevos modelos (Jin y otros, 2021). Los grandes productores de vehículos eléctricos fueron los que más se beneficiaron de estos recursos: BYD, un importante fabricante de vehículos eléctricos ligeros y autobuses eléctricos, recibió 3.300 millones de yenes (unos 510 millones de dólares) en subvenciones ofrecidas por diversas esferas del Gobierno entre 2012 y 2016 (Lutsey y otros, 2018).

5. Incentivos a la producción local (nivel regional) de componentes

La estructura de incentivos destinados a los autobuses eléctricos a escala local (definida como escala municipal y regional en el caso de China) también está compuesta principalmente por subvenciones financieras para la compra de vehículos (complementarias a las subvenciones a escala nacional) y la construcción de infraestructuras de recarga (Lumiao y Zhanhui, 2020), y por objetivos locales de electrificación que, en última instancia, ofrecen importantes incentivos para la fabricación de autobuses eléctricos. En general, estos programas son complementarios a los ofrecidos por el Gobierno central, ya que en China el grado de independencia entre las distintas esferas de gobierno no es tan significativo.

No obstante, se pueden identificar iniciativas relevantes a escala local, especialmente en las grandes metrópolis del país. En Beijing, por ejemplo, se estableció que, a partir de 2020, los autobuses eléctricos serían los únicos que podrían circular por las zonas centrales de la metrópoli. El gobierno local de Beijing, a través de la Comisión Municipal de Ciencia y Tecnología (Beijing Municipal Science and Technology Commission), también ha financiado y coordinado importantes proyectos de I+D de NEB en la región (Song y otros, 2020). En Shanghái, se estableció que el 100% de la flota de autobuses de la ciudad estaría compuesta por NEV también a partir de 2020. En cuanto a Shenzhen, donde se encuentra una de las grandes fábricas de BYD, la electrificación se completó ya en 2017 (gráfico 6).

Gráfico 6
China: electrificación del transporte público en Shenzhen
(En unidades y porcentajes)



Fuente: Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP), *Operationalizing E-bus Fleets: Lessons Learned From China*, 2020 [en línea] https://itdpbrasil.org/wp-content/uploads/2020/07/Webinar_ITDP_19.06_Operacionalizacao-de-frotas-eletricas_Shanshan-Li.pdf.

6. Incentivos a la producción de autobuses que utilicen baterías producidas en China

Entre 2015 y 2018, China implementó un programa de certificación de baterías que se utilizó para impedir o dificultar que las baterías avanzadas producidas por empresas extranjeras participasen en su mercado de NEV o se beneficiasen de los diversos incentivos del lado de la demanda. En este sentido, a partir de 2015, el Ministerio de Industria y Tecnología de la Información publicó una lista de baterías aprobadas para su utilización en los NEV producidos en China que podrían recibir subvenciones del Gobierno. Esta lista no incluía, al menos en los primeros años, a algunos de los principales fabricantes extranjeros, como Panasonic, LG Chem y Samsung SDI (los dos últimos con actividades de producción relevantes en el país).

C. Resultados

La industria china de autobuses eléctricos y sus componentes, así como sus índices de electrificación en las principales regiones metropolitanas, se usan hoy como referencia y ejemplo de política industrial de éxito en este sector, incluso en países desarrollados de Europa y América del Norte. Esta industria debe su desarrollo a una visión gubernamental claramente articulada y coordinada entre las principales partes interesadas, tanto públicas como privadas, así como a un amplio financiamiento público y toda una serie de herramientas políticas adicionales.

Hasta la fecha, el desarrollo de la industria de NEV en China puede dividirse en tres etapas (Jin y otros, 2021; Lumiao y Zhanhui, 2020):

i) Fase incipiente (mediados de la década de 2000 a 2012): establecimiento de los primeros proyectos de I+D y proyectos piloto en ciudades seleccionadas.

ii) Fase de desarrollo del mercado nacional y la industria (2013-2016): aumento del número de ciudades con proyectos piloto, desarrollo del mercado de NEV en China, inversión en infraestructura de recarga.

iii) Fase de maduración y consolidación de la industria del autobús eléctrico (desde 2016): lo que caracteriza a esta fase es el reconocimiento por parte del Gobierno de la maduración de la industria y la necesidad de ajustar los programas de incentivos para que la industria siga desarrollándose sin necesidad de ayuda gubernamental. En esta fase se inicia la reducción progresiva (*phase-out*) de los incentivos a la industria por parte del Gobierno, que incluye la derogación de las medidas proteccionistas que protegían a la industria de la competencia extranjera[41] y el establecimiento de requisitos técnicos de rendimiento para los autobuses eléctricos y las baterías de necesario cumplimiento para obtención de subvenciones (medida que mejoró la calidad de los vehículos y sacó del mercado a las empresas ineficientes que sobrevivían solo gracias a las ayudas del Gobierno). El aumento del número de ciudades chinas que coordinan la electrificación de sus flotas sumado al proceso de internacionalización de las principales empresas del sector han contribuido al notable incremento de la escala de producción.

Desde el punto de vista de la I+D, el éxito del Programa 863 propició un ambiente inicial de aprendizaje y generación de conocimiento que fue crucial para el nacimiento de la industria de NEV y BEV en el país, además de crear un entorno de cooperación entre los diversos actores (gobierno, universidades, empresas) que define, hasta hoy, la dinámica de generación de conocimiento en el sector. En la actualidad, China muestra buenos resultados en cuanto al número de patentes de vehículos eléctricos y componentes registradas.

China ha sido muy eficaz a la hora de cubrir sus lagunas en la cadena de producción de baterías, incluso aquellas para las que el país no dispone de reservas muy significativas, gracias a sus esfuerzos de inversión en el extranjero para garantizar el suministro de materias primas estratégicas. Sin embargo, el liderazgo en las fases intermedias (refinado de materias primas y fabricación de celdas) es lo que diferencia al país de sus competidores en lo que respecta a la cadena de producción de baterías.

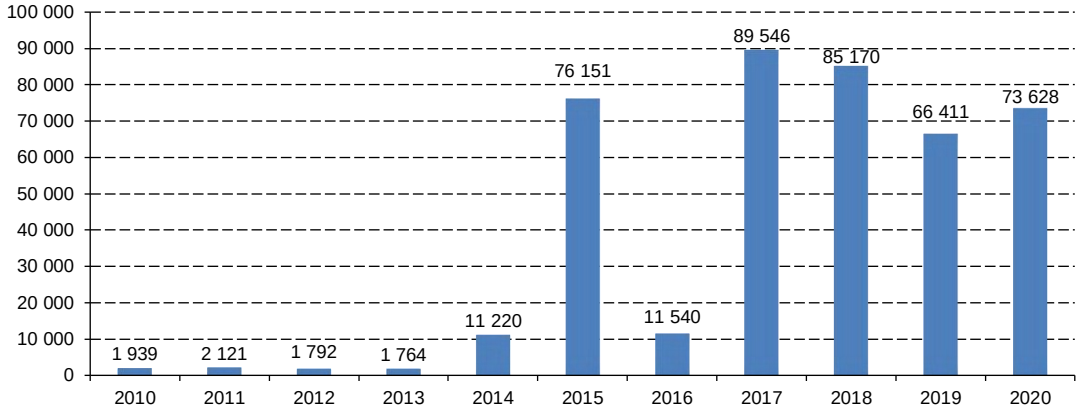
Aun así, la adopción de instrumentos políticos que favorecen a las empresas nacionales de forma poco competitiva ha generado tensiones diplomáticas debido a la discriminación contra los fabricantes de automóviles y baterías extranjeros y a la cuantía de las subvenciones, muy superior a la de otros países. Esto da la impresión de que existe una competencia desleal entre los fabricantes chinos y los de otros países y

[41] Véase [en línea] http://www.mofcom.gov.cn/article/b/f/201806/20180602760432.shtml.

puede obstaculizar e incluso impedir la exportación y producción de autobuses eléctricos chinos en mercados importantes como los Estados Unidos y Europa (Kennedy, 2018; The White House, 2021).

Este factor puede convertirse en un obstáculo importante a la hora de mantener las ventajas competitivas de la industria china de autobuses eléctricos y baterías, dado que las grandes empresas internacionalizadas del país dependen cada vez más de los mercados extranjeros para dar salida a su producción y garantizar la rentabilidad de sus empresas: las ventas de autobuses eléctricos en el país ya parecen mostrar signos de estancamiento tras un pico de ventas en 2017 (véase el gráfico 7), pues las principales regiones metropolitanas del país se encuentran ya en una fase avanzada de electrificación y la industria del país depende cada vez más de las exportaciones para garantizar el flujo de salida de su producción.

Gráfico 7
China: ventas de autobuses eléctricos
(En unidades)



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Agencia Internacional de Energía (AIE), Global EV Data Explorer, 2022 [en línea] https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer.

D. Factores de éxito

China apostó por la industria del vehículo eléctrico cuando aún había mucha incertidumbre y escepticismo en torno a las oportunidades que brindaban estos vehículos, decisión que puede atribuirse a un conjunto de motivaciones (Kennedy, 2018). En primer lugar, la dificultad de competir con la industria de vehículos de combustión en los grandes mercados, ya que en regiones como América del Norte, Europa y Japón esta industria tenía una trayectoria de desarrollo tecnológico y consolidación de marcas fuertes que los fabricantes chinos difícilmente podían replicar. En segundo lugar, el rápido crecimiento de la economía china hizo que se convirtiera, a principios de la década pasada, en el mayor importador de petróleo del mundo, además de tener que hacer frente a niveles alarmantes de contaminación atmosférica en los principales centros urbanos y polos industriales.

La solución que encontró el Gobierno chino para combatir estos problemas fue la electrificación del transporte. Los vehículos eléctricos ofrecían la oportunidad de un nuevo mercado en el que los fabricantes chinos podían ser más competitivos, además de aliviar la presión sobre las importaciones de petróleo y contribuir a la reducción de la contaminación atmosférica en los grandes centros urbanos. Aun así, fue una apuesta arriesgada en un momento en el que había mucha más incertidumbre sobre qué tecnología se convertiría en la dominante (cosa que aún no está del todo definida), e incluso existía cierto grado de escepticismo con respecto al desarrollo sostenible como principal motor de la economía y la industria, algo que se ha hecho cada vez más evidente.

Además de la oportunidad y la "apuesta arriesgada", entre los principales factores de éxito de la política industrial china en materia de autobuses eléctricos se puede contar la acción coordinada entre las distintas esferas de gobierno (local y central), los ministerios, las universidades, los centros de investigación, así como las asociaciones industriales y las empresas nacionales. Aunque esta coordinación se articuló de forma bastante jerárquica (de arriba a abajo), los objetivos de la política pública y las etapas fueron articuladas claramente por el poder central, lo que garantizó una planificación coherente y un amplio abanico de instrumentos y recursos públicos. Además, a pesar de la estructura centralizada, el gobierno central fue capaz de adaptarse continuamente y aprender de los resultados de cada etapa cumplida y de los errores que fueron identificándose.

Esta coordinación es resultado del propio modelo chino de gobernanza estatal y difícilmente podría reproducirse en otros países. Aun así, hubo varios programas que competían entre sí (por ejemplo, vehículos eléctricos frente a híbridos o de pila de combustible), incluso entre distintos ministerios y gobiernos locales. Esto es indicativo de que el esfuerzo de coordinación y la atención puesta en los vehículos eléctricos son fruto de concesiones por parte de varias partes interesadas (Kennedy, 2018).

El importe total que el Gobierno chino afirma haber gastado en programas de subvenciones entre 2009 y 2016 asciende a 12.600 millones de yenes (1.900 millones de dólares). Sin embargo, los estudios que tienen en cuenta otros gastos gubernamentales que no se incorporaron en la estimación oficial señalan que, entre 2009 y 2017, las distintas esferas de gobierno en China gastaron una suma estimada de más de 320.000 millones de yenes (48.300 millones de dólares) en una amplia gama de incentivos (exenciones fiscales, contratación pública, subvenciones a la I+D e infraestructuras de apoyo) para el desarrollo de la industria de los NEV, lo que equivale al 42,4% de los ingresos totales por las ventas de estos vehículos durante el mismo período (Kennedy, 2018).

Con esto, se puede decir que China ha ido mucho más allá del apoyo político convencional, e incluso el Gobierno estadounidense y otros gobiernos la acusaron de utilizar prácticas que "(...) implican políticas medioambientales cuestionables, distorsión de precios a través de empresas estatales para minimizar la competencia y grandes subsidios a lo largo toda de la cadena de suministro de baterías" (The White House, 2021, pág. 86). A pesar de ello, el país sigue siendo líder absoluto tanto en la producción de autobuses eléctricos y baterías como en los esfuerzos de electrificación de los grandes centros urbanos, lo que demuestra que la estrategia china ha sido un éxito, al menos hasta ahora.

El siguiente cuadro resume los instrumentos analizados en el caso de China:

Cuadro 4
China: resumen de las políticas de incentivo a la cadena de producción de autobuses eléctricos

Política	Relación con la cadena de producción de autobuses eléctricos	Instrumentos utilizados	Tipo	Inicio	Fin
Programa 863	Programa de inversión en I+D y coordinación de los esfuerzos nacionales	Subvenciones directas	Investigación, desarrollo y e innovación (I+D+i)	2001	2016
Estrategia de Investigación y Desarrollo Tres por Tres (*Three by Three Research and Development Strategy*)	Coordinación de los esfuerzos de I+D	Hoja de ruta	Investigación, desarrollo y e innovación (I+D+i)	2001	2006
Miles de Vehículos, Decenas de Ciudades (*Thousands of Vehicles, Tens of Cities*)	Programa de subvenciones para la electrificación del transporte en determinadas ciudades	Subvenciones directas	Estimular el consumo	2009	-
Plan de Ajuste y Revitalización de la Industria del Automóvil (*Auto Industry Adjustment and Revitalization Plan*)	Objetivos de producción, incentivos fiscales y subvenciones directas	Subvenciones directas	Estimular la producción nacional	2009	2012
Plan de Ajuste y Revitalización de la Industria del Automóvil (*Auto Industry Adjustment and Revitalization Plan*)	Objetivos de producción, incentivos fiscales y subvenciones directas	Subvenciones fiscales	Estimular la producción nacional	2009	2012

Política	Relación con la cadena de producción de autobuses eléctricos	Instrumentos utilizados	Tipo	Inicio	Fin
Plan de Ajuste y Revitalización de la Industria del Automóvil (*Auto Industry Adjustment and Revitalization Plan*)	Objetivos de producción, incentivos fiscales y subvenciones directas	Objetivos de producción	Estimular la producción nacional	2009	2012
Notice on Implementing Energy Saving and New Energy Vehicle Pilot Program	Requisitos técnicos para la concesión de subvenciones	Regulación de los programas de subvenciones	Estimular la producción nacional	2009	2016
Plan de Ahorro Energético y Desarrollo de Vehículos de Nueva Energía, 2012-2020 (*Energy-Saving and New Energy Vehicle Development Plan, 2012-2020)*	Objetivos de electrificación del transporte en el país, subvenciones para ampliar la capacidad productiva	Programa de objetivos	Planificación y gobernanza	2012	2020
Opiniones orientadoras sobre la aceleración de la promoción y aplicación de vehículos de nueva energía	Objetivos de construcción de infraestructuras, ayudas, investigación, subvenciones y beneficios fiscales	Programa de objetivos	Planificación y gobernanza	2014	2020
Hecho en China: Ambiciones Globales basadas en Protecciones Locales (*Made in China 2025: Global Ambitions* Built on Local Protections)	Objetivos de producción y cuota en el comercio mundial de NEV y baterías	Programa de objetivos	Planificación y gobernanza	2015	2025
Nota sobre la Mejora de la Promoción de una Política de Subsidio al Combustible Refinado para Autobuses Urbanos para Acelerar el Fomento y la Adopción de Vehículos de Nueva Energía (*Notice on Improving the Promotion of the Adoption of Urban Bus Refined Oil Price Subsidy Policy to Accelerate the Promotion and Adoption of NEV*)	Transferencia de subvenciones de los combustibles fósiles a los autobuses eléctricos	Subvenciones directas	Estimular el consumo	2015	-
Plan de Desarrollo de Mediano y Largo Plazo para la Industria Automotriz (*Mid- to Long-Term Development Plan for the Automotive Industry*)	Programa de inversión en I+D y coordinación de los esfuerzos nacionales	Proyectos de I+D y objetivos de innovación	Investigación, desarrollo e innovación (I+D+i)	2016	2025
Estándares de la Industria de Baterías para Vehículos (*Vehicle Power Battery Industry Standards*)	Revisión de los programas gubernamentales de subvención de baterías	Regulación de los programas de subvenciones	Estimular la producción nacional	2016	-
Impuesto especial al consumo de insumos utilizados en la fabricación de baterías de plomo ácido	Estimular la producción de baterías avanzadas	Incentivos fiscales	Estimular el consumo	2016	-
Política sobre vehículos de nueva energía (*New Energy Vehicle (NEV) Mandate Policy*)	Revisión de los programas gubernamentales de subvenciones	Subvenciones directas	Estimular el consumo	2018	2022
Plan de Desarrollo Industrial de Vehículos de Nueva Energía 2021-2035 (*New Energy Vehicle Industrial Development Plan for 2021 to 2035*)	Objetivos de electrificación del transporte en el país, programas de subvenciones, coordinación de I+D	Objetivos de producción	Planificación y gobernanza	2020	2035
Plan de Desarrollo Industrial de Vehículos de Nueva Energía 2021-2035 (*New Energy Vehicle Industrial Development Plan for 2021 to 2035*)	Objetivos de electrificación del transporte en el país, programas de subvenciones, coordinación de I+D	Subvenciones directas	Investigación, desarrollo e innovación (I+D+i)		
Plan de Desarrollo Industrial de Vehículos de Nueva Energía 2021-2035 (*New Energy Vehicle Industrial Development Plan for 2021 to 2035*)	Objetivos de electrificación del transporte en el país, programas de subvenciones, coordinación de I+D	Subvenciones directas	Estimular la producción nacional		
Nota sobre la optimización de subsidios fiscales para la promoción de vehículos de nueva energía (*Notice on Optimizing Fiscal Subsidies for Promoting New Energy Vehicles*)	Revisión de los programas gubernamentales de subvenciones	Incentivos fiscales	Estimular el consumo	2020	2022
Exención fiscal para los grandes fabricantes	Estimular la producción de autobuses y baterías avanzadas	Incentivos fiscales	Estimular la producción nacional	-	-
Programas de objetivos y subvenciones a escala regional/local	Políticas locales complementarias a los programas nacionales	Subvenciones directas, normativa, proyectos de I+D	Todos	-	-

Fuente: Elaboración propia.

III. Políticas industriales y marco institucional para los autobuses eléctricos en los Países Bajos

A. Introducción

En los Países Bajos, las autoridades públicas, desde las esferas más diversas, se han encargado de crear un contexto institucional favorable al desarrollo de la movilidad eléctrica, tanto a través de acuerdos y consorcios (nacionales e internacionales) como mediante la concesión de subvenciones para la compra de vehículos eléctricos.

En cuanto a la electrificación del transporte público, los Países Bajos son uno de los países con mayor número de autobuses eléctricos de Europa. Según Sustainable Bus (2020), el país ha superado los 1.000 autobuses eléctricos en funcionamiento.

En 2020, el 81% de los autobuses urbanos matriculados se clasificaron como de cero emisiones (445 de 550), categoría que incluye a los vehículos eléctricos, los híbridos y los propulsados por hidrógeno, de los cuales la gran mayoría se considera eléctricos puros (T&E, 2022). Cabe destacar que, si consideramos la suma de estos tres tipos de tecnología, los Países Bajos son el país europeo con el mayor porcentaje de autobuses de energías "limpias".

En cuanto a las particularidades del modelo operativo, las empresas de transporte compiten entre sí en procesos de licitación por el derecho a prestar servicios de transporte en la región durante un período largo de entre 8 y 10 años.

Las operaciones urbanas en Ámsterdam, Róterdam y La Haya corren a cargo de operadores de transporte municipal tercerizados. Los operadores son responsables de proporcionar y financiar sus propios autobuses, que pueden ser de su propiedad o alquilados. Las instalaciones de depósito se alquilan a la autoridad o al anterior concesionario.

En lo que respecta al suministro de autobuses eléctricos en los Países Bajos, las dos mayores empresas son de capital nacional. En primer lugar está VDL, con 486 autobuses eléctricos. En segundo

lugar, con 110 autobuses, está Ebusco, que desarrolla y diseña sus autobuses eléctricos en los Países Bajos de forma totalmente independiente. Cabe señalar que, en estos dos casos, aunque los componentes de los autobuses sean de origen europeo, el montaje se realiza en China. En tercer lugar se sitúa el fabricante francés Heuliez, con 49 autobuses, seguido de la empresa china BYD, con 44 autobuses.

Como marco contextual relativo a la cadena de producción de autobuses eléctricos, los Países Bajos están centrando sus esfuerzos en desarrollar tecnologías basadas en el hidrógeno. Los autobuses eléctricos movidos por pilas de combustibles (*fuel cell*) se consideran una de las posibles arquitecturas para la descarbonización del sector del transporte en el país (Netherlands Enterprise Agency/FME/TKI New Gas (2021).

En efecto, existen numerosas organizaciones neerlandesas que operan en el sector energético del hidrógeno. Destacamos HyMove, empresa dedicada a suministrar sistemas de pilas de combustible de hidrógeno para vehículos y equipos pesados, como autobuses de transporte público, camiones, barcos y equipos portuarios.

Por último, destacamos la atención prestada por el Gobierno neerlandés a la ampliación de la infraestructura de recarga. Según datos de Rajon Bernard, Hall y Lutsey (2021), los Países Bajos tienen el mayor número de cargadores públicos y el menor número de vehículos eléctricos por cargador público de Europa.

En este sentido, el país cuenta con la Agenda Nacional de Infraestructura de Recarga, elaborada en el ámbito del Acuerdo Nacional sobre el Clima en 2019, cuyo objetivo es presentar las metas y acciones para el desarrollo de la infraestructura de recarga en el país.

B. Políticas industriales y marco institucional

1. Contexto y panorama general de las políticas favorables a los autobuses eléctricos en el país

En los Países Bajos, el Acuerdo Administrativo sobre Autobuses de Emisiones Cero (Bestuursakkoord Zero Emissie Bussen, BAZEB), firmado entre 14 Autoridades de Transporte Público y el Ministerio de Infraestructura y Gestión del Agua en 2015, se considera un marco importante para encauzar el sector de los autobuses eléctricos. El BAZEB especifica que, a partir de 2025, todos los autobuses de nueva adquisición deben ser de cero emisiones y, a partir de 2030, todos los autobuses en uso deben ser de cero emisiones. Además, como parte del proceso de contratación pública, los contratos de autobuses solo podrán adjudicarse a operadores que cumplan o superen dichas metas. El objetivo es garantizar que la transición al transporte de autobús de cero emisiones no se haga a expensas del pasajero y, por tanto, de los servicios de transporte regional de autobús.

Otros dos marcos normativos que refuerzan el entorno favorable a los autobuses de cero emisiones son el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (Integrated National Energy and Climate Plan 2021-2030) y el Acuerdo sobre el Clima (Climate Agreement (2019)). En ambos planes, el Gobierno neerlandés prevé un papel importante para el hidrógeno como vector energético en el transporte pesado, como camiones y autobuses de transporte público.

Por último, también es importante destacar el famoso mecanismo del Pacto Verde, introducido por el gobierno federal, en virtud del cual empresas, organizaciones de la sociedad civil y gobiernos locales y regionales firman un acuerdo mutuo o convenio de derecho privado sobre una determinada cuestión relacionada con la sostenibilidad. Esencialmente, el acuerdo define con precisión la iniciativa, las acciones y las contribuciones de las partes.

Un ejemplo es el Pacto Verde 153. En virtud de este acuerdo, mediante un pacto entre la provincia de Brabante del Norte, la provincia de Limburgo y la Fundación de Transporte de Autobuses de Cero

Emisiones (Zero Emission Bus Transport Foundation), se llevó a cabo entre 2012 y 2016 un proyecto piloto para sustituir toda la flota de autobuses diésel por autobuses de cero emisiones en dichas provincias.

El proyecto fue financiado por el programa ELENA de la Comisión Europea y el Banco Europeo de Inversiones (BEI), que apoya proyectos y programas de eficiencia energética, energías renovables distribuidas y transporte urbano.

Uno de los principales resultados del proyecto fue el desarrollo de un sistema de apoyo a la toma de decisiones (Análisis del Costo Total de Propiedad).

2. Apoyo a la I+D+i

Aunque los Países Bajos es considerado un país progresista, especialmente en lo que respecta al desarrollo de la movilidad eléctrica, todavía hay pocas iniciativas de apoyo a la I+D y la innovación en relación con la cadena de los autobuses eléctricos.

No obstante, cabe destacar la convocatoria Electric Mobility Europe Call 2016, fruto de la colaboración entre la Comisión Europea, la Asociación Europea para Vehículos Ecológicos (European Green Vehicles Initiative Association) y los países y regiones europeas para promover y seguir avanzando en la movilidad eléctrica. En el marco de esta convocatoria se aprobaron dos proyectos relacionados con autobuses eléctricos: COSTART e-Bus y Cloud Your Bus (CYB).

El proyecto COSTART e-Bus se diseñó con el fin de desarrollar una estrategia amplia que acelerase la integración de los autobuses eléctricos en las redes de transporte público existentes.

Por su parte, el programa Cloud Your Bus (CYB) tiene por objeto reducir los riesgos y costos de las operaciones de autobuses de cero emisiones. En el marco del proyecto, se ha desarrollado un centro de datos en línea que proporciona datos en tiempo real sobre los autobuses eléctricos y puntos de recarga a los fabricantes de equipos originales, a los operadores de autobuses y a los proveedores de infraestructuras de recarga y soluciones de planificación operativa. Este programa de investigación e innovación es el resultado de un consorcio entre la empresa de Internet de las cosas (IoT) (Sycada), de tecnologías (ICRON), de ingeniería de proyectos y fabricación (Owasys) y la Universidad Tecnológica de Eindhoven.

3. Incentivos a la producción de acumuladores de energía

Más recientemente, a finales de 2021, se firmó un consorcio entre empresas neerlandesas, institutos de conocimiento y asociaciones industriales para desarrollar un nuevo programa de innovación denominado Battery Competence Center. Las partes colaboradoras aspiran a construir conocimientos y competencias en el campo de la tecnología de las baterías así como reforzar la posición competitiva de la industria manufacturera neerlandesa.

En el marco de este programa de innovación se desarrollaron dos proyectos: REACT-EU Project y Green Transport Delta-Elektrificatie.

El REACT-EU Project, cuya duración está prevista del 1 de septiembre de 2021 al 30 de octubre de 2023, tiene como objetivo acelerar el desarrollo de las competencias técnicas y construir una cadena de suministro de baterías y sistemas, la realización de pruebas y simulaciones y actividades de montaje y producción. En concreto, los conocimientos adquiridos ayudarán a mejorar los conjuntos de baterías y las cadenas de montaje piloto para preparar la producción en serie de baterías en 2023.

El REACT-EU Project está financiado por el programa de subvenciones Ayuda a la Recuperación para la Cohesión y los Territorios de Europa (REACT-UE) (2,4 millones de euros) y por la provincia de Brabante del Norte, además de contar con otros 2,3 millones de euros aportados por las partes interesadas. Es importante destacar que el fondo se creó en el contexto de la crisis de COVID-19 para ayudar a la recuperación ecológica, digital y resiliente de la economía.

El proyecto Green Transport Delta-Elektrificatie, cuya realización está prevista del 1 de octubre de 2021 al 31 de diciembre de 2024, prevé el desarrollo de un ecosistema robusto de baterías en los Países Bajos. Bajo la dirección de VDL Nedcar, los afiliados al proyecto están trabajando en:

- La producción flexible y escalable de paquetes y módulos de baterías.
- El sistema mejorado de gestión de baterías de acuerdo con la legislación y la normativa futuras y crear un pasaporte nacional de baterías.
- Desarrollo de un cargador modular bidireccional de 1 megavatio, incluida la integración con sistemas de gestión de la energía y la planificación de la flota en función de variables como los requisitos de cobranza , la localización, la producción local de energía, los costos de energía y los acuerdos contractuales con los proveedores de energía.
- Desarrollo de un contenedor certificado para el almacenamiento y el transporte seguro de baterías que cumpla los requisitos más recientes de transporte (Acuerdo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera) y de almacenamiento (PGS37).
- Diseño de una cadena de reciclaje de baterías a gran escala para procesar las baterías al final de su vida útil.

4. Incentivos a la producción y montaje de autobuses eléctricos

El Gobierno neerlandés también ofrece incentivos fiscales a los que pueden acogerse las empresas de producción de autobuses eléctricos y de hidrógeno, a saber: el del Subsidio por Inversión Medioambiental (MIA) y el de la Depreciación Aleatoria de Inversiones Medioambientales (VAMIL).

En esencia, a través de la MIA y la VAMIL, dos regímenes diferentes pero a menudo combinados, los empresarios pueden deducir parte de sus costos de inversión de los beneficios fiscales de su empresa. Ambos regímenes utilizan una lista común, denominada Lista Medioambiental (Milieulijst), en la que figuran los activos empresariales que pueden acogerse a la deducción fiscal (MIA y VAMIL). En el caso de los autobuses eléctricos, el activo de la empresa puede beneficiarse de un máximo de 300.000 euros del valor de la inversión mediante la deducción por inversión medioambiental y la depreciación aleatoria de las inversiones medioambientales.

A partir del 5 de diciembre de 2019, la ciudad de Ámsterdam empezó a conceder subvenciones de hasta 40.000 euros para una furgoneta, un camión o un autobús eléctricos (dependiendo de la clasificación, el tamaño y el peso del vehículo).

También existen programas de subvención y apoyo a la innovación para ayudar al desarrollo de la industria de autobuses eléctricos. En este sentido, el Programa de Crédito a la Innovación destaca por ayudar a las empresas y a las empresas emergentes a ser más innovadoras y sostenibles. En 2016, por ejemplo, Ebusco, un fabricante neerlandés de autobuses eléctricos, utilizó este programa de créditos para desarrollar los autobuses urbanos solicitados por la ciudad de París.

5. Incentivos a la producción local (nivel regional) de componentes

Como se señala en la sección anterior, las empresas que deseen invertir en innovaciones tecnológicas sostenibles pueden beneficiarse de un régimen fiscal, a través del régimen de Prestación por Inversión Medioambiental (MIA) y de Depreciación Aleatoria de Inversiones Medioambientales (VAMIL).

Las actividades de desarrollo de infraestructura de recarga pueden optar a estos incentivos, a saber:

- A través de la MIA, las empresas pueden recibir una deducción por inversión de hasta el 36% del valor invertido en un punto de recarga.
- La VAMIL ofrece a las empresas la posibilidad de amortizar el 75% de los costos de inversión de un punto de recarga.

6. Incentivos a la producción de autobuses con baterías fabricadas en los Países Bajos

Hasta ahora no se han encontrado incentivos relacionados.

C. Resultados

Desde 2015, cuando las Autoridades de Transporte Público y el Ministerio de Infraestructura y Gestión del Agua fijaron el objetivo de lograr que el 100% de los autobuses fueran de cero emisiones para 2030, el mercado neerlandés de autobuses eléctricos ha registrado un crecimiento sustancial.

Sin embargo, en los Países Bajos, a diferencia de otros países cuyo desarrollo de la industria de autobuses eléctricos avanza gracias a la planificación directa del Gobierno central, el impulso a la electrificación del transporte público refleja la suma de resultados entre las licitaciones de transporte público regionales y las expectativas realistas de las autoridades de transporte público.

Para estimular las iniciativas de transporte sostenible, las Autoridades de Transporte Público han introducido recompensas para los operadores que ofrezcan autobuses limpios en las licitaciones, como prorrogar los contratos vigentes.

En general, se observa que el Gobierno neerlandés ha prestado más atención a las cuestiones relacionadas con el desarrollo de una sólida infraestructura de recarga y con la interoperabilidad, pues uno de los principales retos a los que se enfrenta es la creciente presión sobre la capacidad de su red de recarga.

En resumen, aunque es posible identificar algunos avances importantes principalmente en relación con la producción de acumuladores de energía, además de existir programas fiscales y subvenciones para apoyar la innovación, los Países Bajos siguen careciendo de una política industrial más sólida con incentivos a la producción de autobuses que utilicen baterías producidas en el país, como se hace en China , por ejemplo.

D. Factores de éxito

Se entiende que la electromovilidad es la vía para reforzar la posición económica de los Países Bajos, dado que el ámbito del conocimiento está bien consolidado en el país.

En cuanto al desarrollo de la cadena de producción de autobuses eléctricos, aunque las subvenciones concedidas para la explotación y producción de la nueva tecnología son relativamente tímidas, sobre todo si se comparan con las de otras economías maduras como China y los Estados Unidos, los Países Bajos se perfilan como uno de los principales y mayores mercados de autobuses eléctricos de Europa.

Parte de este éxito se debe a la definición de metas concretas para la adquisición de autobuses eléctricos. Esta acción por parte del gobierno federal se considera un estímulo a la demanda, pues garantiza una mayor seguridad para todos los actores involucrados en el ecosistema de los autobuses eléctricos.

Un segundo factor de éxito que debe tenerse en cuenta son los esfuerzos de los Países Bajos por producir baterías nacionales, porque se entiende que la capacidad de las baterías sigue siendo uno de los principales obstáculos para incrementar la adopción de autobuses eléctricos. La creación del Battery Competence Center, un consorcio entre empresas neerlandesas, institutos de conocimiento y asociaciones industriales, debería impulsar la producción de baterías en el país, así como reforzar y fortalecer la posición competitiva del Gobierno y la industria neerlandeses en el proceso de transición energética.

Por último, el Gobierno neerlandés no se ha limitado a explorar una única vía tecnológica para la descarbonización del sector del transporte. Hay muchas iniciativas y acciones encaminadas a desarrollar el hidrógeno verde, considerado una de las posibles soluciones energéticas, especialmente en lo que respecta al transporte público colectivo y los camiones.

El cuadro 5 resume las principales políticas analizadas en los Países Bajos:

Cuadro 5
Países Bajos: resumen de las políticas de incentivo a la cadena de producción de autobuses eléctricos

Política	Relación con la cadena de producción de autobuses eléctricos	Instrumentos utilizados	Tipo	Inicio	Fin
Pacto Verde	Pacto Verde 153: proyecto piloto de sustitución de los autobuses diésel por autobuses eléctricos	Programa voluntario	Estimular el consumo	2012	2016
Acuerdo Administrativo sobre Autobuses de Emisiones Cero *(Bestuursakkoord Zero Emissie Bussen (BAZEB))*	Las empresas concesionarias neerlandesas de transporte público acordaron que a partir de 2025 todos los autobuses de transporte público nuevos tendrán cero emisiones	Programa de objetivos	Planificación y gobernanza	2016	2025
Mission Zero	Los autobuses deben ser 100% libres de emisiones en 2030	Programa de objetivos	Estimular la producción nacional	2019	…
Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (*Climate Agreement y Integrated National Energy and Climate Plan 2021-2030*)	El hidrógeno como vector energético en el transporte pesado, como camiones y autobuses de transporte público	Programa de objetivos	Planificación y gobernanza	2019	…
Electric Mobility Europe Call 2016	Programa de inversión en proyectos para integrar los autobuses eléctricos en las redes de transporte público existentes y reducir los costos operativos	Subvenciones directas	Estimular el consumo	2016	…
Battery Competence Center	Programa de inversión en el desarrollo de baterías para autobuses, camiones y barcos	Subvenciones directas	Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)	2021	…
Prestación por Inversión Medioambiental (MIA)	Los autobuses de hidrógeno y eléctricos, así como la infraestructura de recarga, entraron en la lista en 2019	Incentivos fiscales	Estimular el consumo y la producción nacional	2019	…
Depreciación Aleatoria de Inversiones Medioambientales (VAMIL)	Los autobuses de hidrógeno y eléctricos, así como la infraestructura de recarga, entraron en la lista en 2019	Incentivos fiscales	Estimular el consumo y la producción nacional	2019	…
Programa de créditos a la innovación	Ayudar a las empresas y empresas emergentes a ser más innovadoras y sostenibles. En 2016, por ejemplo, Ebusco, una empresa neerlandesa fabricante de autobuses eléctricos, utilizó este programa de créditos para desarrollar los autobuses urbanos solicitados por la ciudad de París	Programa de créditos	Estimular la producción nacional	…	…
Políticas locales complementarias a los programas nacionales	Ámsterdam-Políticas locales complementarias a los programas nacionales	Subvenciones directas	Estimular el consumo	…	…

Fuente: Elaboración propia.

IV. Políticas industriales y marco institucional para los autobuses eléctricos en México

A. Introducción

Según datos de E-Bus Radar (2022), la flota mexicana actual de autobuses eléctricos es de 48 vehículos, de los cuales 38 son midibuses (de 8 a 11 metros) y 10 son autobuses articulados (>18 metros), lo que representa el 0,28% de la flota total de autobuses del país (17.191 vehículos). Este porcentaje aumenta al 3,23% si se tienen en cuenta también los 556 trolebuses en circulación en el país. El distrito de Guadalajara cuenta con los 38 midibuses eléctricos, todos ellos fabricados por la empresa china Sunwin, mientras que la Ciudad de México dispone de los 10 autobuses articulados en la ruta eje 8 sur, fabricados por la también empresa china Yutong, que además provee de trolebuses a la ciudad.

En cuanto a la producción, Volvo anunció recientemente que está realizando pruebas con su autobús eléctrico modelo Volvo 7900 Electric fabricado en Polonia (Volvo, 2021), pero que lo fabricarán en una planta propia de Tultitlán. No obstante, aún existe incertidumbre sobre la competitividad de estos autobuses frente a sus competidores chinos (Busworld, s/fa). Más recientemente, Scania México firmó su adhesión al proyecto Acelerador de Despliegue Rápido de Autobuses Cero Emisiones (Zero Emission Bus Rapid-Deployment Accelerator, ZEBRA), en virtud del cual la empresa se compromete a reducir las emisiones de sus productos, y anunció que comenzará a vender un autobús eléctrico desarrollado especialmente para el contexto local en 2022, aunque no ha dado detalles sobre la producción de dichos vehículos (*Sustainable Bus*, 2022).

Entre las empresas mexicanas de autobuses eléctricos figura DINA, que fabrica un trolebús híbrido que actualmente está operativo en la Ciudad de México y en Guadalajara. En 2022, la empresa Link EV anunció la construcción de una fábrica de vehículos eléctricos, incluidos autobuses, en el estado de Puebla, que ya cuenta con fábricas de Volkswagen y Audi y una extensa cadena de suministro (Gozain, 2022).

México cuenta además con algunos fabricantes de componentes para autobuses eléctricos: Eberspaecher México, por ejemplo, fabrica unidades de aire acondicionado específicas para autobuses eléctricos y planea exportar a otros países de Centroamérica y América del Norte (*Sustainable Bus*, 2022).

B. Políticas industriales y marco institucional

1. Contexto y panorama general de las políticas favorables a los autobuses eléctricos en el país

En 2018, el Gobierno mexicano, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) anunció la elaboración de un plan nacional de electromovilidad (Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica Visión 2030) orientado a establecer metas y proponer estrategias de electromovilidad a mediano y largo plazo. Entre los objetivos del plan se cuentan el apoyo a la electrificación del transporte público mediante la compra de autobuses eléctricos para sustituir los autobuses convencionales más antiguos, la elaboración de planes piloto en ciudades seleccionadas y la implementación de infraestructuras de recarga en los grandes centros urbanos.

Otro de los objetivos de la Estrategia Nacional de Movilidad es fomentar la industria de vehículos híbridos y eléctricos, aunque el documento no hace referencia específica a los vehículos pesados, como los autobuses eléctricos.

Sin embargo, la electrificación del transporte no se menciona en otros documentos de planificación gubernamental a mediano plazo, como el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (Carrillo, De los Santos Gómez y Briones, 2020). Además, si bien los programas de reducción de emisiones (ProAire) sí mencionan la necesidad de un transporte más "sostenible", tampoco hacen referencia directa a la electromovilidad.

Las partes interesadas a menudo mencionan la ausencia de políticas fiscales y programas de subvenciones para la compra de los vehículos y para la construcción de infraestructuras de apoyo como un factor que desalienta la demanda de autobuses eléctricos y obstaculiza la transición hacia la electrificación del transporte público en el país (Núñez, 2021). Un argumento recurrente para explicar esta falta de políticas de incentivos es que muchos gobiernos latinoamericanos no están familiarizados con estos vehículos y con los posibles beneficios que la electrificación podría aportar a sus grandes metrópolis (Spoon, 2021).

2. Apoyo a la I+D+i

Hasta ahora, los proyectos destinados a I+D en México han sido más bien puntuales. Hace unos años, por ejemplo, el grupo Mercedes-Benz donó un chasis de autobús eléctrico al Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey para que los estudiantes se familiarizasen con esta tecnología (Busworld, s/fb).

3. Incentivos a la producción de acumuladores de energía

México tiene una posición bastante privilegiada en la cadena de producción del litio, uno de los principales componentes de las baterías avanzadas, ya que cuenta con importantes reservas de este metal además de una gran proximidad al mercado norteamericano. En 2022, el Gobierno aprobó la nacionalización de las actividades de extracción y explotación de litio del país (Jamasmie, 2022), pero siguen faltando incentivos para el desarrollo de la cadena de producción de baterías en el país (Spoon, 2021), así que dicha posición privilegiada no se ha aprovechado hasta ahora.

4. Incentivos a la producción y montaje de autobuses eléctricos

Hasta la fecha, no existen programas de incentivos fiscales ni de subvenciones para la fabricación de autobuses eléctricos, cosa que los representantes de los fabricantes han mencionado como un

obstáculo para la fabricación de autobuses eléctricos en el país (González, 2021). Ante esa situación, los fabricantes de automóviles interesados han tratado de negociar los beneficios directamente con el Gobierno, pero hasta ahora no se ha divulgado nada al respecto en los medios de comunicación.

La Ciudad de México cuenta con un programa de electromovilidad de transporte urbano basada en una flota de trolebuses desde la década de 1950 que llegó a operar 18 rutas en 2007. Esta flota se ha reducido significativamente desde entonces por falta de planificación y de inversiones (Carrillo, De los Santos Gómez y Briones, 2020). El Plan Estratégico de Movilidad de la Ciudad de México 2019 estipula la introducción de una línea de autobuses de cero emisiones para 2024, además de ampliar la flota de trolebuses.

5. Incentivos a la producción local (nivel regional) de componentes

La investigación no identificó ninguna política o instrumento en este ámbito.

6. Incentivos a la producción de autobuses que utilicen baterías producidas en México

La investigación no identificó ninguna política o instrumento en este ámbito.

C. Resultados

En general, en las dos últimas décadas México ha puesto en marcha proyectos de movilidad eléctrica centrados en el transporte público de trolebuses. Estos proyectos tienen como objetivo, entre otros, mitigar el problema del tráfico ocasionado por el sistema de movilidad individual y reducir la contaminación atmosférica generada por los vehículos en general.

Los programas existentes fueron timoneados por actores públicos: la Secretaría de Movilidad (SEMOVI), la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) y el Servicio de Transportes Eléctricos (STE).

En la Ciudad de México, la flota de trolebuses comenzó a renovarse en 2019. El municipio aspira a contar con 500 unidades nuevas en 2024. Actualmente la flota cuenta con 337 autobuses eléctricos, todos del tipo trolebús (solamente hay un proyecto piloto con un autobús BEV).

También se vio que, en el caso mexicano, hay una ausencia de instrumentos dirigidos a la cadena de producción de autobuses eléctricos. Las medidas identificadas se enmarcan en el plan nacional de electromovilidad, que se centra en la introducción y el refuerzo de la demanda, es decir, en la adquisición de nuevos autobuses. Sin embargo, aún no se han articulado siquiera los instrumentos de demanda. Vemos, pues, indicios de la intención del Gobierno de invertir en estas tecnologías, pero aún no se han traducido en instrumentos concretos.

Por otro lado, debe considerarse que la cercanía geográfica y económica de México con los Estados Unidos y la relación de cadena de suministro ya existente entre ambos países pueden ser un factor estratégico para que México se convierta en proveedor automotriz de componentes para autobuses eléctricos destinados al mercado estadounidense, aunque hasta el momento no existen iniciativas ni movimiento destacados en esta dirección.

D. Factores de éxito

En el caso de México, no es posible exponer los factores de éxito ya que aún no se ha definido con claridad si el país participará en la cadena de producción de autobuses eléctricos. Como ha revelado la investigación, no existe ninguna política ni conjunto de políticas concretas destinadas a fortalecer o construir la cadena y sus eslabones. Resumiendo, el país carece de instrumentos en este sentido.

A pesar de lo anterior, el plan nacional descrito y los objetivos a favor de la descarbonización del transporte pueden entenderse como potenciales impulsores para esta cadena: son actos normativos y

gubernamentales relevantes para la cadena, ya que apuntan a que el país también aspira a seguir la trayectoria de implantación y difusión de la electrificación. A la luz de esto, podría interpretarse que en los próximos años se vaya a propiciar un contexto más favorable de inversión para la cadena, desde la perspectiva de los inversores.

A partir de los datos disponibles, no es posible estimar por ahora si México será capaz de construir una cadena de producción de autobuses eléctricos robusta.

Hasta ahora, México ha centrado sus esfuerzos en la renovación de su flota de trolebuses en regiones estratégicas, y ha hecho menciones esporádicas a su intención de apoyar la electrificación del transporte, como en el documento Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica Visión 2030. Sin embargo, los esfuerzos del país son todavía bastante tímidos, especialmente teniendo en cuenta la existencia de una cadena de suministro ya bien establecida en el caso de los vehículos de combustión que podría aprovecharse para crear una cadena de producción de autobuses eléctricos en el país. Si no hay un cambio estratégico que implique la creación de instrumentos sólidos que respalden la creación de esta cadena, es posible que México pierda la ventana de oportunidad para establecerse como actor estratégico en esta cadena productiva aún incipiente.

Cuadro 6
México: resumen de políticas de incentivo a la cadena de producción de autobuses eléctricos

Política	Relación con la cadena de producción de autobuses eléctricos	Instrumentos utilizados	Tipo	Inicio	Fin
Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica Visión 2030	Apoyo a la electrificación del transporte público mediante la compra de autobuses eléctricos para sustituir a los autobuses convencionales	Programa de objetivos	Estimular el consumo	2018	2030
I+D Chasis Mercedes-Benz	Conocimiento de la tecnología	No especificado	Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)	2020	…
Plan Estratégico de Movilidad de la Ciudad de México 2019	Estipula la introducción de una línea de autobuses de cero emisiones para 2024, así como la ampliación de la flota de trolebuses	Incentivos fiscales	Planificación y gobernanza	…	2024
Plan Verde de la Ciudad de México	Plan a 15 años (2007-2022) creado con la intención de implementar la agenda ambiental de la Ciudad de México. El Plan abarca una amplia gama de programas y actividades para hacer frente al cambio climático y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero	Programa de objetivos	Planificación y gobernanza	2007	2022

Fuente: Elaboración propia.

V. Consideraciones finales y análisis integrado de las semejanzas y los patrones de éxito identificados en los países analizados

El objetivo de este estudio era mapear, caracterizar y analizar las políticas industriales de la cadena de producción de autobuses urbanos eléctricos en los Estados Unidos, China, los Países Bajos y México, e identificar las motivaciones asociadas, instrumentos, estrategias, metas y razones de ser (objetivos), el marco institucional y los resultados perceptibles.

El objetivo presentado se basó en un conjunto de preguntas generales que guiaron la realización de todo el trabajo, a saber: ¿cuáles son las políticas industriales que se han emprendido en los países líderes en la trayectoria de fabricación y producción de autobuses electrificados? ¿Cuál es el fundamento de estas políticas industriales? ¿Qué eslabones de la cadena se aspira a desarrollar y qué tipo de competencias se quieren crear? ¿Por qué algunos países avanzan más que otros en la industria del autobús eléctrico en sus territorios? ¿Qué tipo de enseñanzas, referencias y buenas prácticas podemos aportar al caso brasileño y a su contexto institucional y económico actual?

Estas preguntas se plantearon fundamentalmente a raíz de la laguna latente de conocimiento que existe hoy en día, tanto entre los actores del sector de autobuses urbanos en el Brasil como en la literatura relativa a la industria automotriz brasileña y sus tecnologías. En concreto, cómo puede estructurar el país su cadena de producción de autobuses urbanos movidos por sistemas de propulsión alternativos y de cero emisiones —en este caso, los autobuses eléctricos— y qué tipo de políticas industriales son necesarias para construir esta cadena y sus competencias.

Por tratarse de un mercado en expansión desde el punto de vista global incluso en el contexto latinoamericano, liderado por la demanda de Colombia y Chile, otra de las motivaciones de este trabajo fue el papel relevante que desempeña la industria de la movilidad en el Brasil en cuanto a generación de renta, empleo y actividades de investigación y desarrollo: es imperativo realizar un diagnóstico más

claro de cómo pueden verse afectadas las actividades productivas de ensamblaje de autobuses y sus componentes con la introducción de estas nuevas tecnologías.

Fue este punto de vista —desde el lado de la oferta de autobuses eléctricos y sus tecnologías— el que motivó la realización de este proyecto con el fin de comprender cuáles son las posibles vías para estructurar una cadena de producción de este tipo. Para ello, hicimos un análisis comparativo de las políticas industriales de países líderes en esta trayectoria, como China y los Estados Unidos, así como de países con una estructura similar a la del Brasil, es decir, que también cuentan con una cadena de suministro de producción de vehículos de combustión, como es el caso de México.

Todos los países de gran relevancia en la producción de vehículos eléctricos contaron con el apoyo y el respaldo de políticas dirigidas a la construcción y el fortalecimiento de sus cadenas. Observamos, por ejemplo, el caso de China, que logró ponerse al día en cuanto a producción y tecnología; el caso de Alemania, que se esforzó por mejorar su industria automovilística para ponerse a la altura de los nuevos objetivos de emisiones; y el caso de los Estados Unidos, que creó competencias locales y reposicionó sus productos frente a las tecnologías verdes emergentes. De hecho, las políticas de refuerzo de la cadena han desempeñado un papel clave en la construcción de competencias y en el protagonismo productivo de los países líderes en el sector de los autobuses eléctricos.

Naturalmente, este análisis comparativo no es exhaustivo y no puede entenderse como una fórmula exacta para el Brasil. El Brasil tiene características propias como país, como su estructura económica y sus propios contextos sociales e institucionales, que difieren de otros países. Por lo tanto, las comparaciones y su alcance conllevan ciertos límites analíticos.

Por otro lado, el ejercicio de la comparación es valioso para extraer los aprendizajes acumulados, señalar las acciones e instrumentos exitosos, mostrar los fracasos sufridos en otros contextos y, si es posible, identificar patrones de éxito comunes a las diferentes experiencias. En otras palabras, se trata de aprovechar los caminos ya recorridos por otros países y acelerar el aprendizaje sobre cómo posicionarse en este sector, cosa que aún no se ha hecho en el Brasil.

Como resultados destacados, en el primer capítulo sobre los Estados Unidos se vio que las políticas públicas se orientaban a apoyar los esfuerzos de I+D de baterías avanzadas, objetivo compartido con otras cadenas de producción y sectores estratégicos del país. Hay pocos instrumentos aplicados directamente a la cadena productiva de autobuses eléctricos, ya que la gran mayoría de las políticas se centra en instrumentos del lado de la demanda, como incentivos fiscales y subvenciones para la compra de vehículos. Sin embargo, hay que señalar que los instrumentos del lado de la demanda también desempeñan un papel crucial para la cadena de producción, ya que fomentan la organización de la cadena y los proveedores para satisfacer la demanda creada por estos instrumentos. Otro punto importante en el caso estadounidense es la relevancia de las políticas locales de fomento de la demanda, concretamente en el caso del estado de California, que actualmente concentra gran parte de la flota de autobuses eléctricos del país.

En el segundo capítulo, relativo a China, el análisis describe una amplia gama de instrumentos que ayudaron a que la industria china de autobuses eléctricos alcanzase el liderazgo absoluto en ventas mundiales además de la electrificación total o parcial del transporte público urbano en algunas ciudades del país. Se observa, por ejemplo, un gran número de políticas gubernamentales de subvenciones además de la coordinación entre los distintos organismos gubernamentales, universidades y empresas. La gran diferencia en relación con los Estados Unidos es el hecho de que, además de contar con instrumentos del lado de la demanda, el Gobierno chino también se destaca por una intervención muy fuerte del lado de la oferta, a través de instrumentos de financiamiento directo, objetivos de producción y tecnológicos, y otras formas de apoyo a la construcción de las capacidades productivas y tecnológicas nacionales. Es importante destacar la importancia de la coordinación y de la orientación clara de las políticas aplicadas y de la postura oficial del Gobierno, cuyo papel fue sin duda decisivo para reducir los

riesgos percibidos y orientar las inversiones de la iniciativa privada. Sin estos elementos, esta industria difícilmente se habría desarrollado al mismo ritmo, pero también hay que reconocer que muchos de estos instrumentos no podrían reproducirse fácilmente en otros países sin el poder centralizador y organizador que ejerce China incluso sobre la iniciativa privada.

En el tercer capítulo, como ejemplo europeo, se analiza el caso de los Países Bajos. Se observa que las políticas neerlandesas se han diseñado "de arriba a abajo" (*top-down)* principalmente para reducir el costo de adquisición de los eléctricos puros (BEV), que son el centro de la estrategia gubernamental de transporte de cero emisiones. También se observó una coordinación entre las políticas aplicadas para promover la expansión de la infraestructura de recarga así como desarrollar protocolos con más funciones de comunicación y control (interoperabilidad).

Sin embargo, más recientemente, el Gobierno neerlandés ha dirigido sus esfuerzos a mejorar y aumentar la capacidad de los acumuladores de energía de los autobuses eléctricos. Además, el hidrógeno es otro tema que ha ido ganando cada vez más presencia en la agenda nacional del país, especialmente como fuente de energía para el transporte público interurbano, que por lo general requiere una mayor autonomía.

Por último, como ejemplo latinoamericano seleccionado, tenemos a México. En este caso concreto, aún existe cierta incertidumbre en cuanto a su posicionamiento con respecto a la cadena de producción de autobuses eléctricos. Como vimos en la búsqueda y localización de instrumentos, actualmente no hay ninguna acción concreta vigente en el país que apunte a la construcción de esta cadena ni se perfila en el horizonte ningún plan de política industrial a corto plazo. De hecho, se verificó una tendencia a continuar con la trayectoria de los trolebuses y sus aplicaciones en el contexto de las ciudades mexicanas, como la propia Ciudad de México, y tan solo una tímida experimentación con autobuses eléctricos y algunos proyectos piloto. Este marco mexicano es similar al de otros países latinoamericanos con industrias automotrices, entre ellos el Brasil, que aún no han decidido si van a buscar posicionarse en la cadena de producción de autobuses eléctricos.

Así, a lo largo de los cuatro capítulos, hemos visto que los dos primeros países representan mercados clave tanto en la producción como en la venta de autobuses eléctricos, y en ambos se observan políticas industriales orientadas a la promoción de estos vehículos. En el caso holandés, se advierte un apetito por la difusión de mercado y un interés por captar el eslabón de la integración de autobuses eléctricos y sus componentes en el país. En cuanto a México, aún no está claro si el país se sumará a la trayectoria de producción de autobuses eléctricos.

En esta conclusión inicial, hemos visto las estrategias y enfoques individuales de cada uno de estos países ante la cadena de producción de autobuses eléctricos. Llegados a este punto, surge otras preguntas: ¿es posible identificar instrumentos y políticas compartidas entre los países líderes en el sector, especialmente los Estados Unidos y China? ¿Existen características similares entre estos países en cuanto a su foco de actuación o a la estrategia de densificación productiva de algún componente específico? ¿Qué ocurre con los Países Bajos y México? ¿Existen patrones comunes? Para responder a estas preguntas de forma estructurada y comparativa, se ha elaborado el siguiente cuadro recapitulativo que presenta todas las políticas industriales halladas y organizadas según los tipos de instrumentos y sus detalles específicos entre los países analizados. Este cuadro de síntesis es el resultado directo de los resúmenes realizados capítulo por capítulo de los países que cuentan con los factores de éxito identificados. Tras el cuadro, se exponen algunas consideraciones analíticas relacionadas.

Cuadro 7
Resumen de las políticas industriales relativas a los autobuses eléctricos y sus tecnologías en los países seleccionados

Grupos de instrumentos y su desglose	Países y recapitulación de los instrumentos identificados				
	China	Estados Unidos	Países Bajos	México	Total general
Estimular la producción nacional	7	5	2		14
Incentivos fiscales	1	2			3
Objetivos de producción	1				1
Programa de créditos			1		1
Programa de objetivos			1		1
Regulación de los programas de subvenciones	2	2			4
Subvenciones directas	2				2
Subvenciones directas e incentivos fiscales		1			1
Desgravaciones fiscales	1				1
Estimular el consumo	5	4	3	1	13
Incentivos fiscales	2				2
No especificado		1			1
Programa de objetivos				1	1
Programa voluntario			1		1
Subvenciones directas	3	3	2		8
Estimular el consumo y la producción nacional			2		2
Incentivos fiscales			2		2
Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)	4	6	1	1	12
Línea de financiamiento subvencionado		1			1
No especificado		1		1	2
Premios en metálico (concurso)		1			1
Proyectos de I+D y objetivos de innovación	1				1
Hoja de ruta	1				1
Hoja de ruta, subvenciones directas e incentivos fiscales		1			1
Hoja de ruta, subvenciones directas, uso de laboratorios e infraestructuras gubernamentales, coordinación con agentes privados		1			1
Subvenciones directas	2	1	1		4
Planificación y gobernanza	4	2	2	2	10
Incentivos fiscales				1	1
Objetivos de producción	1				1
Programa de objetivos	3		2	1	6
Hoja de ruta		1			1
Hoja de ruta, subvenciones directas e incentivos fiscales		1			1
Todos	1				1
Subvenciones directas, normativas, proyectos de I+D	1				1
Total general	21	17	10	4	52

Fuente: Elaboración propia.
Nota: Los rectángulos en rojo significan que no se identificaron instrumentos en la categoría respectiva; los de otros colores muestran la cantidad de instrumentos identificados y cada color asociado respectivamente.

En total, se han identificado 52 políticas públicas. En general, las categorías "estimular la producción nacional" y "estimular el consumo" así como la "investigación, desarrollo e innovación" destacan como los principales tipos de instrumentos utilizados actualmente por los países seleccionados.

En el caso del estímulo a la producción nacional, se observa que tanto China como los Estados Unidos comparten una estrategia basada en subvenciones a la producción de autobuses y de acumuladores de energía en sus territorios. También ofrecen incentivos fiscales para el establecimiento de fábricas de vehículos y componentes. Cabe señalar que China es el único país que fija objetivos de producción para sus empresas (en su mayoría estatales y coordinadas por el Gobierno) como estrategia para orientar y definir su meta en cuanto a volúmenes de producción.

Asimismo, China y los Estados Unidos también son quienes cuentan con el mayor músculo financiero para respaldar estos incentivos y esfuerzos de fomento. Es decir, para visualizar una cadena productiva competitiva en este sector son necesarias inversiones muy sustanciales.

Sin movernos de la categoría de producción nacional, con menor envergadura, los Países Bajos cuentan con un programa de créditos y objetivos más tímidos si se compara con los países líderes, pero que ya muestra cierta inclinación por el ensamblaje y la integración local de autobuses a partir de componentes y tecnologías importados.

En el caso de México, la ausencia de instrumentos dentro de esta categoría corrobora su contexto actual de no producción de autobuses eléctricos en el país.

Desde la perspectiva del consumo, se constata que este tipo de instrumento va de la mano de la producción nacional, pues también se identificaron 13 instrumentos en este frente. Esta confluencia refuerza el argumento de que para estructurar un nuevo segmento y sector tecnológico son necesarios incentivos que aborden tanto la oferta como la demanda. Es el caso de los incentivos al consumo relacionados con las subvenciones directas que están llevando a cabo China, los Estados Unidos y los Países Bajos, así como los incentivos fiscales llevados a cabo por China.

Otro tipo de instrumentos que se identificó fue el de investigación, desarrollo e innovación, que destaca por el volumen de inversiones y la cantidad de ejes y tecnologías que abarca. En este sentido, China y los Estados Unidos están a la cabeza en número de instrumentos (12 en total), fondos utilizados, laboratorios nacionales y robustez del Sistema de Ciencia y Tecnología instalado.

La I+D, como hemos visto, se centra sobre todo en los acumuladores de energía, pues son la tecnología central para la electrificación de los vehículos. China se inició en esta trayectoria en la década de 2000 mientras que los Estados Unidos lo hizo más recientemente, después de 2009, con programas estructurados para el desarrollo y la producción de celdas y baterías ensambladas en territorio nacional.

En la misma línea, se reveló que el incentivo a la producción así como el diseño de políticas industriales pasan necesariamente por la formación de competencias tecnológicas y la capacitación profesional y manufacturera que sirvan de pilares adecuados para sostener las aspiraciones que quiere alcanzar la cadena.

Asimismo, la categoría de planificación y gobernanza demuestra bastante protagonismo como pilar estructurador general de las políticas de carácter industrial, de consumo y de I+D+i. Aquí se sedimentan los instrumentos relacionados con los objetivos, las hojas de ruta, los planes estratégicos y la forma en que los países querrán estructurar estas cadenas, así como el diálogo entre estados y regiones para llevar a cabo los planes de electrificación.

Como se ha observado, los países líderes como China y los Estados Unidos iniciaron sus incursiones productivas en este ámbito a partir de la planificación y la definición de unos objetivos. En definitiva, antes de pensar en la cadena de producción en sí, es necesario planificar el sector en su conjunto y proyectar el desempeño a lo largo del tiempo de las funciones de los distintos actores involucrados y sus respectivos aportes al avance en la consecución de los objetivos correspondientes.

En resumen, los resultados proporcionados por este estudio demuestran que no existe un único instrumento de política pública concreto o unidireccional que sea eficaz, o considerado ganador, a la

hora de estructurar de una cadena de producción de autobuses eléctricos. Muy al contrario, lo que el presente análisis comparativo ha revelado es que la fuerza, desde la perspectiva de países como China y los Estados Unidos, radica en una combinación variada de políticas e instrumentos. Esta combinación aborda la cadena producción en sí, al tiempo que apoya la creación de competencias, contempla las actividades relacionadas con el Sistema de Ciencia y Tecnología del país, apoya la construcción de un programa robusto de investigación y desarrollo, y organiza la articulación para la demanda y la creación de mercados que absorban estos nuevos productos.

Asimismo, aún en cuestión de buenas prácticas, quedó patente el esfuerzo de países como los Estados Unidos y China por facilitar y hacer viable el desarrollo tecnológico local. Como hemos visto, estos países tienden claramente a fomentar asociaciones y alianzas estratégicas así como a favorecer la integración entre universidades y empresas y la cooperación entre la iniciativa pública y privada, mediante el uso de fondos públicos y de colaboraciones entre los sectores público y privado para complementar el financiamiento necesario.

Al observar estos ejemplos como referencia, cabe retomar la gran pregunta motivadora e impulsora de este proyecto: ¿qué podemos aprender de ellos y qué lecciones extraemos para el caso brasileño? Lo cierto es que el contexto brasileño actual demuestra una falta absoluta de planificación estratégica destinada específicamente a la cadena de producción de autobuses eléctricos, situación que se asemeja, en cierta medida, a la mexicana.

Efectivamente, esta trayectoria internacional puede servir para extraer lecciones que puedan contribuir a que el Brasil se ponga al día y se posicione como un actor relevante de esta cadena de producción, especialmente como posible proveedor latinoamericano de autobuses eléctricos. Estas enseñanzas y observaciones se encuentran organizadas e identificadas en otro documento (Barassa, 2023), en el cual se analiza la cadena de producción en el Brasil y se proponen agendas estratégicas para su desarrollo.

Bibliografía

AIE (Agencia Internacional de Energía) (2022), Global EV Data Explorer [en línea] https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer.

_____(2021), *Global EV Outlook 2021: Accelerating ambitions despite the pandemic*.

Barassa, E. (2023), "Geografia produtiva da indústria de veículos de transporte público no Brasil e impacto da COVID-19 sobre as cadeias de fornecimento", Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, en prensa.

BEI (Banco Europeo de Inversiones) (s/f), *ELENA Completed Project Factsheet. The Zero Emission Buses in Netherlands* [en línea] https://www.eib.org/attachments/documents/elena-completed-zeb-en.pdf [fecha de consulta: 13 de junio de 2022].

Berman, B. (2020), "Trump budget kills loan program sought by EV-maker Lordstown Motors", *Electrek*, 12 de febrero [en línea] https://electrek.co/2020/02/12/trump-budget-kills-loan-program-sought-by-ev-maker-lordstown-motors/.

Blackwelder, B. y otros (2016), *The Volkswagen Scandal*, University of Richmond.

Bloomberg (2022), *Electric Vehicle Outlook 2022* [en línea] https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/.

Busworld (s/fa), "Volvo is looking for bodyworkers for the e-buses it expects to sell in Mexico" [en línea] https://busworldlatinamerica.org/en/news/volvo-looking-bodyworkers-e-buses-it-expects-sell-mexico.

_____(s/fb), "Mercedes-Benz donate chassis to ITESM in Mexico for electric bus project" [en línea] https://busworldlatinamerica.org/en/news/mercedes-benz-donate-chassis-itesm-mexico-electric-bus-project.

Cámara de Comercio de los Estados Unidos (2017), *Made in China 2025: Global Ambitions Built on Local Protections* [en línea] https://www.uschamber.com/assets/archived/images/final_made_in_china_2025_report_full.pdf.

CARB (California Air Resources Board) (2018), "California transitioning to all-electric public bus fleet by 2040", 14 de diciembre [en línea] https://ww2.arb.ca.gov/news/california-transitioning-all-electric-public-bus-fleet-2040.

Carrillo, J., J. S. de los Santos Gómez y J. Briones (2020), "Hacia una electromovilidad pública en México", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2020/115), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

China Buses (2022), "China sold 1,485 units new energy mid- and large-sized buses in February", 15 de marzo [en línea] https://www.chinabuses.org/analyst/2022/0315/article_12725.html.

Chu, Y. (2021), *China's New Energy Vehicle Industrial Development Plan for 2021 to 2035*, International Council on Clean Transportation (ICCT).

Cui, H. (2018), *China's New Energy Vehicle Mandate Policy (Final Rule)*, International Council on Clean Transportation (ICCT).

_____(2017), *Subsidy Fraud Leads to Reforms for China's EV Market*, International Council on Clean Transportation (ICCT).

Cui, H. y H. He (2020), *China Announced 2020–2022 Subsidies for New Energy Vehicles*, International Council on Clean Transportation (ICCT).

Departamento de Comercio de Carolina del Sur (2010), "Proterra selects Greenville as new location for research, development and assembly of advanced battery commercial vehicles and systems", 5 de febrero [en línea] https://www.crda.org/news/local_news/proterra-selects-greenville-as-new-location-for-research-development-and-assembly-of-advanced-battery-commercial-vehicles-and-systems/.

Duncan, I. (2021), "U.S. funding ban for Chinese buses arrives, disrupting transition to electric", *The Washington Post*, 17 de diciembre [en línea] https://www.washingtonpost.com/transportation/2021/12/17/electric-buses-federal-funding/.

E-Bus Radar (2022), América Latina [en línea] https://www.ebusradar.org/.

Eggert, D. (2022), "EV battery maker LG will add up to 1,200 jobs in Michigan", *Federal News Network*, 22 de marzo [en línea] https://federalnewsnetwork.com/government-news/2022/03/ev-battery-maker-lg-will-add-up-to-1200-jobs-in-michigan/.

Estados Unidos, DOE (Departamento de Energía) (2022), *America's Strategy to Secure the Supply Chain for a Robust Clean Energy Transition* [en línea] https://www.energy.gov/policy/securing-americas-clean-energy-supply-chain.

_____(2016a), *Driving Economic Growth: Advanced Technology Vehicles Manufacturing*.

_____(2016b), "Battery and electric drive awardee list from American Recovery and Reinvestment Act funding", 24 de febrero [en línea] https://www.energy.gov/eere/vehicles/downloads/battery-and-electric-drive-awardee-list-american-recovery-and-reinvestment.

_____(s/f), Centro de Datos de Combustibles Alternativos [en línea] https://afdc.energy.gov/laws/search [fecha de consulta: marzo de 2022].

FCAB (Federal Consortium for Advanced Batteries) (2021), *National Blueprint for Lithium Batteries 2021-2030*.

Fine, H. (2022), "State approves tax credits for Proterra, Hulu and 19 other companies in L.A. County", *Los Angeles Business Journal*, 14 de abril [en línea] https://labusinessjournal.com/government/state-approves-tax-credits-proterra-hulu-and-19-ot/.

González, L. (2021), "Volvo México iniciará manufactura de autobuses eléctricos", *El Economista*, 23 de junio [en línea] https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Volvo-se-prepara-para-producir-autobuses-electricos-en-Mexico-20210623-0055.html.

Gozain, A. (2022), "Link EV to build us$265 million plant in Puebla", 25 de enero [en línea] https://mexicobusiness.news/automotive/news/link-ev-build-us265-million-plant-puebla.

Green Car Congress (2021), "California Energy Commission approves $1.4B plan for zero-emission transportation infrastructure and manufacturing", 16 de noviembre [en línea] https://www.greencarcongress.com/2021/11/20211116-cec.html.

Hamilton, H. y otros (2021), *Zeroing in on ZEBs. The Advanced Technology Transit Bus Index: A North American ZEB Inventory Report*, Pasadena, CALSTART.

ICCT (International Council on Clean Transportation) (2020), "China announced 2020–2022 subsidies for new energy vehicles", *Policy Uptdate*, julio [en línea] https://theicct.org/publication/china-announced-2020-2022-subsidies-for-new-energy-vehicles/.

Jamasmie, C. (2022), "Mexico nationalizes lithium mining", *Mining*, 21 de abril [en línea] https://www.mining.com/mexico-passes-mining-reform-nationalizing-lithium/.

Jin, L. y otros (2021), *Driving a Green Future: A Retrospective Review of China's Electric Vehicle Development and Outlook for the Future*, Washington, D.C., International Council on Clean Transportation (ICCT).

Kennedy, S. (2018), *China's Risky Drive into New-Energy Vehicles*, Washington, D.C., Centro de Estudios Estratégicos e Internacionales (CSIS), noviembre.

Lecher, C. (2016), "Inside Nevada's $1.3 billion gamble on Tesla", *The Verge*, 8 de febrero [en línea] https://www.theverge.com/2016/2/8/10937076/tesla-gigafactory-battery-factory-nevada-tax-deal-elon-musk.

Lifsher, M. (2015), "Electric public transportation firm makes comeback", *Los Angeles Times*, 1 de febrero [en línea] https://www.latimes.com/business/la-fi-capitol-business-beeat-20150202-story.html.

Liu, D. (2019), *The U.S. Electric Bus Transition: An Analysis of Funding and Financing Mechanisms*, Universidad Duke.

Lumiao, L. e Y. Zhanhui (2020), *New Energy Buses in China: Overview on Policies and Impacts*, Beijing, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).

Lutsey, N. y otros (2018), *Power Play: How Governments are Spurring the Electric Vehicle Industry*, Washington, D.C., International Council on Clean Transportation (ICCT).

Mining (2020), "CHART: China's grip on battery metals supply chain", 7 de mayo [en línea] https://www.mining.com/chart-chinas-grip-on-battery-metals-supply-chain/.

Motavalli, J. (2021), "Biden bolsters the federal green car loan program", *Autoweek*, 8 de julio [en línea] https://www.autoweek.com/news/a36955772/biden-administration-revives-doe-green-car-loan-program/.

NESCAUM (2022), "Multi-State MHD ZEV Action Plan: A Policy Framework to Eliminate Harmful Truck and Bus Emissions. Draft for Public Comment", 10 de marzo [en línea] https://www.nescaum.org/documents/mhd-zev-action-plan-public-draft-03-10-2022.pdf.

Netherlands Enterprise Agency (2021), "MIA and VAMIL" [en línea] https://english.rvo.nl/subsidies-programmes/mia-and-vamil [fecha de consulta: 13 de junio de 2022].

_____(2017), *Electric Transport in the Netherlands: 2016 Highlights*, Utrecht.

Netherlands Enterprise Agency/FME/TKI New Gas (2021), *Excelling in Hydrogen: Dutch Technology for a Climate-neutral World*.

Niu, C. y otros (2021), "Balancing interfacial reactions to achieve long cycle life in high-energy lithium metal batteries", *Nature Energy*, vol. 6, N° 7.

Núñez, A. (2021), "Electric public transportation may be decades away", *Automotive*, 22 de octubre [en línea] https://mexicobusiness.news/automotive/news/electric-public-transportation-may-be-decades-away.

Oficina de Eficiencia Energética y Energía Renovable (2020), "Battery500: progress update", 19 de mayo [en línea] https://www.energy.gov/eere/articles/battery500-progress-update.

Países Bajos, Ministerio de Asuntos Económicos y Política Climática (2019), *Integrated National Energy and Climate Plan 2021-2030*.

Patella, D. y otros (2018), *Electric Mobility and Development: An Engagement Paper from the World Bank and the International Association of Public Transport*, Washington, D.C., Banco Mundial.

Rajon Bernard, M., D. Hall y N. Lutsey (2021), "Update on electric vehicle uptake in European cities", *Working Paper*, Nº 2021-3 7, International Council on Clean Transportation (ICCT), 8 de octubre [en línea] https://theicct.org/publication/update-on-electric-vehicle-uptake-in-european-cities/.

Research and Markets (2022), *Global Electric Bus Markets Report 2022-2027* [en línea] https://www.prnewswire.com/news-releases/global-electric-bus-markets-report-2022-2027-with-case-studies-of-adoption-of-electric-buses-as-public-transport-in-finland--shenzhen-china-301507994.html.

SMM (2015), "China announces a 4% consumption tax on lead-acid batteries", 28 de enero [en línea] https://news.metal.com/newscontent/100069233/china-announces-a-4-consumption-tax-on-lead-acid-batteries.

Song, Z. y otros (2020), "The underlying reasons behind the development of public electric buses in China: The Beijing case", *Sustainability*, vol. 12, N° 2.

Spoon, T. (2021), "There is potential to manufacture lithium batteries in Mexico", TECMA [en línea] https://www.tecma.com/manufacture-lithium-batteries-in-mexico/.

Sustainable Bus (2022), "Scania's commitment to the electrification of transport in Mexico (signing Zebra)", 7 de marzo [en línea] https://www.sustainable-bus.com/electric-bus/scania-mexico-electrification-zebra/.

_____(2021), "Eberspaecher: AC system e-buses now produced in Mexico", 25 de junio [en línea] https://www.sustainable-bus.com/components/eberspaecher-air-conditioning-e-buses-mexico/.

_____(2020), "The Netherlands have more than 1,000 electric buses in operation", 28 de diciembre [en línea] https://www.sustainable-bus.com/news/the-netherlands-have-more-than-1000-electric-buses-in-operation/.

_____(2019), "Ebusco 3.0. Third generation Dutch electric bus with 3 tons savings launched", 11 de octubre [en línea] https://www.sustainable-bus.com/electric-bus/ebusco-3-0/ [fecha de consulta: 13 de junio de 2022].

Szal, A. (2022), "Electric bus maker to create 200 jobs with South Carolina battery plant", 13 de enero [en línea] https://www.thomasnet.com/insights/electric-bus-maker-to-create-200-jobs-with-south-carolina-battery-plant/.

T&E (Transport & Environment) (2022), "Netherlands leads the way on new electric buses – analysis", 28 de enero [en línea] https://www.transportenvironment.org/discover/netherlands-leads-the-way-on-new-electric-buses-analysis/.

The White House (2021), *Building Resilient Supply Chains, Revitalizing American Manufacturing, and Fostering Broad-Based Growth*, Washington, D.C.

VDL (2021), "Dutch industry joins in newly founded Battery Competence Center", 27 de octubre [en línea] https://www.vdlnedcar.nl/en/news/dutch-industry-joins-in-newly-founded-battery-competence-center [fecha de consulta: 13 de junio de 2022].

Volvo (2021), "Volvo Buses tests its first electric bus in Mexico", 29 de abril [en línea] https://www.volvobuses.com/en/news/2021/apr/first-electric-bus-in-mexico.html.

Wappelhorst, S. (2021), *Update on Government Targets for Phasing Out New Sales of Internal Combustion Engine Passenger Cars*, Washington, D.C., International Council on Clean Transportation (ICCT).

_____(2020), *The End of the Road? An Overview of Combustion-engine Car Phase-out Announcements across Europe*, Washington, D.C., International Council on Clean Transportation (ICCT).

Wappelhorst, S. y otros (2020), *Analyzing Policies to Grow the Electric Vehicle Market in European Cities*, Berlín, International Council on Clean Transportation (ICCT).

Wood Mackenzie (2019), "China's e-bus stock to surpass 1 million mark by 2023", 16 de septiembre [en línea] https://www.woodmac.com/press-releases/chinas-e-bus-stock-to-surpass-1-million-mark-by-2023/.

Xinhua News Agency (2007), "Olympics to use 50 li-ion battery powered buses", 30 de julio [en línea] http://www.china.org.cn/olympics/news/2007-07/30/content_1218985.htm.

El presente estudio busca mapear, caracterizar y analizar las políticas industriales para la cadena de producción de autobuses eléctricos en los Estados Unidos, China, México y los Países Bajos, y exponer sus motivaciones, instrumentos, estrategias, metas y resultados. Su elaboración se orientó a partir de preguntas clave y lagunas de conocimiento: ¿cuáles son las políticas de los países líderes en producción y su fundamento? ¿A qué eslabones de la cadena y competencias están dirigidas? Se constató que en los Estados Unidos las políticas se orientaban hacia la investigación y el desarrollo (I+D) de baterías avanzadas, objetivo compartido con otras cadenas y sectores del país. En China, por su parte, se observó una amplia gama de instrumentos diseñados tanto para que la industria alcance el liderazgo en ventas mundiales como para lograr la electrificación de su transporte. En los Países Bajos, las políticas buscan reducir el costo de adquisición de vehículos mientras que México, por último, muestra un posicionamiento aún indefinido en el sector. Se concluye que el presente análisis comparativo de políticas fue valioso, ya que apunta a las lecciones aprendidas y los instrumentos exitosos en lo relativo a las políticas industriales dirigidas a impulsar la producción de autobuses eléctricos. Se espera que este documento pueda aportar información útil para orientar la creación de competencias en el Brasil y contribuir a que el país avance hacia el liderazgo en este sector.

CEPAL

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC)
www.cepal.org

LC/TS.2023/3