

GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO

MAPA DE RUTA TECNOLÓGICA DE ELECTROMOVILIDAD DE LA CIUDAD DE MÉXICO



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN, CIENCIA,
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

KNOWLEDGE
& CAPITAL



knoware

GEOTAB

CIUDAD INNOVADORA
Y DE DERECHOS

LA RUTA HACIA LA ELECTRIFICACIÓN DE LAS FLOTAS MEXICANAS

Cada vez son más las empresas en Latinoamérica que han empezado a plantearse la electrificación de sus flotas para adaptarse al futuro de la movilidad, al mismo tiempo que mejoran la eficiencia de sus operaciones y reducen sus costos operativos. Las principales razones radican en el costo de los carburantes, indispensables para el funcionamiento y operación de cualquier flota de vehículos, y las políticas medioambientales, promoviendo restricciones para la circulación de los vehículos de combustión más contaminantes.

De hecho, algunas ya han comenzado a dar el salto hacia la electrificación, adaptándose así a las nuevas normativas de reducción de emisiones de carbono y mejorando sus resultados a través del ahorro de costos. Observándose en el presente Mapa de Ruta de Electromovilidad, coordinado por la Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México (SECTEI) y participación de entidades del gobierno local, universidades y actores privados. Se estima que para 2025 el número de vehículos eléctricos vendidos podría rondar entre los 40 y 70 millones de unidades y que para 2030 entre el 10% y el 50% de los autos nuevos vendidos serán eléctricos.

Y es que, como es sabido, los beneficios de adoptar vehículos eléctricos van más allá de solo reducir las emisiones de carbono, ya que también supone diversas ventajas fiscales, un menor gasto, menos averías en el vehículo y la reducción de costos en el mantenimiento. Además, hay que tener en cuenta que este tipo de vehículos cuentan cada vez más con una mayor autonomía.

Dado que en México se prevé que el precio y costo de tener un vehículo eléctrico sea similar al de un vehículo de combustión a mediados de esta década, la transición hacia la movilidad eléctrica debe hacerse de forma constante, de manera que poco a poco se vayan reduciendo las emisiones y se vayan incrementando las oportunidades de negocio. Algunos expertos indican que los principales impulsores para el cambio tecnológico del futuro del automóvil son la movilidad diversa, la conducción autónoma, la electrificación y la conectividad. Es por ello que la tecnología y digitalización de los vehículos resulta esencial para facilitar este proceso. Gracias a esta tecnología o digitalización de la movilidad, los administradores de flota pueden tomar decisiones basadas en el análisis de datos de los vehículos, proporcionados por estas herramientas en tiempo real.

Podemos decir entonces que la ayuda que proporcionan estas herramientas de conectividad en la adopción de vehículos eléctricos, como por ejemplo la tecnología telemática, es más que notoria. Estas soluciones permiten aumentar en gran medida los beneficios, sacando el máximo provecho a los datos para planificar estrategias de negocio. A su vez, el monitoreo que se lleva a cabo a través de estas herramientas posibilita un desplazamiento mucho más eficiente, rápido y seguro, pudiendo planificar mejores rutas y obtener datos que optimicen todo el proceso de transporte. Por ello, tomar decisiones basadas en los datos que nos proporciona la telemática resulta crítico para poder realizar una transición hacia la movilidad eléctrica de manera 100% eficiente.

Las nuevas tecnologías digitales impulsan el desarrollo de sistemas inteligentes, con plataformas en red que recogen datos en tiempo real del vehículo. Entre estas tecnologías destacan, por ejemplo, la conectividad de los vehículos mediante el internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés), el software integrado con funciones de seguridad, conectividad, movilidad, entretenimiento, ubicación y diagnósticos, o los sistemas de navegación que aprovechan el big data y la comunicación entre vehículos.

Teniendo en cuenta los avances del sector automotriz y las nuevas políticas medioambientales, es muy importante que las empresas empiecen a modernizar sus flotas lo antes posible, facilitando así la irreversible transición hacia el vehículo eléctrico.



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN, CIENCIA,
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO



KNOWLEDGE
&
CAPITAL

NEW YORK LONDON MEXICO MONTREAL

knoware



INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

Potencia
INDUSTRIAL



ime

DIRECTORIO

Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México

Rosaura Ruiz Gutiérrez

Secretaria

José Bernardo Rosas Fernández

Director General de Desarrollo e Innovación Tecnológica

Rodrigo Díaz Ayala

Director de Transferencia, Escalamiento y Propiedad Intelectual

Aldo Lima Ramos

Jefe de Unidad Departamental de Parques y Transferencia a Sector Productivo y Social

Knowlegde & Capital

Bernardo von Raesfeld Porras

Director General

Knoware

Manuel Sandoval Ríos

Director General

ÍNDICE DE CONTENIDOS

5. Introducción
6. Antecedentes
8. Tendencias tecnológicas de la electromovilidad
10. Entorno de la electromovilidad
13. Ciudad de México y la electromovilidad
14. Capacidades Científicas
16. Capacidades Tecnológicas
17. Infraestructura científica y tecnológica
18. Cadena de valor de electromovilidad
19. Regiones de referencia
24. Entorno estratégico
28. Mapa de Ruta Electromovilidad
46. Priorización de retos
48. Electromovilidad
51. Plan de acción
57. Referencias

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
BM	Banco Mundial
NU	Naciones Unidas
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
SE	Secretaría de Economía
IoT	Internet de las Cosas (Internet of things)
AV	Vehículos Autónomos (Autonomous Vehicles)
ADAS	Vehículos con Sistemas Avanzados de Asistencia al Conductor (Advanced Driver Assistant Systems)
VR	Realidad Virtual (Virtual Reality)
HEV	Vehículos Híbridos (Hybrid gasoline - Electric engine)
PHEV	Vehículos Híbridos Eléctricos Enchufables (Plugin Hybrid Electric Vehicles)
SENER	Secretaría de Energía (Gobierno Federal)
SEMOVI	Secretaría de Movilidad (Gobierno de la Ciudad de México)
WRI México	Instituto de Recursos Mundiales (World Resources Institute)

INTRODUCCIÓN

Tanto para el país como a nivel mundial, la Ciudad de México es considerada como una metrópoli de alto valor desde diversas perspectivas. En una superficie territorial de 1,485 km² se concentran una parte importante tanto de las actividades culturales y de esparcimiento del país, como aquellas de tinte económico y de investigación, desarrollo e innovación.

Si bien, la historia de la Ciudad de México se remonta al siglo XIV, es durante el siglo XX, particularmente entre 1940 y 1980, que consolida su estatus económico y social (Sobrino, 2016). El día de hoy, con una población de 8,918,652 personas, integradas en un espacio aún más grande (en población y espacio) que incluye municipios del Estado de México y de Hidalgo, es considerada como la quinta megaurbane en el mundo con una población aproximada de 21,581,000 habitantes y se espera que para 2030 continúe dentro de las primeras 10 posiciones (Naciones Unidas, 2018) (Banco Mundial, 2019) (Graizbord, 2016).

La Ciudad se encuentra en crecimiento y éste fenómeno está acompañado de grandes retos como el aumento en la demanda de transporte, energía y agua, entre varias más (Banco Mundial, 2019). Enfrentar satisfactoriamente dichos retos es una actividad fundamental que requiere de una “gestión exitosa del crecimiento” ya que tiene implicaciones tanto en el bienestar y la calidad de vida de la población como en el crecimiento económico y el desarrollo de la metrópoli (Forbes, 2018).

Se ha reconocido, en diversos estudios que la movilidad de la Ciudad representa un reto importante (SEMOVI, 2019). Para 2016, se estimó que, sólo en la Ciudad, se contaba con 5,725,574 vehículos de motor registrados (considerando tanto automóviles, como camiones de pasajeros, de carga y motocicletas), donde su gran mayoría corresponde a automóviles (INEGI, 2017b). El uso indiscriminado del automóvil es un fenómeno recurrente en los centros urbanos similares a la Ciudad de México, sin embargo, esta tendencia de movilidad repercute en la calidad de vida al impactar en el tiempo de traslado, el ruido y la calidad del aire (Chatzioannou & Chias, 2016) (Torres & Rosas, 2016).

El presente documento considera estos fenómenos y avanza en la conformación de una estrategia donde los diferentes participantes del entorno económico, de investigación, desarrollo e innovación; establecen una perspectiva de futuro viable y atractiva que aporta en la consolidación de la Ciudad de México.

Como resultado de una suma de esfuerzos, el presente mapa es un documento en construcción permanente que se consolida a través de la acción colectiva. Esta suma de visiones de futuro para la conformación de una estrategia integral invita a la participación de nuevos actores interesados en el tema con la intención de enriquecer la perspectiva de la Ciudad de México a la que aspiramos.

Esta cifra de vehículos es correcta si consideramos el registro oficial de automotores, pero se encuentra sobreestimada como consecuencia de 1.- los ciudadanos no dan de baja la matrícula cuando la unidad se matricula en otra entidad federativa, 2.- las autoridades de otras entidades federativas no exigen la baja de las unidades usadas que se matrículan en su entidad

ANTECEDENTES

Tanto las energías renovables como la movilidad electrificada pueden ser las tecnologías más viables para la reducción del impacto del hombre en el medio ambiente (ERTRAC, EPoSS y SmartGrids, 2012). En el país, y de forma particular en la Ciudad de México es posible identificar diferentes esfuerzos que permiten propiciar la movilidad tanto a nivel país, como desde su perspectiva local.

En este apartado se observan algunas de las propuestas en las que la movilidad eléctrica participa dentro de las estrategias.

Actualización de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios (DOF, 2020)

Estrategia que en varios de los puntos considera la importancia de la electromovilidad y establece planes de acción.

Programa Especial de Transición Energética 2019-2024 (IMP, 2020) (SENER, 2020)

Diferentes instituciones se encuentran preparando el presente documento en el que la electromovilidad se considera como una de las tecnologías críticas en las que se debe propiciar la producción nacional.

Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2020-2024 (Centro Urbano, 2019)

Representantes de diferentes instituciones tanto públicas como privadas se orientan para conformar dicho documento estratégico para el país.

Programa Estratégico de la Industria Automotriz 2012-2020 (SE, 2012)

Considera la importancia por promover incentivos para la atracción de nuevas inversiones como una de las líneas de acción.

Plan de reducción de emisiones del sector movilidad (SEMOVI, 2019b)

Orientado en propiciar medios de transporte más eficientes y vislumbrando la incorporación de los vehículos eléctricos e híbridos en la Ciudad de México.

Estrategia nacional de movilidad eléctrica SEMARNAT (WRI México, 2019)

SEMARNAT se encuentra desarrollando la esta estrategia para el impulso de la electromovilidad en el país.

Estrategia General de Movilidad de la Ciudad de México (SEMOVI, 2019)

Estrategia orientada en el desarrollo de una política de movilidad urbana integral con base en la redistribución de los modos de transporte, el espacio vial y los recursos disponibles.

Red de Innovación de la Ciudad de México (SECTEI, 2019a)

Proyecto que dentro de uno de sus diálogos se centró en identificar las alternativas de planeación relacionadas con la movilidad para la Ciudad de México.

II Taller de Electromovilidad y Movilidad Sostenible (AMEXCID, 2019)

Con la intención de trabajar de forma conjunta con Belice, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia y República Dominicana; con relación al desarrollo colaborativo en políticas públicas regionales y normativas asociadas con la electromovilidad.

Alianza por la electromovilidad en México; Plan estratégico 2019-2020 (CONUEE, 2019)

Es una estrategia conjunta sobre movilidad eléctrica entre SENER-CONUEE, Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas e International Cooper Association en México.

Estrategia de electromovilidad de la Ciudad de México (Gobierno de la Ciudad de México, 2018)

Investigación enfocada en el desarrollo de Políticas para la Electromovilidad

Desde la perspectiva del Instituto de Planeación Democrática y Prospectiva de la Ciudad de México es importante considerar:

1. La compatibilidad de la movilidad con la vida tanto urbana como no urbana. Es particularmente importante prever formas de comunicación y traslado en áreas sensibles como la zona de conservación de la Ciudad, la cual está sujeta a fuertes presiones de ocupación. En este contexto, las alternativas de movilidad deberán de desalentar la ocupación a lo largo de los caminos y carreteras.
2. La movilidad masiva cotidiana en el ámbito de la Zona Metropolitana del Valle de México, los resultados de la Encuesta de Origen y Destino más recientes de la zona evidencian la demanda millonaria de traslados cotidianos en el complejo territorio de esta conurbación. Entre las prioridades de movilidad se encuentra el transporte público masivo de pasajeros.
3. El acceso a la movilidad de personas que viven lejos de las zonas servidas por transporte público, de forma que sea posible incidir en su calidad de vida. En este aspecto, la forma urbana es relevante por la topografía y la traza en grandes zonas de la Ciudad.
4. Un mejor aprovechamiento de la estructura vial instalada, para facilitar la movilidad masiva de pasajeros, de forma cotidiana.

El presente documento representa un esfuerzo por parte de la Ciudad de México para incidir en el impulso de dichas tecnologías con el fin de mejorar la movilidad y la calidad de vida de sus habitantes.

TENDENCIAS TECNOLÓGICAS DE LA ELECTROMOVILIDAD

En el mundo es posible identificar grandes tendencias que han marcado las actividades humanas. México al ser un importante participante dentro del entorno internacional no puede ser ajeno a tendencias como el internet de las cosas (IoT), la automatización inteligente, la digitalización, la manufactura aditiva (impresión 3D) y la eficiencia energética para la producción. De forma particular, algunos de los cambios que enmarcan la innovación energética y la electricidad se relacionan con el cambio climático, la falta de acceso a energía, la acelerada urbanización y la transformación de la producción asociada con los sistemas digitales (ProMéxico, 2017a). Así, los vehículos de motor (equipo de transporte) se encuentran considerados por el Banco Mundial como uno de los sectores industriales con factibilidad para adoptar las nuevas tendencias tecnológicas (ProMéxico, 2017a).

Si bien, durante un siglo, la movilidad dependió completamente del petróleo y de los motores de combustión interna, el sector automotriz reconoce que estas tecnologías comienzan a quedar obsoletas en términos de la eficiencia energética, la disponibilidad de los hidrocarburos y las emisiones contaminantes. Algunos expertos identifican que los principales impulsores para el cambio tecnológico para el “futuro del automóvil” son: la movilidad diversa, la conducción autónoma, la electrificación y la conectividad.

En el presente apartado se esbozan las tecnologías que se encuentran relacionadas con la electromovilidad en el mundo.

Tendencias tecnológicas transversales

- Sustitución de los sistemas y desplazamiento de los motores de combustión interna (ProMéxico, 2018a).
- Regulaciones más estrictas en términos de medio ambiente (ProMéxico, 2018a).
- Una población mundial en crecimiento y su demanda futura de energía (ERTRAC, EPoSS y SmartGrids, 2012).

Tendencias que convergen con el sector automotriz

Existen algunas tendencias de alto espectro que tienen una implicación directa en el sector automotriz, como serían (ProMéxico, 2018a):

- Materiales avanzados.
- Smart City.

Industria 4.0 automotriz

Algunas de las tecnologías que se observó, tienen una relación directa con las nuevas tendencias de la industria automotriz son:

- Realidad virtual (VR) orientada en la evaluación de vehículos a través de la tecnología de visualización 3D (TechCast, 2014c).
- Impresión 3D en gran escala orientada en la construcción de vehículos (TechCast, 2014d).

Los beneficios de la impresión 3D incluyen una producción 24/7, menos mano de obra, uso eficiente de materiales y la capacidad de impresión de estructuras complejas.

Vehículos inteligentes

Las nuevas tecnologías digitales impulsan el desarrollo de sistemas inteligentes con plataformas diseñadas en red que serán incluidas dentro de la estructura del vehículo (ProMéxico, 2018a) (TechCast, 2014i).

- La conectividad de los vehículos; internet de las cosas (IoT) (TechCast, 2014b).
- El software como herramienta integrada al automóvil con funciones de seguridad, conectividad, movilidad, entretenimiento, ubicación y diagnósticos.
- Sistemas de navegación con la capacidad de aprovechar Big Data (TechCast, 2014b).
- Comunicación entre vehículos (TechCast, 2014i).

Se estima que el 60% de los autos nuevos serán inteligentes para 2027 (TechCast, 2014i).

Cambio en el paradigma de movilidad

Se identifican nuevas tendencias de movilidad relacionadas con ajustes económico-sociales, por ejemplo (ProMéxico, 2018a):

- *Carsharing* (vehículos compartidos).
- *Ridesharing* (servicios de traslado).
- Proveedores de servicios de movilidad tipo Uber, Didi o Lyft.
- El comercio electrónico consolidado a través de sistemas de envío tipo Amazon.

Vehículos de tecnología autónoma

Se considera que este tipo de vehículos pueden ser introducidos en mercados con altas presiones regulatorias en materia ambiental, alta densidad poblacional y nivel de ingresos alto (ProMéxico, 2018a).

- Vehículos completamente autónomos (AV), no se espera que estén disponibles antes del 2022.
- Vehículos con sistemas avanzados de asistencia al conductor (ADAS), impactarán en un cambio tecnológico gradual que permitirá el ajuste de las políticas, las regulaciones y la confianza de la preferencia de los consumidores.

Los primeros prototipos de vehículos autónomos utilizan indicadores visuales, software de inteligencia artificial, GPS y diferentes sensores para mejorar su desempeño (TechCast, 2014).

Vehículos con sistema de propulsión eléctrica

Modalidad que se espera reemplace a los vehículos de combustión interna. Sólo utiliza electricidad tomada de una batería como fuente de energía; no genera emisiones de dióxido de carbono, cuenta con una estructura simplificada (ProMéxico, 2018a) (TechCast, 2014e).

Se estima que para 2025 el número de vehículos podría andar entre 40 y 70 millones de unidades y que para 2030 entre el 10% y el 50% de los autos nuevos vendidos serán eléctricos (ProMéxico, 2018a) (ProMéxico, 2017b).

Vehículos con base en celdas de combustible

Existe una gran inversión a nivel mundial por desarrollar este tipo de vehículos ya que ofrecen una eficiencia del 40 al 60% (TechCast, 2014f).

La Agencia Internacional de Energía pronostica que el 30% de los vehículos del mundo podrían utilizar hidrógeno para el 2050 (TechCast, 2014f).

Vehículos híbridos (HEV/PHEV/SHEV)

Funcionando con un motor de gasolina que alimenta el vehículo en velocidades bajas y con una batería para dotarlo de energía a velocidades altas; es una tecnología que proporciona importantes ganancias en la economía del automóvil. (TechCast, 2014h) (Tara International, 2019).

- Microhíbridos - el motor deja de funcionar al detener el vehículo y arranca de nuevo al dejar de accionarse el freno (IDOM, 2009).
- Mildhíbridos – el vehículo deja de funcionar cuando se detiene y provee energía adicional al acelerar (IDOM, 2009).
- Plug-in híbridos – permite recorrer las primeras 10 millas con energía eléctrica y después funciona como un híbrido (IDOM, 2009).

Trenes de alta velocidad

Utilizados en Europa y Japón, son vehículos que continúan implementando mejoras que los mantienen como una tecnología deseable (TechCast, 2014g).

Se estima que 30% de los corredores de tráfico en las naciones industrializadas utilicen este tipo de vehículo para 2030 (Tech-Cast, 2014g).

Vehículos pequeños

Renacimiento de vehículos pequeños como bicicletas, scooters y motos; impactando en senderos específicos, carriles en las vialidades y estacionamientos adaptados (TechCast, 2014j).

Biocombustibles

Es posible identificar esta tendencia sobre el consumo de combustibles fósiles. Su desarrollo aún requiere diferentes elementos de consolidación, al igual que elementos relacionados con la legislación (Circutor, 2009).

Tendencias relacionadas con los motores

(ProMéxico, 2018a) identifica algunas de las principales alternativas del sector asociadas con el motor.

Motor de combustión interna a gasolina tipo Otto, Wankel, Atkinson, Diesel (Gasoline internal combustion engine, ICE).

- Motor de combustión interna turbo cargado para mejor rendimiento.

- Motor de combustión interna de combustible flexible (etanol-gasolina).

- Motor híbrido gasolina – eléctrico (Hybrid gasoline-electric engine, HEV, Plugin hybrid electric vehicles, PHEV).

- Vehículos eléctricos de baja velocidad (Low-speed electric vehicles, LSEV).

- Motor de relación de compresión variable (Variable compression ratio engine, VCR).

- Motor encendido por compresión de carga homogénea (Homogenous charge compression ignition engine, HCCI).

- Sistema de 12 voltios tipo stop/start.

- Vehículo eléctrico solar.

- Vehículo eléctrico de baterías (Battery electric vehicles, BEV).

- Vehículo eléctrico de celda de combustible de base hidrógeno (Fuel cell electric vehicles, FCEV).

Sistemas de transmisión

Es posible identificar el desarrollo de sistemas de transmisión de dos y cuatro velocidades para vehículos eléctricos con una orientación en el aumento de la eficiencia a bajas velocidades y gran potencia ante altas (ProMéxico, 2018a).

Tanque y bomba de gasolina

Se espera que estos componentes sean sustituidos por celdas de hidrógeno o baterías (ProMéxico, 2018a).

ENTORNO DE LA ELECTROMOVILIDAD

Diferentes países han considerado la electromovilidad como un elemento fundamental para el desarrollo de sus estrategias al observarla, principalmente, como una tecnología viable para la reducción del impacto del hombre en el medio ambiente (ERTRAC, EPoSS y SmartGrids, 2012). Esta tendencia mundial abre un panorama de oportunidades tanto desde el punto de vista de desarrollo tecnológico e industrial, como en lo relacionado con el uso energético y el cuidado ambiental (Circutor, 2009).

La historia de los vehículos eléctricos es incluso más larga que la de los vehículos de combustión interna, sin embargo, el avance tecnológico asociado con la capacidad de autonomía entre las recargas haría que esta tecnología tuviera que esperar hasta la actualidad (Circutor, 2009). Los principales obstáculos que detuvieron el desarrollo de este tipo de tecnologías se relacionaron con: la imposibilidad de almacenamiento de energía eléctrica y el costo de fabricación. Así, con el impulso a desarrollos asociados con la generación de baterías, condensadores, estaciones de recarga y con la tendencia industrial relacionada con el cuidado del medio ambiente, este tipo de tecnologías se encuentra en un estado favorable para su implementación (Circutor, 2009) (TechCast, 2014e).

Tanto las Naciones Unidas como el Banco Mundial exponen que será en las ciudades donde se deberá llevar a cabo la batalla contra el cambio climático ya que es en ellas donde se consumen “dos tercios de la energía mundial y son responsables de más de 70% de las emisiones mundiales de dióxido de carbono” (Banco Mundial, 2019). Incluso, existen investigaciones orientadas en demostrar que la mayor parte de los desplazamientos en vehículos diariamente, sólo realizan un viaje de menos de un centenar de kilómetros (80%), lo cual hace que la electromovilidad sea una alternativa adecuada (Circutor, 2009).

Por otro lado, los vehículos eléctricos tienen elementos que destacan sobre los vehículos de combustión interna, como serían: su simplicidad relacionada con un menor número de piezas, lo cual implica menor mantenimiento; debido a su simplicidad, son tecnologías altamente confiables, además tienen una menor pérdida de energía y, como ya se ha comentado, son tecnologías más limpias y silenciosas. Desde el punto de vista de los costos, hay estudios que muestran que estos vehículos tienen ahorros importantes en el largo plazo además de resultar más económicos para el transporte de pasajeros (Tara International, 2019) (GoingGreen, 2009) (IDOM, 2009). Así, es posible afirmar que los vehículos eléctricos son más eficientes que los de combustión interna (GoingGreen, 2009).

En el estudio de tendencias tecnológicas, TechCast muestra un panorama sobre las principales tendencias y los obstáculos que se encuentran directamente relacionados con esta tecnología, el siguiente cuadro da muestra de estos elementos.

PROS: TENDENCIAS QUE IMPULSAN ESTE EVENTO	CONTRAS: OBSTÁCULOS QUE SE OPONEN A ESTE EVENTO
MEJORAS TECNOLÓGICAS <ul style="list-style-type: none"> • Tecnologías amigables con el ambiente • Es posible implementar celdas de combustible • Estudios sobre baterías de iones de litio mejoradas • Proyectos y alianzas globales estratégicas • Baterías de litio-aire • Baterías de aluminio y aire • Baterías de electrodos líquidos 	BARRERAS TÉCNICAS <ul style="list-style-type: none"> • Se necesitan mejoras en la batería • Ansiedad en el rango • Se requiere nueva infraestructura • Rango de cortes de temperatura fría
MEJORAS EN EL RENDIMIENTO DEL VEHÍCULO <ul style="list-style-type: none"> • Velocidad • Alcance • Recarga • Carga útil 	MERCADO COMPETITIVO <ul style="list-style-type: none"> • Tecnologías competidoras • Políticas proteccionistas • Situación económica mundial
APOYO DEL GOBIERNO Y NUEVOS MERCADOS <ul style="list-style-type: none"> • Planes y estrategias a largo plazo • Políticas públicas • Subsidios e incentivos 	ALTOS COSTOS <ul style="list-style-type: none"> • Baterías • Cargadores / Sistemas de recarga • Materias primas
INFRAESTRUCTURA DE RECARGA <ul style="list-style-type: none"> • La tecnología de la batería aumenta el alcance del vehículo • Recargas públicas • Energías renovables como fuente para las estaciones de recarga • Recarga inalámbrica • Carga en el hogar • Tarifas especiales de las compañías eléctricas • Sistemas de carga rápida • Extensión de alcance 	IMPACTOS AMBIENTALES <ul style="list-style-type: none"> • No siempre limpio • Reciclaje de baterías
EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA <ul style="list-style-type: none"> • Formando asociaciones y alianzas para el desarrollo • Migración del transporte público 	POLÍTICAS GUBERNAMENTALES <ul style="list-style-type: none"> • Ajuste sobre las preferencias de la política de los países • Políticas inadecuadas

Algunos elementos favorables o impactos positivos asociados con la electrificación del automóvil son (ProMéxico, 2018a) (TechCast, 2014e) (Circutor, 2009) (GoingGreen, 2009):

- Existe una evolución asociada con la capacidad de las baterías
- Los consumidores tienen la disposición de consumo de este tipo de tecnologías
- Se identifican ventajas asociadas con la capacidad de cargar las baterías en el hogar, como en estaciones de carga públicas
- Reducción de contaminación acústica, atmosférica e impacto positivo en la salud
- Los datos indican que los vehículos eléctricos son más seguros que los automóviles de combustión interna
- Existe una tendencia hacia consolidar la seguridad de los vehículos eléctricos
- Se observa una simplificación en el mantenimiento del vehículo y las averías
- Se cuenta con una elección sobre el recurso energético
- Los vehículos son compatibles con la vida urbana
- Se tiene un mejor uso de las energías disponibles
- Abre el camino a los vehículos inteligentes
- Ofrecen nuevas tendencias a la actividad innovadora
- Para el transporte público, mejora el servicio al ciudadano y la imagen de la ciudad
- Ofrece cierto nivel de estatus a los consumidores y las compañías

Por otro lado, algunos de los factores que limitan o que resultan impactos negativos sobre el desarrollo de esta tecnología serían (ProMéxico, 2018a) (TechCast, 2014e):

- Algunos países pierden su base económica
- Turbulencia y terrorismo probables
- Surgen nuevos retos ante interrupciones de energía
- Se requiere un reajuste de los fondos públicos
- Los vehículos de combustión interna representan una tecnología difícil de superar en el corto plazo
- Existen reservas del consumidor asociadas con la estandarización, optimización e infraestructura
- Falta una planeación integral de la industria automotriz nacional
- Aún se requiere mayor nivel de aceptación de la tecnología por parte del consumidor
- El tiempo de recarga aún es alto con relación a los vehículos de combustión interna
- La reducción de contaminantes depende de la fuente de energía para la generación de electricidad
- Los requisitos de potencia necesarios para el suministro de energía en los vehículos eléctricos aún exceden los necesarios para cargar vehículos

Existen diferentes elementos que funcionan como *drivers* o impulsores para la consolidación de este tipo de tecnología, entre ellos es importante mencionar la necesidad de conformar mejoras relacionadas con la eficiencia de las baterías y su almacenamiento con miras a impactar en el aumento de rendimiento del vehículo. Igualmente es necesario tomar en cuenta la necesidad de reducir los costos asociados con la tecnología, que en un 75% puede encontrarse relacionado con la batería (IDOM, 2009). Desde otra perspectiva, pero no menos importante, resulta necesario avanzar en torno a la infraestructura de recarga, las regulaciones asociadas con el control de las emisiones y la confianza del consumidor (ProMéxico, 2018a).

CIUDAD DE MÉXICO Y LA ELECTROMOVILIDAD

Según la Encuesta Origen-Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (INEGI, 2017a), 53.4% de las personas utiliza de forma regular el transporte público, donde predomina el transporte en autobús seguido del metro; mientras que el 22.3% utiliza el transporte privado, particularmente el automóvil. En total, entre el transporte público y el privado se pueden estimar alrededor de 12.68 millones de viajes por día (INEGI, 2017a). Aunado a este panorama, en 2019 la Ciudad de México obtuvo el lugar número 13 en el Traffic Index 2019, con una congestión vehicular de 52% (TomTom, 2019).

Este panorama resulta común en los centros urbanos como la Ciudad de México, donde permea el uso masivo e indiscriminado de los autos particulares, que en el caso de la ciudad se condensan en una red vial de 10,403.44 kilómetros de longitud (Chatzioannou & Chias, 2016). Dicha concentración ha impactado negativamente en el medio ambiente de la Ciudad, efecto que comenzó a ser relevante en la década de 1990 y que resultó en diferentes estrategias que respondieron, tanto a las necesidades relacionadas con la calidad del aire de la urbe, como con las tendencias mundiales que presionaron al país hacia mejoras en los combustibles y al uso de dispositivos de control de las emisiones vehiculares (Torres & Rosas, 2016).

En la actualidad prevalecen niveles de contaminación no deseados en contaminantes como el ozono y partículas finas que se encuentran directamente relacionadas tanto con las actividades de transporte e industriales, como con las características geográficas en las que se encuentra la Ciudad. La importancia de este fenómeno se relaciona con la salud de los capitalinos, ya que diferentes estudios han demostrado que estas condiciones resultan dañinas en mujeres embarazadas, en niños, asmáticos, personas mayores, personas con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, o con enfermedades cardíacas congestivas (Torres & Rosas, 2016).

El presente documento pretende ofrecer una estrategia que impacta directamente en la calidad del medio ambiente y por tanto en la salud y el bienestar de la gente que vive en la metrópoli. Sin embargo, este mapa es más amplio, pues, a través de la participación de los diferentes actores de la sociedad se orienta hacia una perspectiva de ciudad donde el ecosistema de innovación se ensambla adecuadamente para propiciar tanto el bienestar social como el desarrollo económico.

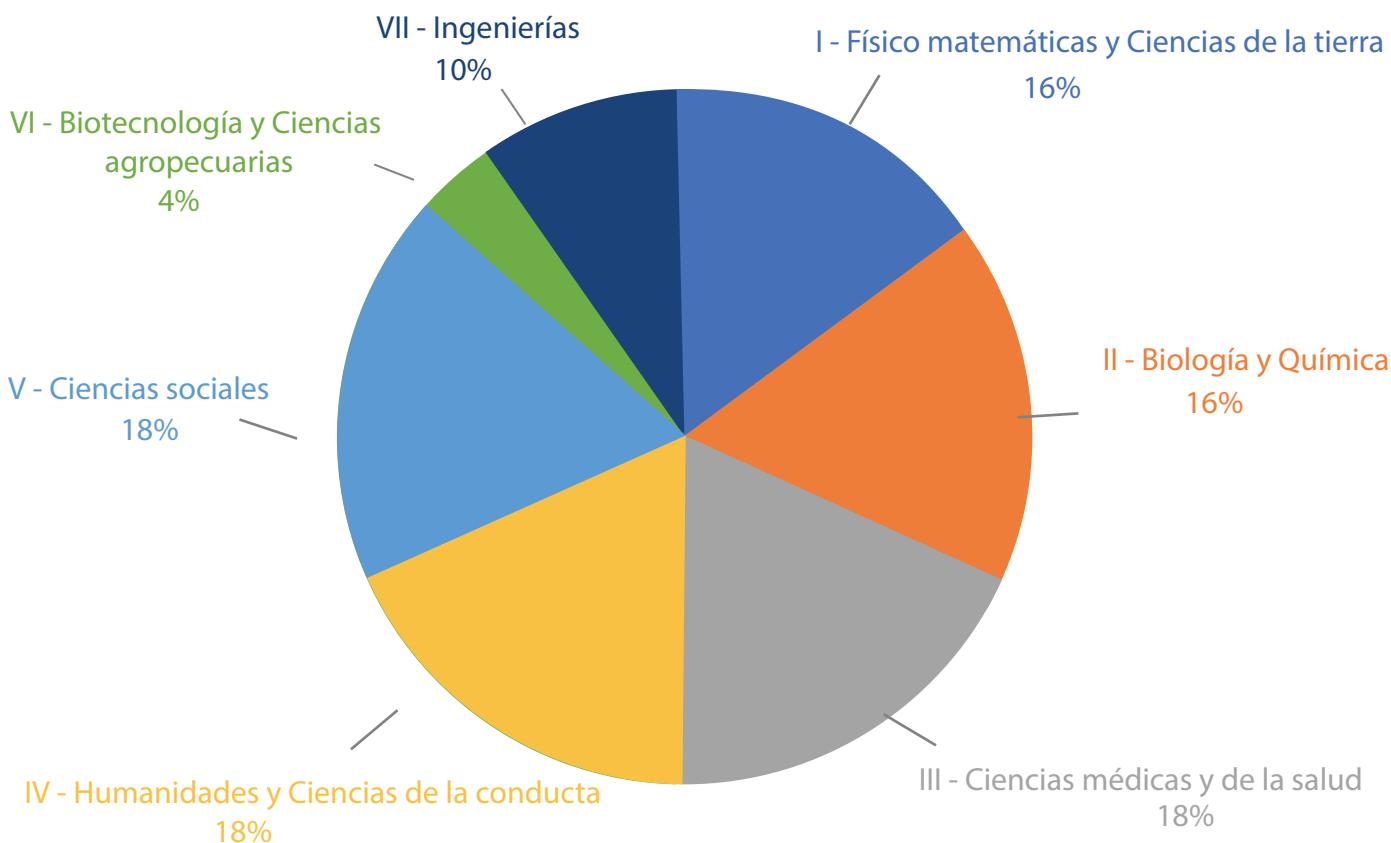
En la Ciudad de México se cuenta con un entorno que concentra diferentes capacidades para el desarrollo tecnológico y la innovación, ya que en ella confluyen tanto Universidades, como Instituciones y Centros de Investigación, Empresas, Organizaciones sociales y oficinas gubernamentales entre muchos otros actores identificables dentro de los ecosistemas de innovación (Meza & Vite, Índice de entidades federativas basado en la ESIDET-MBN 2012, 2016) (Millan & Meza, 2015) (Meza, Millan, & Perez, Patentes mexicanas del Distrito Federal: caracterización por delegación y área tecnológica 2009-2012, 2017) (Maldonado, Meza, Millan, & Perez, 2016) (Dussel & Ortiz, 2016) (Alcantara & de la Cruz, 2016).

CAPACIDADES CIENTÍFICAS

Como se comentó anteriormente, la Ciudad de México concentra diferentes capacidades que resultan útiles para el desarrollo de proyectos de alto impacto en diferentes áreas. El presente apartado pretende dar muestra de las capacidades disponibles en la urbe. Se pone una particular atención en el tema de movilidad fuente del presente documento.

Para el 2019, en México se contó con 30,584 investigadores adscritos al Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Por su parte, la Ciudad de México concentró el mayor número de investigadores adscritos con 8,828, que equivalen al 29% de los registros; es este caso, las ingenierías ocuparon el 10% con 861 investigadores (CONACyT, 2019).

Investigadores adscritos a una Institución de la Ciudad de México y al SNI, por Área del Conocimiento



Fuente: (CONACyT, 2019)

A partir de los datos de (CONACyT, 2018) se identificaron los investigadores (SNI) asociados con estudios sobre movilidad. A partir de dicho análisis fue posible observar a las principales instituciones en las que se cuenta con capacidades intelectuales enfocadas al desarrollo de investigación en temas de movilidad.

Instituciones que cuentan con por lo menos un investigador adscrito al SNI y que se encuentran asociadas con investigación en movilidad

	Adscripción	Frec.
1	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	53
2	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA	33
3	EL COLEGIO DE MÉXICO, A.C.	14
4	INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL	12
5	FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES	3
6	INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO	3
7	CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL IPN	2
8	CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTRUDIOS SUPERIORES EN ANTROPOLOGÍA SOCIAL	2
9	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DR. JOSÉ MARÍA LUIS MORA	2
10	UNIVERSIDAD PANAMERICANA	2
11	CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS, A.C.	1
12	CONSULTORÍA PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO, CULTURAL Y SOCIAL SUSTENTABLE	1
13	SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN	1
14	UNIVERSIDAD PANAMERICANA	1
15	UNIVERSIDAD MOTOLINÍA	1

Fuente: (CONACyT, 2018)

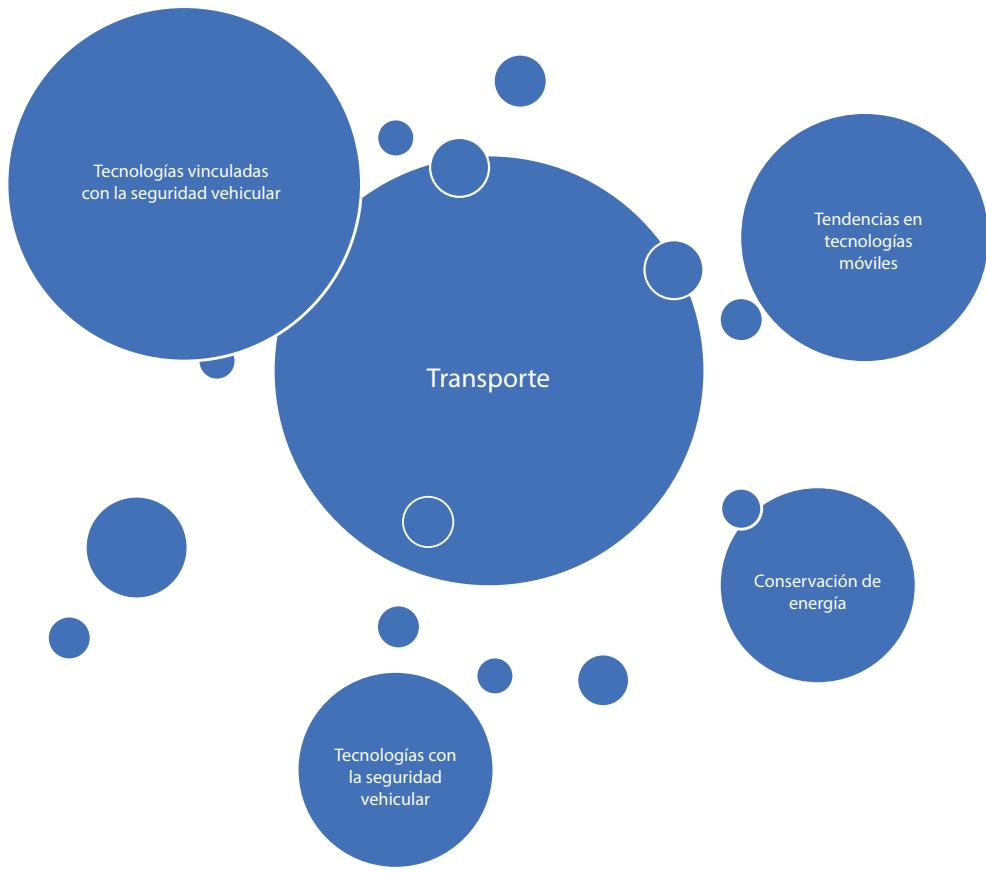
A partir de una revisión de publicaciones científicas publicadas entre 2009 y 2019 (Web of Knowledge, 2019) fue posible identificar que en la Ciudad de México se desarrollan investigaciones relacionadas con movilidad en temas de transporte, contaminación, demografía y desarrollo social; tanto a nivel local como a nivel regional y en el país.

CAPACIDADES TECNOLÓGICAS

Si bien, las capacidades tecnológicas refieren a diferentes elementos que conforman un sistema, en el presente apartado se muestran las capacidades tecnológicas a partir de la revisión de las solicitudes de patente de la Ciudad de México. Se presta particular atención al tema de la movilidad.

A nivel nacional la Ciudad de México es el territorio donde se concentra un mayor número de solicitudes de patente de todo el país (IMPI, 2020). A partir de una aproximación realizada sobre las patentes solicitadas en la Ciudad de México entre 1988 y 2016 se lograron identificar las principales tendencias tecnológicas asociadas con el tema de movilidad.

Tendencias tecnológicas relacionadas con la movilidad a partir de las solicitudes de patente



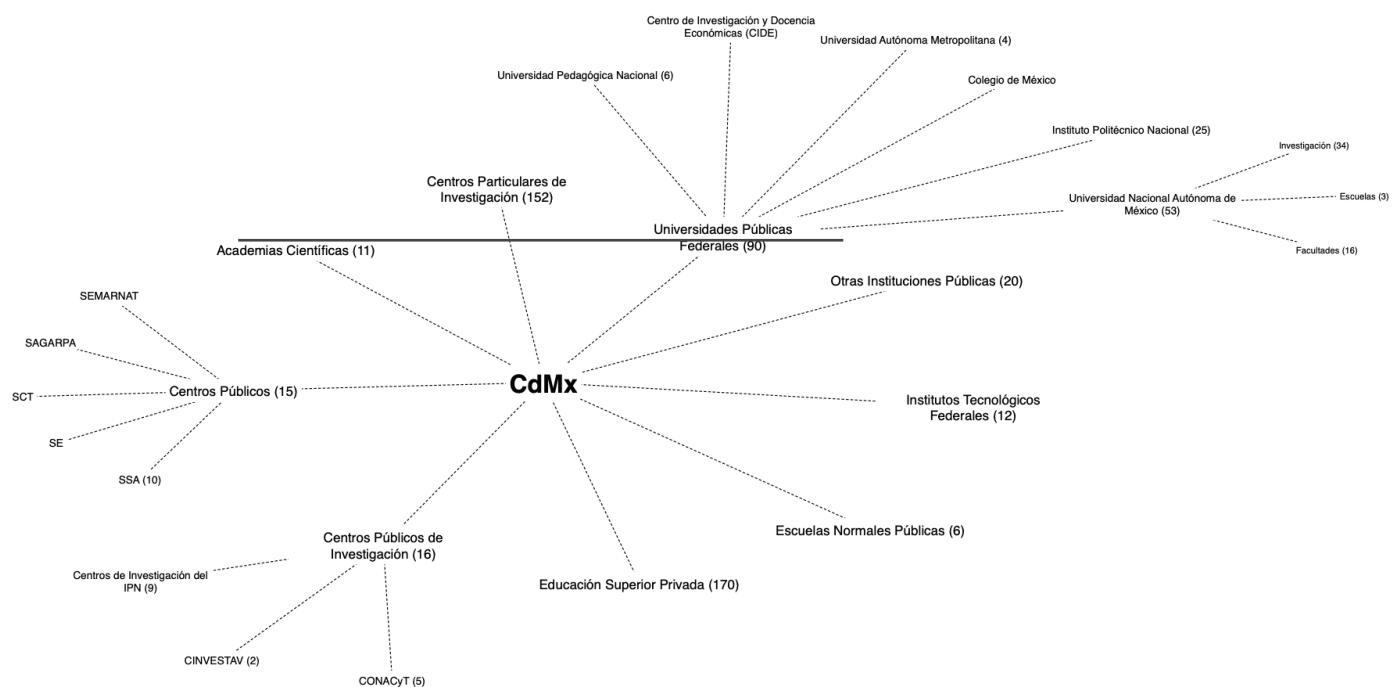
Fuente: (IMPI, 2019)

A partir de dicha información fue posible identificar 85 solicitudes y 68 solicitantes diferentes de los cuales 79% corresponde a inventores independientes. Entre las instituciones que es posible identificar se encuentra el Sistema de Transporte Colectivo (STC), el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (IMPI, 2019).

INFRAESTRUCTURA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

Como se mencionó anteriormente, la Ciudad de México concentra una parte importante de las capacidades del país. De esta manera, en la urbe es posible identificar diferentes instituciones que tienen la posibilidad de apuntalar las actividades de ciencia, tecnología e innovación. El siguiente grafo es una muestra sobre las capacidades de la Ciudad de México.

Instituciones académicas y de investigación ubicadas en la Ciudad de México



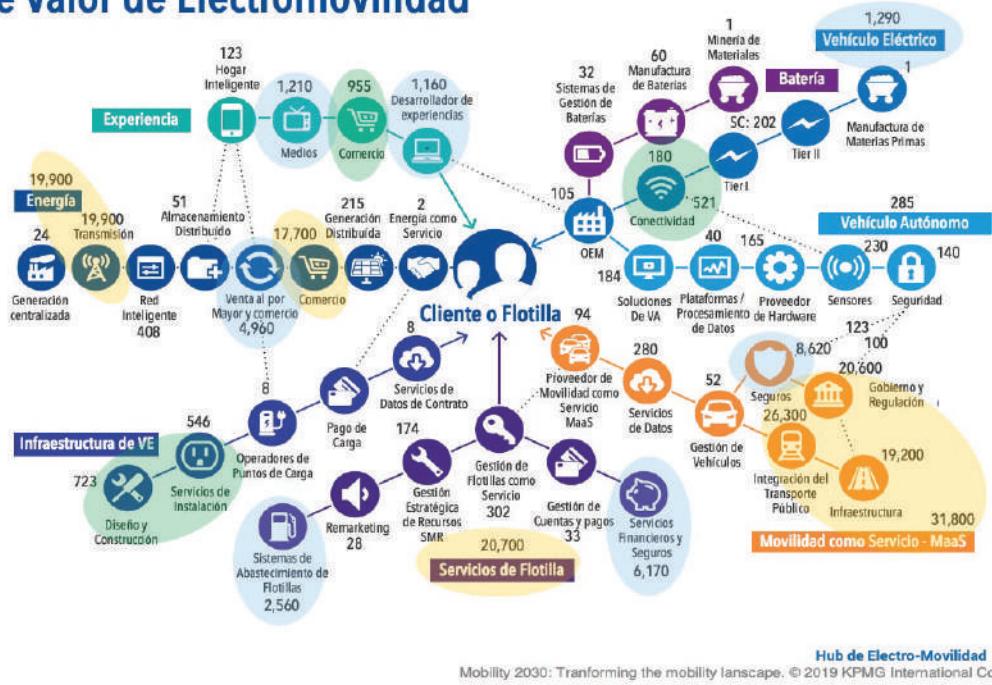
Fuente: (Knoware, 2019)

Si bien, el grafo aquí presentado no incluye a todos los participantes del sistema, al integrar a cerca de 5,000 instituciones ofrece un panorama general de la amplitud de las capacidades disponibles en la Ciudad de México.

CADENA DE VALOR DE ELECTROMOVILIDAD

A continuación, se muestra una visión general de la cadena de valor de electromovilidad (KPMG,2019)"

Cadena de Valor de Electromovilidad



Mobility 2030: Transforming the mobility landscape. © 2019 KPMG International Cooperative ("KPMG International").

A partir del diagrama original se realizó una revisión sobre las capacidades disponibles en la Ciudad de México. Para ello se realizó un mapeo de publicaciones. Como es posible observar en del diagrama hay términos en los que la Ciudad muestra es más proactivo, de forma particular se observaron los siguientes segmentos.

Movilidad como Servicio (31,800)	Seguros (8,620)	Comercio (955)
Integración del Transporte Público (26,300)	Servicios Financieros y Seguros (6,170)	Diseño y Construcción (723)
Servicios de Flotilla (20,700)	Venta al por Mayor y Comercio (4,960)	Servicios de Instalación (546)
Gobierno y Regulación (20,600)	Sistemas de Abastecimiento de Flotillas (2,560)	Conectividad y Sensores (521)
Energía (19,900)	Vehículo eléctrico (1,290)	Conectividad (180)
Transmisión (19,900)	Medios (1,210)	
Infraestructura (19,200)	Desarrollador de experiencias (1,160)	
Comercio (17,700)		

REGIONES DE REFERENCIA

Dada la importancia que tiene la electromovilidad como herramienta tecnológica, diversos países han enfrentado el reto de impulsar diferentes medidas y estrategias enfocadas en propiciar su incorporación en el entorno. Dentro del presente apartado se abordan algunas de estas iniciativas con la intención de considerarlas como herramientas para la consolidación de las propuestas del presente documento.

No existe una receta homogénea para el impulso de la electromovilidad, ya que cada país cuenta con características diferentes: incluso dentro de los países, es posible observar diferencias importantes entre regiones y localidades.

Al hacer un análisis detallado de los Mapas de Ruta es posible identificar dos elementos principales. En primer lugar, los mapas de ruta divergen en su estructura y temas en función de los lugares para los que se encuentran diseñados y, por tanto, del entorno y la estructura que interactúa con ellos; en segundo lugar, es posible notar temas comunes que enmarcan algunas de las acciones.

En el caso de esta revisión, los temas que se encuentran más relacionados dentro de los mapas tienen que ver, particularmente, con el desarrollo de una infraestructura de movilidad y con la implementación de políticas públicas que resulten en estructuras de alto impacto, sin embargo, es posible identificar algunas otras que son recurrentes dentro de las estrategias.

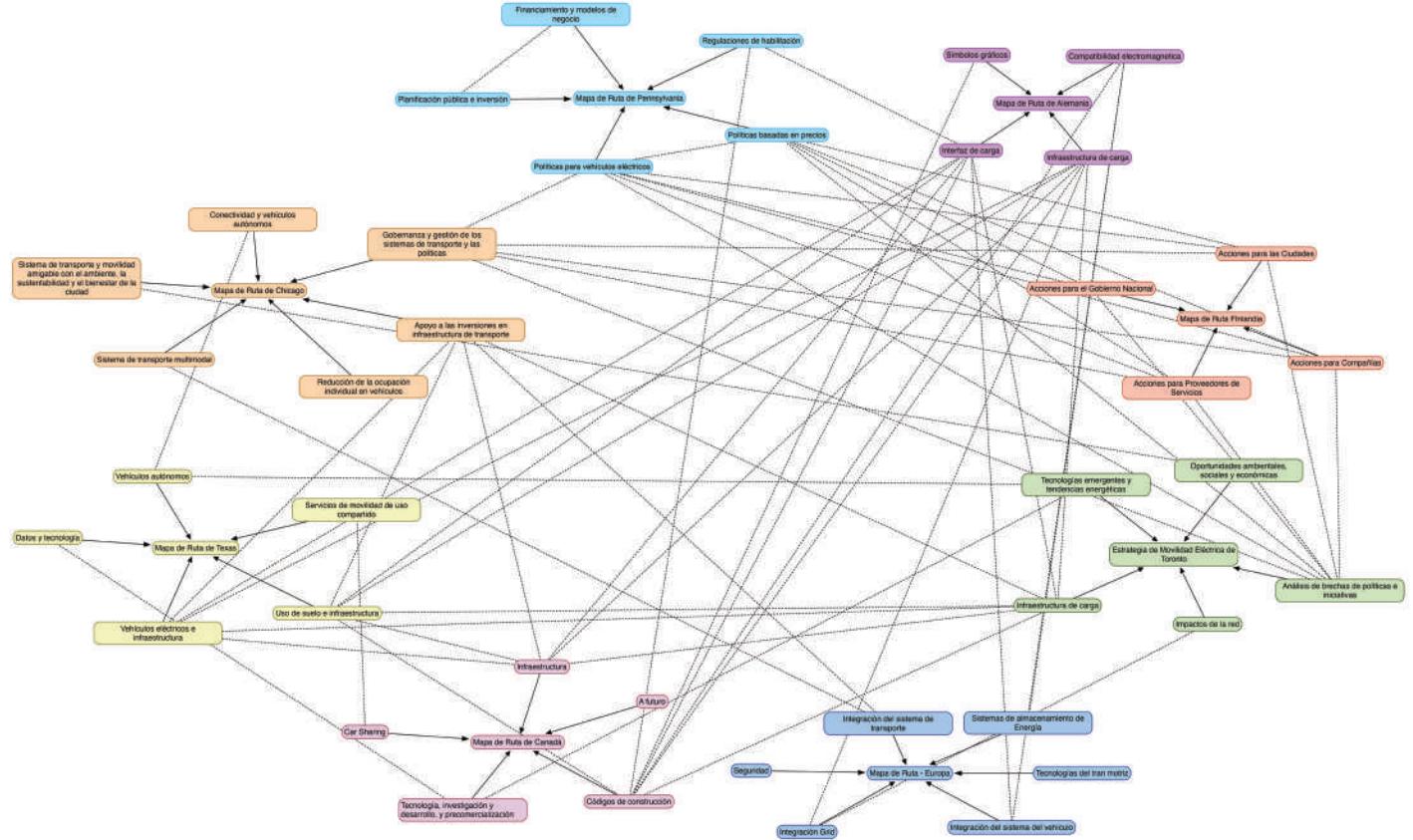
El presente apartado se realiza a partir de la información de los siguientes documentos:

- Mapa de Ruta Europeo (ERTRAC, EPoSS y SmartGrids, 2012)
- Mapa de Ruta de Finlandia (Haahtela & Malinen, 2014)
- Mapa de Ruta de Canadá (EMC, 2016)
- Mapa de Ruta de Texas (Ciudad de Austin y Metro, 2017)
- Estrategia de Movilidad Eléctrica de Toronto (Pollution Probe y The Delphi Group, 2018)
- Mapa de Ruta de Chicago (City of Chicago, 2019)
- Mapa de Ruta de Pennsylvania (Pennsylvania Department of Environmental Protection, 2019)
- Mapa de Ruta de Alemania (Nationale Plattform Elektromobilität, 2020)

En el siguiente grafo se presenta la interacción de los temas principales contenidos dentro de los mapas de ruta revisados. Como es posible observar, existen varios temas de confluencia. Si el análisis se realizará a partir de las propuestas más concretas identificadas dentro de cada uno de los documentos es probable que aumente el conjunto de interacciones ya que, en varios de los casos, las propuestas específicas integran elementos que aparecen en diferentes campos.

Interacción de temas con base en la estructura general de los Mapas de Ruta

Interacción de temas con base en la estructura general de los Mapas de Ruta



Fuente: Elaboración propia con base en (ERTRAC, EPoSS y SmartGrids, 2012) (Haahtela & Malinen, 2014) (EMC, 2016) (Ciudad de Austin y Metro, 2017) (Pollution Probe y The Delphi Group, 2018) (City of Chicago, 2019) (Pennsylvania Department of Environmental Protection, 2019) (Nationale Plattform Elektromobilität, 2020)

Como ya se comentó, los temas que se encuentran contenidos dentro de los mapas de ruta son diversos, dentro del presente segmento se presentan los grandes ejes que sostienen estas propuestas. De esta forma se presentan ejes rectores a partir de los mapas de ruta previamente desarrollados. Bajo esta lógica, es posible identificar estrategias generales y estrategias transversales a partir de las propuestas previamente planteadas en otras estrategias.

Según observamos, es posible considerar como estrategias transversales: las acciones asociadas con el entorno social, las estratégicas financieras y de inversión, los elementos relacionados con la infraestructura, la investigación y desarrollo con un enfoque en la movilidad, los programas de políticas públicas y las oportunidades en materia de medio ambiente.

- Acciones asociadas con el entorno social

Este tipo de acciones resultan recurrentes en varias de las estrategias, si bien, de forma general son integradas dentro de otros rubros, se identifica que la concientización y el impacto son consideradas como pilares necesarios para conformar una estrategia integral.

Estrategias financieras y de inversión

- Estrategias financieras y de inversión

Si bien estas propuestas migran en función del proyecto usuario (transporte público, investigación y desarrollo, infraestructura, etc.), el desarrollo de estas estrategias aparece como uno de los ejes transversales que se encuentran integrados dentro de las propuestas.

- Infraestructura

El tema de infraestructura es altamente recurrente dentro de las propuestas y toma especial relevancia a partir de la relación que existe entre: la movilidad y las vías de comunicación, y la movilidad eléctrica y las estaciones de recarga y tendido eléctrico. Por tanto, dentro de este segmento se consideran dos perspectivas:

- Infraestructura de transporte

Se entiende como las vías de comunicación (calles, avenidas, carreteras, puentes, etc.), así como sistemas logísticos y de paquetería, e iniciativas de transporte público multimodal eficientes.

- Infraestructura de carga y tendido eléctrico orientadas a los vehículos eléctricos

Se hace referencia directa sobre las estaciones de carga tanto públicas como privadas y los mecanismos a partir de los cuales la energía deberá ser distribuida dentro del sistema. Se considera el impacto que la electromovilidad tiene para la disponibilidad de la energía.

- Investigación y desarrollo orientados a la movilidad

Dada la importancia de la investigación y desarrollo para propiciar dinámicas de eficiencia y mejora tanto desde el punto de vista tecnológico como para el diseño de políticas públicas, es utilizada en diferentes partes de las estrategias. Así, las propuestas consideran desde las tecnologías emergentes y las tendencias energéticas, hasta el desarrollo de políticas públicas innovadoras.

- Programas de política pública

Gran parte de las propuestas cuenta con una carga importante enfocada en el desarrollo de políticas públicas que propicien la incorporación del uso de vehículos eléctricos en el entorno. Se consideran elementos que van desde los incentivos financieros y proyectos de investigación, hasta la consolidación de grupos de trabajo o redes de colaboración.

- Oportunidades ambientales

Si bien, las estrategias no consideran dicho punto como un elemento puntual, el trasfondo y la base de cada una de las propuestas establece las necesidades por contar con sistemas de movilidad amigables con el ambiente. Resulta de tal importancia dicho elemento que puede considerarse como uno de los fundamentos principales de cada estrategia.

Si bien, las estrategias transversales definen los elementos incluidos dentro de la mayoría de las propuestas, existen otro tipo de estrategias que, en diferente medida, se encuentran incluidas dentro de los diferentes documentos. Aquí presentamos de forma breve aquellas que pueden integrarse a partir de los mapas de ruta revisados son:

- Sistemas de almacenamiento de energía

Se consideran elementos relacionados con las baterías. Se pone especial énfasis en desarrollar una estructura donde, a partir del desarrollo científico, se desplieguen elementos de consolidación del sistema. Se plantean organismos diseñados para el desarrollo de pruebas y la implementación de mecanismos de reciclado.

- **Tecnologías del tren motriz**

Se enfoca en elementos de desarrollo tecnológico de motores. Pone especial atención en la generación de motores eficientes e integrados, que potencien sus capacidades a través del aprovechamiento de las nuevas tecnologías.

- **Integración del sistema del vehículo**

Se centra en lograr una integración optimizada y eficiente de los elementos que componen en vehículo, con ello se espera potenciar las capacidades, aprovechar los avances relacionados con la tecnología de materiales y fortalecer los sistemas a través del diseño.

- **Integración de la red eléctrica “Integration Grid”**

Se procura que el sistema se ajuste a las nuevas necesidades tecnológicas. Se consideran elementos estructurales, sin embargo, es posible notar el abordaje en temas de infraestructura, aspectos regulatorios y estandarización.

- **Seguridad**

Se enfoca en que los vehículos eléctricos cuenten con un sistema de seguridad integral que incluya las mejores prácticas y considere los cambios tecnológicos actuales y futuros en torno a la electromovilidad.

- **Integración del sistema de transporte**

Se enfoca en aprovechar la electromovilidad en los sistemas de transporte públicos de forma óptima y eficiente.

- **Acciones para el gobierno nacional y local**

Este tipo de acciones se enfocan en propiciar que el entorno cuente con los mecanismos adecuados para la inclusión de la electromovilidad. De esta manera considera desde elementos de comunicación hasta logística, adquisición de equipo y legislación.

Acciones enfocadas en las compañías

La estrategia se enfoca en propiciar la aceptación de la nueva tecnología dentro de las empresas. Para ello se incide desde el punto de vista de la sustentabilidad, la compra de los vehículos, la importancia de la infraestructura de carga y a partir de estrategias de incorporación de los vehículos eléctricos en el transporte público para los trabajadores

- **Acciones enfocadas en los proveedores de servicios**

Se enfoca en integrar una estructura de paquetería y logística con base en la incorporación de vehículos eléctricos

- **Ansiedad por el rango**

Se mantiene la tendencia social por la ansiedad del rango del vehículo eléctrico como barrera para la incorporación de los vehículos eléctricos a la sociedad

- **Auto compartido "Car Sharing"**

Dado que algunos de los documentos cuentan con un enfoque de movilidad robusto los proyectos de vehículos eléctricos compartidos cobran relevancia como una estrategia para hacer más eficientes las actividades de movilidad en los espacios

- Reducción de la ocupación individual

Como uno de los mecanismos para avanzar en la consolidación de sistemas de movilidad más ágiles se considera la importancia por impulsar iniciativas de reducción de la dependencia de uso del automóvil por un solo usuario y propiciar su migración a transportes públicos amigables con el ambiente

- Normatividad de construcción

Si bien estos elementos son considerados dentro de varias de las propuestas de forma independiente, en otras son integrados como elementos propios de la infraestructura. La lógica se centra en la modernización de la normatividad, el manejo de estándares adecuados al cambio tecnológico y el establecimiento de códigos de construcción claros

- Incorporación de sistemas de pago

Los sistemas de carga tanto públicos como privados requieren de nuevas estrategias de pago de servicios de energía. Este punto pretende incorporar tanto las estrategias de investigación como las propuestas de pago de servicios de los diferentes documentos

- Vehículos autónomos

Algunas de las estrategias consideran la posibilidad de ajuste del sistema a los cambios futuros de la tecnología automotriz. La importancia por implementar sistemas integrales que permitan la carga de los vehículos y el aprovechamiento de las comunicaciones se observa como un elemento fundamental para afrontar las tendencias a futuro

- Información y datos

Se observa la importancia por la disponibilidad de datos para el intercambio de información y monitoreo de las actividades de movilidad. Dentro de este punto se realizan consideraciones de estandarización de la información y la importancia por la privacidad

- Apertura a nuevos modelos de negocio

Se considera que las nuevas tecnologías vienen acompañadas de nuevas estrategias y modelos de negocio, es por ello por lo que tener apertura a nuevas propuestas se observa como una estrategia útil para la consolidación de las actividades

- Impulsar el uso de Estándares

La importancia por asegurar el correcto comportamiento de la movilidad a partir de vehículos eléctricos implica la necesidad de impulsar la identificación, consolidación y aplicación de estándares asociados con los vehículos eléctricos

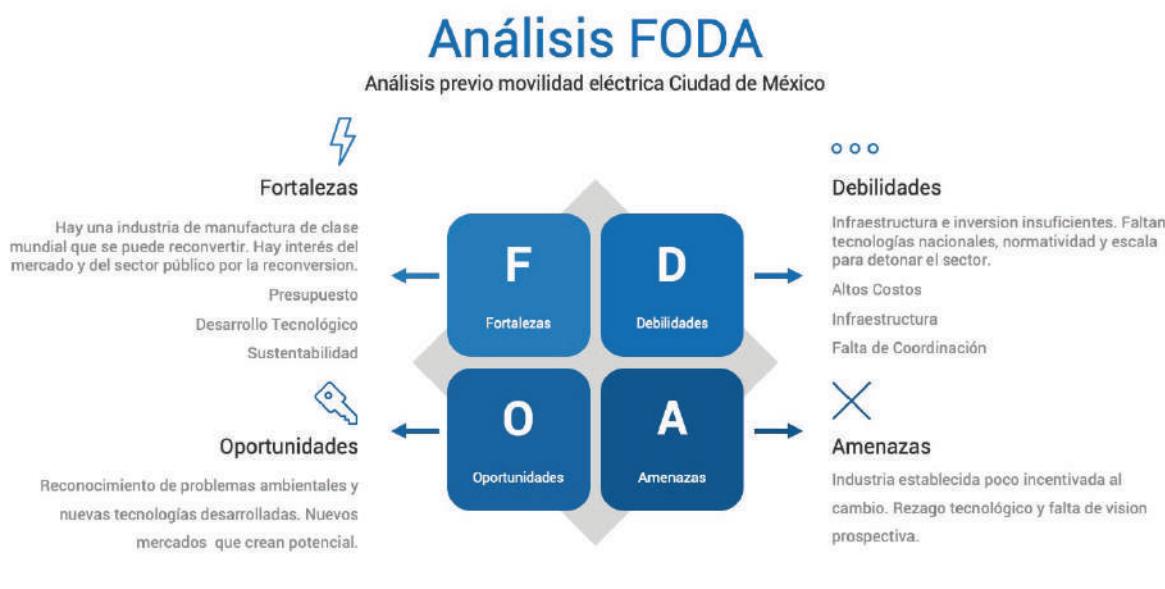
ENTORNO ESTRATÉGICO

La intención de este documento se concentra en propiciar la integración de los diferentes actores relacionados con la movilidad con la intención de consolidar una estrategia de largo alcance para incidir en la incorporación de la electromovilidad en la Ciudad de México.

El mapa de ruta al ser un documento en construcción se nutre tanto de la experiencia como de los conocimientos del grupo de trabajo. Su metodología permite integrar los puntos de vista y por tanto esbozar el estado dentro del que se desarrollarán las propuestas. Durante el presente ejercicio se contó con una participación proactiva que desembocó en el diseño de propuestas viables que repercutirán en la mejora de la Ciudad de México, tanto desde el punto de vista económico, como de investigación y desarrollo, y de bienestar social.

A partir de un análisis FODA que previamente se había desarrollado para la Ciudad de México en el tema de movilidad eléctrica (Knoware, 2019b), se realizó una primera aproximación a la situación de la urbe. El grupo de trabajo del presente mapa de ruta realizó la revisión de los puntos integrando elementos de valor que permitieran contar con una descripción aún más clara de la situación de electromovilidad de la entidad.

Análisis FODA para la Ciudad de México



Hub de Electro-Movilidad - CdMx



Fuente: Elaboración propia

Como es posible observar, la Ciudad presenta diversos retos con relación a la electromovilidad, sin embargo, también cuenta con capacidades que pueden alinearse para la concreción de una estrategia como la que aquí se presenta.

La importancia por la identificación de dichas características de la Ciudad se relaciona con la necesidad de orientar las propuestas de Hitos y Proyectos hacia la maximización de las fortalezas y oportunidades y que a su vez se minimicen los efectos de las debilidades y las amenazas.

Otro de los elementos que se estableció como restricción para el desarrollo tanto de los Hitos como de los Proyectos se relacionó con la presencia de impactos positivos y negativos relacionados con la integración de la TechCast, (2014e) que pudieron revisarse previamente en este documento. Así, los impactos positivos y negativos pudieron concentrarse en puntos de alto valor para la definición de la estrategia.

Principales impactos positivos y negativos considerados por el grupo de trabajo del mapa de ruta

Impactos

Positivos

Beneficios a la salud

- Vehículos compatibles con vida urbana
- Elección de fuentes de energía

Negativos

Fondos reducidos para infraestructura (reducción de consumo de petróleo)

- México pierde su base económica (automotriz)

Fuente: Elaboración propia

Como elemento de ajuste sobre las prioridades para generar una propuesta estratégica con una perspectiva de futuro, uno de los elementos fundamentales se relacionó con la identificación de las Áreas de Innovación Objetivo (AIO). Para su integración fue considerado el análisis sobre la cadena de valor previamente expuesto dentro del presente documento y se realizaron los ajustes y las adecuaciones pertinentes en función de los comentarios de los participantes. Dicha asignación de áreas fue ponderada con la intención de identificar la prioridad sobre las que se debían establecer los proyectos.

Áreas de Innovación Objetivo planteadas por el grupo de trabajo del mapa de ruta

Posición	Área de Innovación Objetivo	Ponderación del grupo
1	Transporte público	19%
2	Reconversión de Vehículos	12%
3	Baterías Aumentan Capacidad de Vehículo	12%
4	Manufactura (aumento de capacidades)	11%
5	Estaciones de Carga Pública	11%
6	Política pública y Normatividad	9%
7	Medio Ambiente / Economía Circular	8%
8	Software / Smart Vehicle / Sensores	7%
9	Electrónica de Potencia	6%
10	Aumento de rango / extensión	5%

Fuente: Elaboración propia

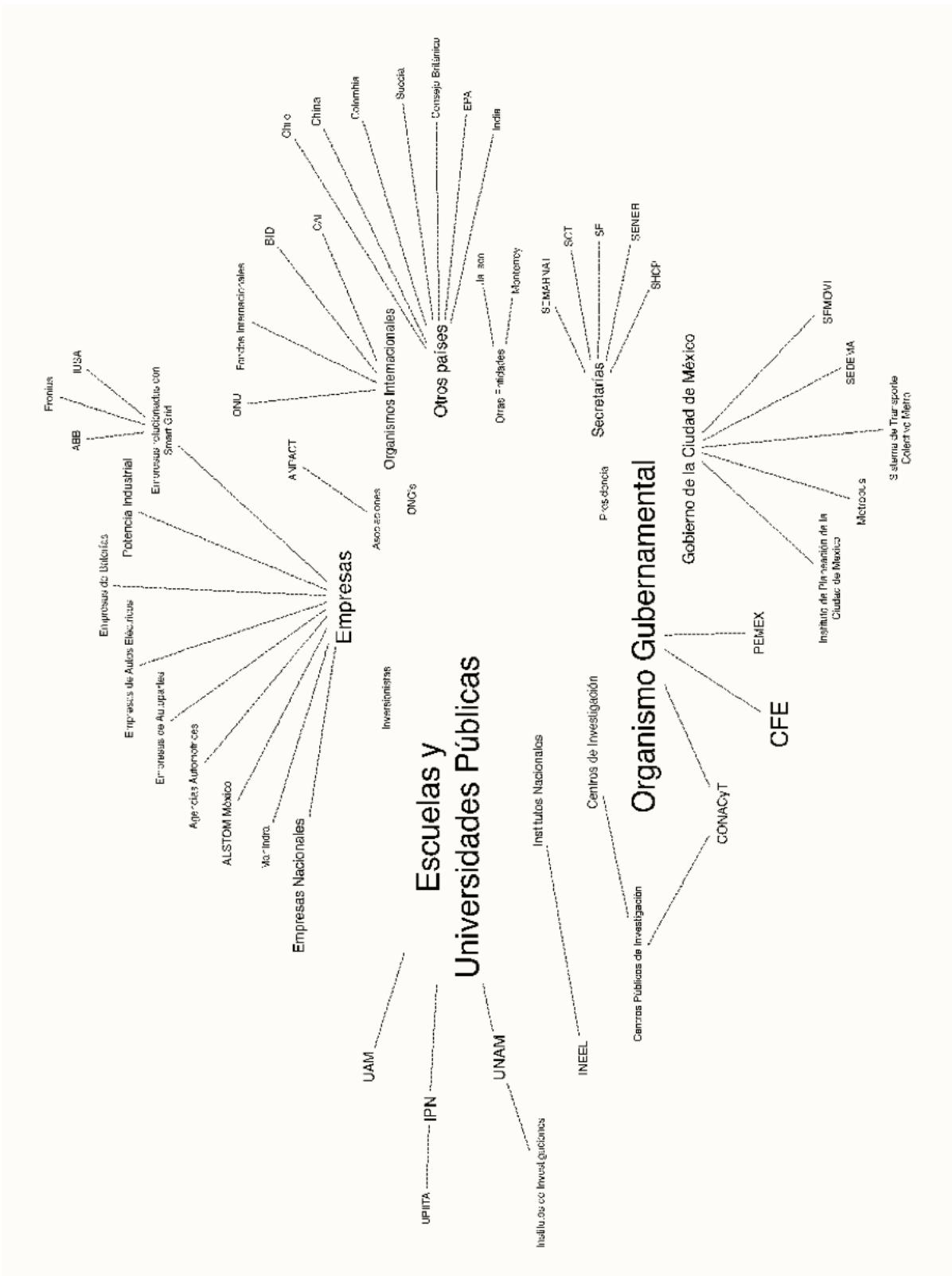
Dado el impacto que se espera tener dentro de los Hitos y Proyectos del mapa de ruta, se definió la ponderación y las áreas a considerar.

Áreas de Innovación Objetivo principales planteadas para el diseño del mapa por el grupo de trabajo

Posición	Área de Innovación Objetivo	Ponderación del grupo
1	Transporte público	26%
2	Baterías	16%
3	Estaciones de Carga Públicas	16%
4	Conversión de vehículos	15%
5	Manufactura	15%
6	Política pública	12%

Fuente: Elaboración propia

El grupo del mapa de ruta también identifica otros agentes que pueden ser aliados para la consolidación de las metas. Dichos actores, que pertenecen a distintos segmentos del ecosistema de innovación, son parte fundamental del entorno estratégico de la presente ruta hacia la electromovilidad.



MAPA DE RUTA ELECTROMOVILIDAD

Descripción

Un Mapa de Ruta es un documento en evolución que se construye a través de tiempo. El objetivo del presente trabajo se alinea con los intereses de la Ciudad de México para el impulso de la electromovilidad. Se tienen diferentes actividades en la ciudad con la intención de alinear las expectativas que se tienen a corto y largo plazo.

Este esfuerzo se consolida con la participación de expertos para avanzar en el desarrollo de un Mapa de Ruta de Electromovilidad práctico, sólido y de alto valor e impacto. Para algunas líneas del proyecto existe la posibilidad de consolidar Sub-Mapas que se encuentren empatados con la presente iniciativa con la intención de propiciar un mayor nivel de impacto.

La intención del presente ejercicio se centra en el desarrollo de una prospectiva para la construcción de futuros que se conformará a partir de un análisis de tendencias. Dicho análisis se integrará con la recopilación de los puntos de vista de los expertos invitados y a partir de las tendencias documentales sobre electromovilidad disponibles. Así, el esfuerzo se convertirá en un ejercicio que identifique tendencias deseables para la Ciudad de México a través de acciones puntuales y una visión conjunta del futuro al que podemos aspirar.

Es indudable que el tema de vehículos eléctricos será un tema importante para el futuro. La cadena de valor se presenta como una primera aproximación en la que podemos identificar los grandes grupos de incidencia: las materias primas, la manufactura de baterías, el ensamblaje de los módulos de baterías y la manufactura de los vehículos eléctricos. Además, se considera el reciclado de los componentes (particularmente en el tema de metales), los servicios y los procesos de venta y comercialización de vehículos eléctricos. Si bien la Ciudad de México no trata directamente algunos de los temas, se debe entender que forma parte del país y que es a partir de ello que debe integrarse el análisis con la intención de que se conforme un documento de alto valor e impacto.

Metodología general para el desarrollo del Mapa de Ruta.

La metodología de elaboración de Mapas de Ruta Tecnológica permite crear planes estratégicos en áreas prioritarias para la Ciudad de México, a partir de la construcción colaborativa de escenarios futuros por especialistas y actores clave de la academia, empresas, gobierno local y gobierno federal, que conformaron el Grupo de confianza, para la elaboración de este Mapa de Ruta de Electromovilidad de la Ciudad de México, con un horizonte de trabajo al 2030.

Los especialistas, a través de herramientas interactivas, definieron a partir de un análisis de la cadena de valor de la electromovilidad, cuáles son las áreas de mayor impacto en la Ciudad de México, tanto desde la perspectiva de capacidades, como los temas que pudieran resultar en mayores ventajas para la ciudad. Además de las aportaciones dirigidas por las herramientas de colaboración, se abrieron diversos foros de discusión para la participación abierta de los integrantes en aquellos aspectos que el mismo grupo consideraba relevantes para profundizar.

De conformidad con la metodología para el diseño y estructuración del Mapa de Ruta, el Grupo de Confianza apoya la exploración, con su visión individual y colectiva, aportando libremente en varios niveles, tales como:

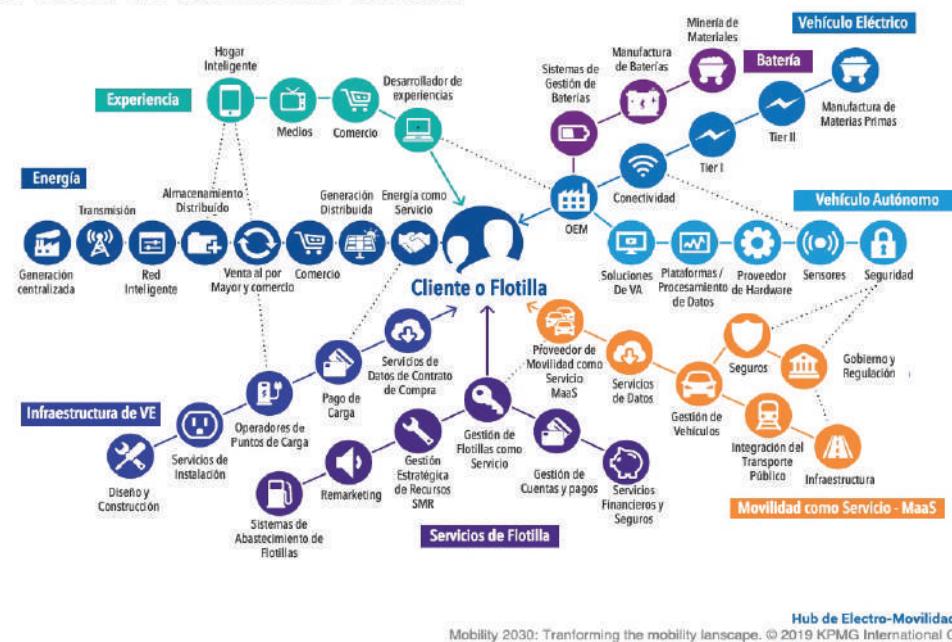
- Prospectiva de los escenarios globales y análisis de situación. Toda la información recopilada: (de los capítulos previos) se le presentó al grupo de confianza como soporte, Enfocada a los escenarios que grupos internacionales de expertos han señalado como posibles, y al espacio donde se desarrollarán las iniciativas digitales y las Industrias creativas.
- Asignación de prioridades. Los participantes aportan su valoración de prioridad sobre las premisas expuestas durante la conformación del mapa de ruta.
- Evaluación FODA. Los participantes analizan los factores controlables como fortalezas y debilidades, así como los no controlables como oportunidades y amenazas, bajo una metodología que las hace visibles.
- Identificación de retos. Los participantes realizan el ejercicio de definir retos, que darán lugar a mapas causales. De los hallazgos o exploraciones, se puede identificar algunos hitos o retos fundamentales, y eventuales proyectos que conducen a su logro.

Asimismo, para apoyar los trabajos del Grupo de Confianza en la formulación de opiniones y debates, con el Mapa de Ruta como instrumento, se prepararon bases de información que analizan las diferentes clasificaciones internacionales sobre los temas relacionados a la Electromovilidad en México y el mundo.

Cadena de Valor

Al desplegar la cadena de valor contamos con una cadena aún más rica en información, aquí podemos identificar elementos asociados con: la conformación de los vehículos eléctricos, elementos asociados con los vehículos autónomos, la digitalización de los sistemas, la energía desde el punto de vista de la forma como se crea, se dispone y se distribuye; al igual que las cadenas asociadas con los servicios que van desde la infraestructura de puntos de recarga, servicios de datos, servicios logísticos y el concepto de movilidad como servicio (transporte, seguros, gobierno y regulación, entre otros).

Cadena de Valor de Electromovilidad



Hub de Electro-Movilidad - CdMx Mobility 2030: Transforming the mobility landscape. © 2019 KPMG International Cooperative ("KPMG International").

A partir de dicho despliegue se analiza la producción científica asociada con los nichos identificados y se muestran los temas que resultan más relevantes para la Ciudad de México.

Cadena de Valor de Electromovilidad

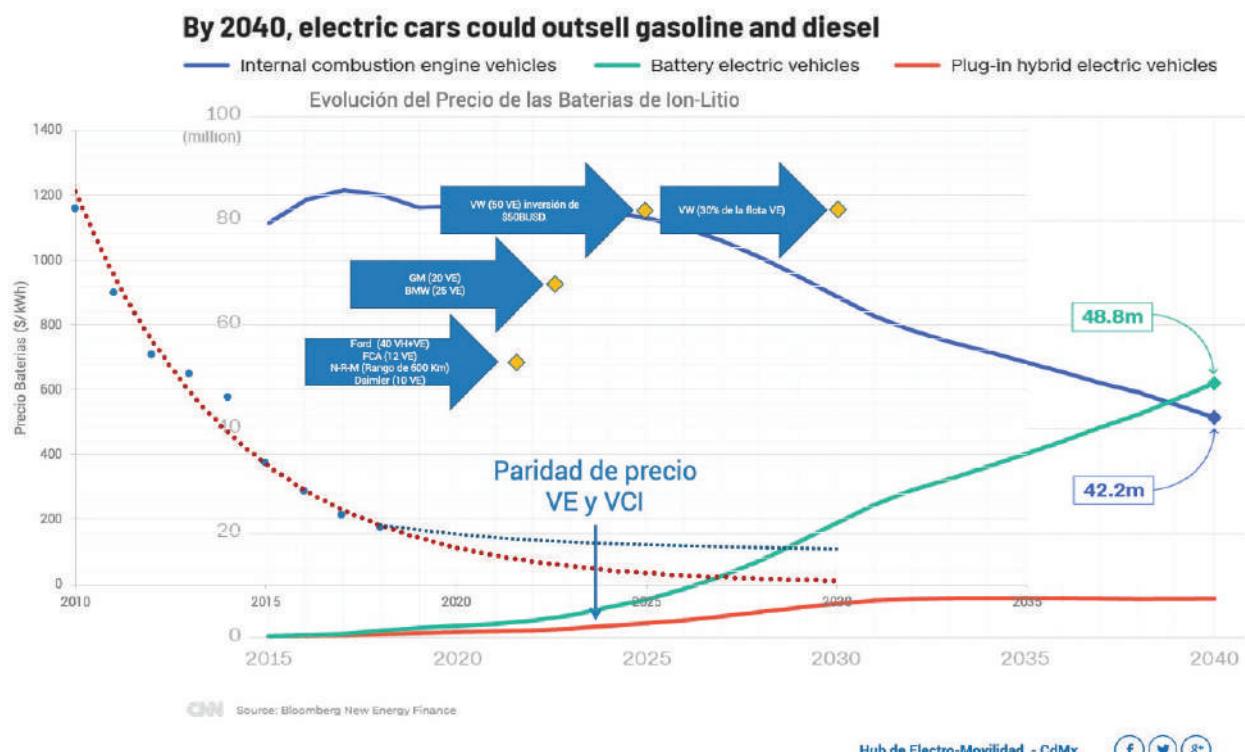


Hub de Electro-Movilidad - CdMx Mobility 2030: Transforming the mobility landscape. © 2019 KPMG International Cooperative ("KPMG International").

Observando el ecosistema global de vehículos eléctricos en el mundo notamos la forma como se distribuyen las empresas según los diferentes países y cómo se encuentran consolidadas las alianzas entre las empresas. A partir de ello, es posible notar que el tema en electromovilidad se encuentra avanzando a gran velocidad y, por tanto, las acciones asociadas con este tipo de tecnología requieren desplegarse de forma rápida. De esta manera, para la conformación de una estrategia de alto impacto, es necesario desarrollar un planteamiento integral que vaya desde elementos de concepción de la innovación, hasta su incursión en el mercado, considerando procesos de gestión, financiación, evaluación y revisión de cada uno de los puntos. Indudablemente las alianzas funcionan como un eje rector de las actividades y son necesarias para un proyecto de este nivel.

Evolución del precio de las baterías

Por otro lado, si observamos la evolución del costo de las baterías, notamos que su tendencia histórica ha bajado a través del tiempo y que tienen la posibilidad de llegar a ser componentes con la capacidad de competir con las tecnologías tradicionales. Igualmente, notamos la forma como las empresas pronostican la incursión de estas nuevas tecnologías en el mercado.



Los expertos internacionales esperan que las dinámicas de las ciudades cambien: que exista un incremento en servicios de movilidad, en el uso de alternativas como caminar o bicicletas, la disminución en el uso del auto y la implementación de tecnologías digitales en el sistema.

Otras tendencias clave, necesarias para la conformación de un proyecto integral se relacionan con: la urbanización, los precios de energía, la población envejeciendo, el estilo de vida de los jóvenes, los motores más eficientes, la inversión en sistemas alternativos de energía, el crecimiento en entregas urbanas, la planeación de transporte urbano, el desarrollo del transporte público, el desarrollo de tecnologías de información y comunicaciones y el comercio electrónico y el teletrabajo.

Tendencia empresarial a futuro

La electromovilidad también puede percibirse en la tendencia de las empresas de vehículos para la consolidación de sus actividades a futuro. Si se observan las dinámicas de desarrollo tecnológico de las empresas entre 2012:

Fabricante	Tecnología												Car Sharing	Mobi Serv	Multi modality
	Bat	ME	EP	PHEV	EV	EVD	EBIKE	ESCO	HW	SW					
Daimler	⌚	⌚		→ SOON	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚		⌚		⌚	⌚
Tesla	⌚														
Renault-Nissan	⌚	→ SOON			⌚	⌚						⌚	→ SOON	⌚	⌚
PSA				→ SOON	⌚	⌚	⌚	⌚						⌚	⌚
Toyota	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	→ SOON			⌚				⌚	
Bolloré	→ SOON	⌚					⌚							→ SOON	
BMW		→ SOON	⌚	⌚		⌚			⌚	⌚	⌚				
Volkswagen	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	→ SOON	⌚	⌚
GM	⌚	→ SOON	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	→ SOON				
BYD	⌚	⌚		⌚	⌚	⌚						⌚		⌚	
Better Place						⌚						⌚		→ SOON	
RWE					⌚	⌚						⌚	⌚	⌚	⌚
SBB				⌚	⌚	⌚						⌚	⌚	⌚	⌚

Hub de Electro-Movilidad - CdMx



y 2020, es posible notar que existe una incursión palpable en temas de vehículos eléctricos. Las empresas representan un eslabón necesario para propiciar la consolidación de estas nuevas tecnologías en el país.

Fabricante	Tecnología												Car Sharing	Mobi Serv	Multi modality
	Bat	ME	EP	PHEV	EV	EVD	EBIKE	ESCO	HW	SW					
Daimler	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	→ SOON	⌚		⌚	⌚	⌚	⌚
Tesla	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚		⌚	⌚	⌚	⌚
Renault-Nissan	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚		⌚	→ SOON	⌚	⌚
PSA	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚		⌚		⌚	⌚
Toyota	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚				⌚	
Bolloré	→ SOON	⌚				⌚								→ SOON	
BMW		→ SOON	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚		⌚		⌚	⌚
Volkswagen	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	→ SOON	⌚	⌚
GM	⌚	→ SOON	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚	⌚			
BYD	⌚	⌚		⌚	⌚	⌚						⌚		⌚	
Better Place					⌚							⌚		→ SOON	
RWE					⌚	⌚						⌚	⌚	⌚	⌚
SBB				⌚	⌚	⌚						⌚	⌚	⌚	⌚

Hub de Electro-Movilidad - CdMx



Identificación de Fortalezas

Este análisis se hizo a través de una herramienta participativa que permitía que los miembros del grupo de confianza aportaran sus contribuciones de forma anónima y abierta.

Con la intención de empatar estas dinámicas con la Ciudad se desarrolló un análisis FODA específico para la Ciudad de México. En este ejercicio se observa que contamos con fortalezas como la disponibilidad de una industria de manufactura de clase mundial con la capacidad de reconvertirse y que hay un interés del mercado y del sector público por propiciar dicha reconversión. Como oportunidades observamos que existe un reconocimiento de los problemas ambientales, así como de las nuevas tecnologías desarrolladas y la consolidación de nuevos mercados potenciales. Incluir la siguiente oración:

Fortalezas para implementar proyectos de vehículos eléctricos en la Ciudad de México - Acotado al tema de innovación para la electromovilidad en la Ciudad de México. Aspectos positivos que pueden modificar el bienestar social. (Se intenta omitir aspectos como la movilidad en la CdMx).

Fortalezas para implementar proyectos de VE en CdMx

 Mentimeter



Identificación de Debilidades

Debilidades para implementar proyectos de vehículos eléctricos en la Ciudad de México

Como debilidades se identificaron elementos de infraestructura y de inversión insuficientes, así como la falta de tecnologías nacionales, normatividad y escala para detonar el sector, mientras que como amenazas se observa una industria poco incentivada al cambio, un rezago tecnológico y una falta de visión prospectiva.

Debilidades para implementar proyectos de VE en CDMX

 Mentimeter



Amenazas

Algunas de las amenazas identificadas por el grupo de confianza son:

El sistema de transporte actual tiene sindicatos y estructura rígida (obstáculos administrativos) resistencias de las rutas ante el cambio

Existe desconocimiento de la tecnología e incertidumbre sobre la tecnología, lo cual impacta en altos costos de financiamiento e incertidumbre en la implementación (ej. seguros)

El financiamiento se encuentra en un proceso de maduración y es un cambio generacional de asociado con la tecnología; se observa aversión al riesgo

Nacionalmente sí hay tecnología, sin embargo, no hay conocimiento sobre la tecnología.

El tema de normatividad es importante y aún no se encuentra considerado de forma amplia. La generación de normas adecuadas puede incentivar los cambios y conformar un plan de mayor valor. Otros países sí cuentan con estos elementos normativos. En el caso de México la carencia de dicho elemento limita el consumo.

La estrategia normativa fue propuesta en el senado, sólo que no ha logrado consolidar su evolución. La propuesta la realizó SEMARNAT, pero aún falta por participar SENER.

Impactos de la Electromovilidad para la Ciudad de México

Impactos positivos para la Ciudad de México. La capacidad de elegir fuentes de energía, vehículos compatibles con la vida urbana, beneficios en la salud, etcétera.

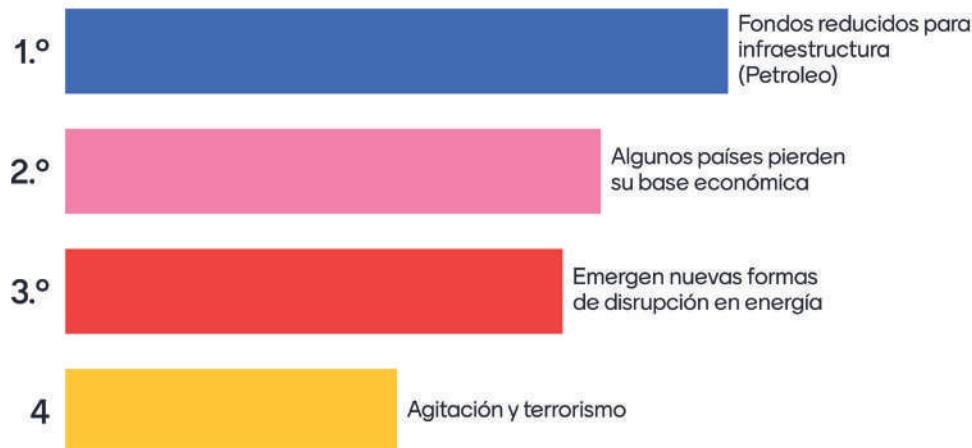
Prioriza los impactos positivos para México

Mentimeter



Prioriza los impactos negativos para México

Mentimeter



18
1

Identificación de Áreas de Innovación Objetivo (AIO)

Se presentan las áreas identificadas por TechCast, así cada una de las tendencias requieren ser evaluados según las capacidades de innovación y capacidades de implementación.

Mejoras tecnológicas Vehículos Eléctricos. Cada uno de los nichos tecnológicos se analizaron y se revisó la capacidad que tiene la Ciudad para implementar dicha tecnología. Esta metodología permite definir desde la perspectiva del grupo de confianza, cuales son los nichos tecnológicos más relevantes para enfocarse en la Ciudad de México.

Mejoras Tecnológicas VE

Mentimeter

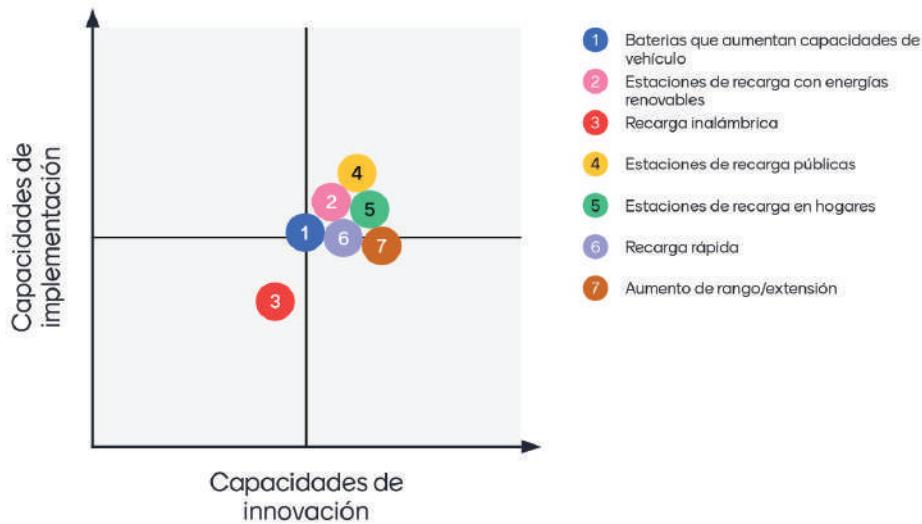


17
1

Infraestructura de recarga. Cada una de las Áreas de Innovación Objetivo se analizan para asignar una prioridad respecto a la capacidad de implementación en la Ciudad de México y las capacidades de innovación. Esto permite enfocarse en los nichos con mayor oportunidad para ser desarrollados en el ecosistema de innovación de la ciudad.

Infraestructura de Recarga

Mentimeter



De la cadena previamente desarrollada quedan enfocadas las AIOS con relación a las cadenas de valor. Dichas áreas serían:

- La cadena de fabricación (Materias primas, proveedores, conectividad, baterías, minería, gestión de paquetes, etc.)
- La cadena de infraestructura (recarga, operadores, pagos servicios, etc.)
- Temas de movilidad (regulación, gobierno, etc.)
- Cuestiones digitales en el automóvil (software, sistemas digitales, etc.)
- Vehículos inteligentes (sensores, seguridad, plataformas etc.)

Las 9 áreas de innovación objetivo que se observan para definir el Mapa de Ruta son:

- Smart vehicle - software
- Sensores
- Manufactura
- Estaciones públicas
- Aumento de rango extensiones
- Baterías que aumentan capacidades de vehículo
- Transporte público
- Medio ambiente sustentabilidad economía circular
- Reconversión de vehículos

Priorización de Áreas de Innovación Objetivo

Podemos considerar muchos temas prioritarios, pero debido a que los recursos y capacidades son finitos es necesario definir prioridades, es por ello que se requiere concentrar los enfoques en puntos prioritarios y dejar las siguientes AIO para una segunda aproximación del mapa. Se consideran que los temas prioritarios llegarían a políticas públicas, mientras que los demás quedarían en espera.

El grupo acordó la siguiente distribución, se considera el orden de aparición ya que se tomarán como propuestas centrales las primeras 6:

1. Transporte público
2. Reconversión de vehículos
3. Baterías aumentan la capacidad del vehículo
4. Manufactura (aumento de capacidades)
5. Estaciones de carga pública
6. Política pública / Normatividad
7. Medio ambiente / Economía circular
8. Software / Smart Vehicle / Sensores
9. Electrónica de potencia
10. Aumento de rango / extensión

100 points

Mentimeter



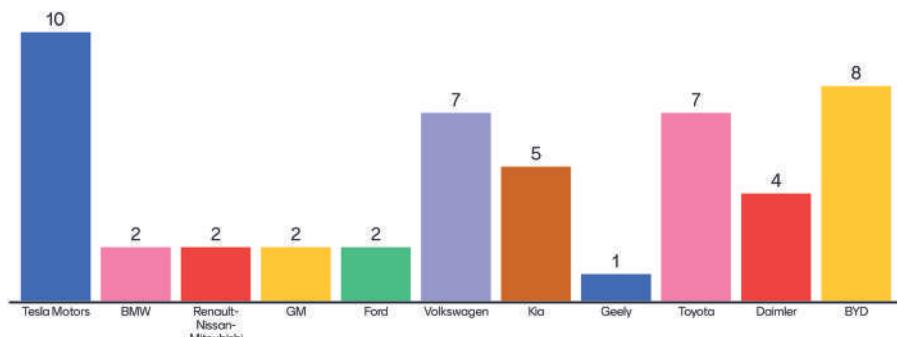
Asociaciones potenciales para el desarrollo de la Electromovilidad

Una vez definidas las Áreas de Innovación Objetivo prioritarias, se solicitó al grupo de confianza priorizar las alianzas estratégicas potenciales para el desarrollo de estos temas. ¿Con quién podríamos asociarnos para Vehículos Eléctricos?

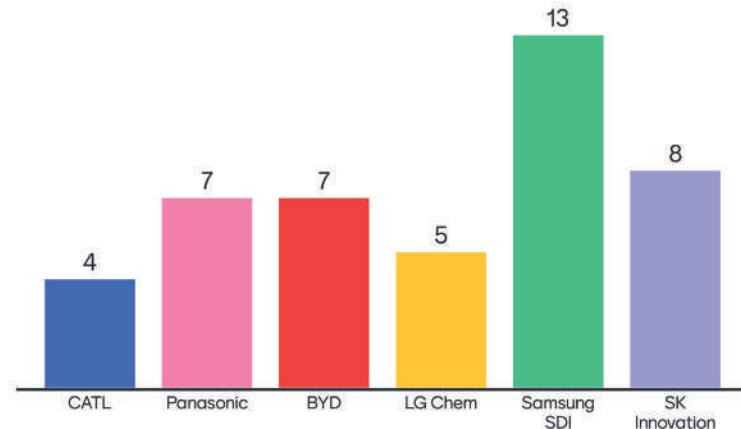
26

¿Con quien podríamos asociarnos para VE?

Mentimeter



¿Con quien podríamos asociarnos para Baterías?



Alianzas estratégicas

Empresas, países, agencias, etc. Aquellas que consideran que son relevantes para el cumplimiento de dichos objetivos. Algunos aliados identificados dentro del esquema realizado son:

- INEEL
- Mahindra
- Pemex
- CFE
- UNAM
- IMPN
- UAM
- STCM
- SEMOVI
- CONACyT
- EPA
- SEDENA
- Potencia Industrial
- ALSTOM México
- CAF
- BID
- ONU
- UPIITA
- SE
- SENER
- SCT



Factores Clave para el Mercado, el Gobierno y la Sociedad

Los impulsores de la propuesta (mercado, gobierno y sociedad)

Dentro del Mapa de Ruta, por sus características, estos serían los impulsores para lograr el posicionamiento de estrategias de alto impacto. Se describen de forma general los primeros resultados observados.

Mentimeter

Factores Clave para Mercado

- Oferta
- Precio
- Financiamiento
- Demanda
- Rentabilidad
- Utilidad
- Precios
- Costos
- Distribución



27
Person

Mentimeter

Factores clave para Gobierno

- Normatividad
- Eficiencia
- Regulación
- Beneficio social
- Políticas públicas
- Inversión
- Financiamiento
- Costo
- Lineamientos



24
Person

Factores clave para la sociedad:

- Seguridad
- Eficiencia
- Comodidad
- Precio
- Financiamiento
- Confiabilidad
- Salud

Mentimeter

Factores Clave para Sociedad



24

Identificación de Retos

Como siguiente estrategia para la estructuración del Mapa de Ruta, será importante identificar los retos a partir de las áreas de innovación objetivo, para ello se tomarán tanto los impulsores, como los elementos a maximizar y minimizar; como ejes para la consolidación de atención del reto y sus soluciones.

Para cada uno de los segmentos por analizar se muestran los principales retos identificados dentro de la bibliografía con la intención de que, a través de su discusión se ajusten a las características de la Ciudad de México.

Mentimeter

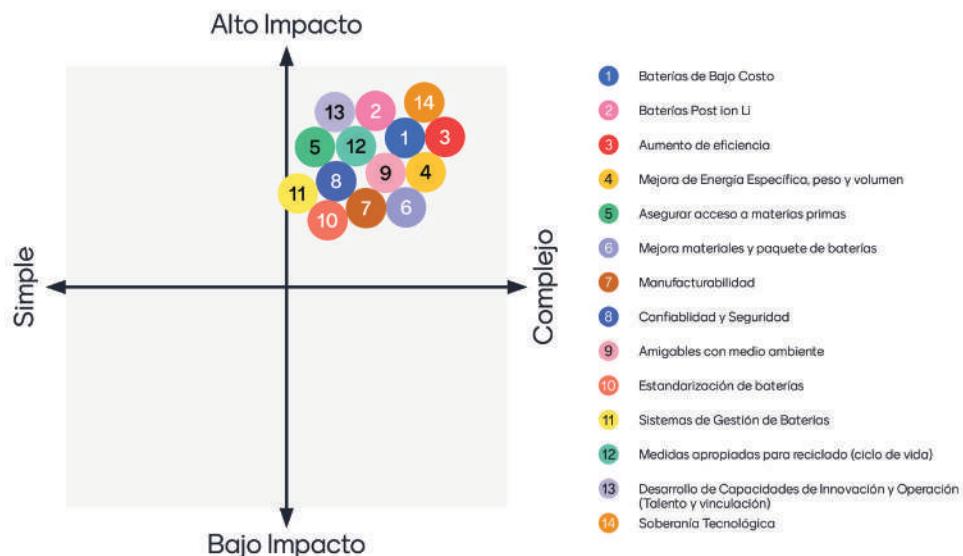
Retos: Transporte público



17

- Falta de información sobre ventajas y desventajas de los vehículos eléctricos
- Rango y limitaciones de potencia para transporte público eléctrico (e-buses)
 - Diseño de autobuses de pasajeros de alta capacidad y alto rango (mayor a 100km)
 - ¿Cómo extender el alcance de los vehículos de transporte público?
- Problemas de diseño en e-buses
- Sistemas desarticulados y mercado limitado
- Altos costos de inversión
- Falta de opciones de financiamiento
- Dificultades de interacción entre los fabricantes y las ciudades
- Falta de planes para remover el parque actual
- Infraestructura de carga para e-Buses
- Desarrollo de capacidades de innovación y operación, desde formación de talento y vinculación academia industria.

Retos: Baterías



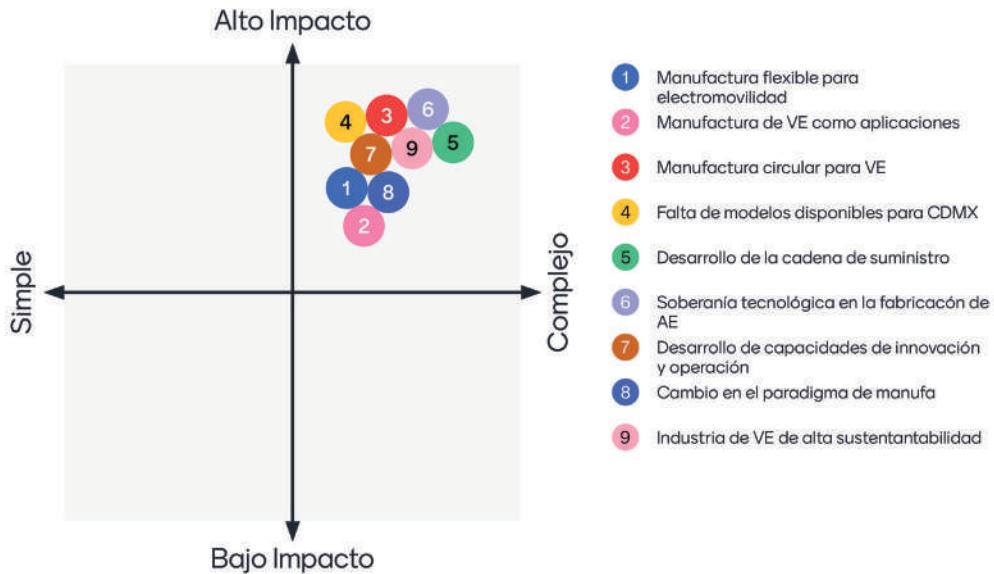
- Baterías de bajo costo (ref. 2020: 200USD/KWh)
- Baterías post – ionLi
- Aumento de eficiencia en baterías
 - Diseño óptimo para vehículo
 - Servicios de movilidad inteligente
 - Sistemas de renta
 - Otros medios externos
- Medidas para mejorar la Energía Específica Gravimétrica (GSE), disminución de peso y volumen. Actualmente en el orden de 200-250 Wh/kg
- Asegurar acceso a materias primas
- Medidas apropiadas para reciclado
- Mejoras en materiales y en paquete de baterías (más del 50% del peso de un paquete son componentes no activos)
 - Cableado
 - Circuitos electrónicos de control
 - Componentes de acondicionamiento
- Manufacturabilidad de baterías y de los paquetes de baterías
- Aumento de confiabilidad y seguridad
 - ¿Cómo hacer a las baterías más seguras?
 - Emergencias y reparación Seguridad
 - Manejo de alto voltaje
 - Estándares de emisiones de campo magnético (frecuencias superiores a 50Hz)
- Alto desempeño (ciclos de descarga profunda)
 - Extensión de la vida de las baterías
 - Ampliar rango de temperatura de operación
- ¿Cómo hacer baterías más amigables con el medio ambiente?
 - Recycling ready design
 - Investigación en el ciclo de vida de las baterías
- Sistemas de Gestión de Baterías
- Estandarización de baterías
 - Empacado inteligente
 - Estándares de evaluación, pruebas y confiabilidad
- Soberanía tecnológica en la fabricación de baterías
- Desarrollo de capacidades de innovación y operación, desde formación de talento y vinculación academia industria

Retos: Estaciones de Carga Pública



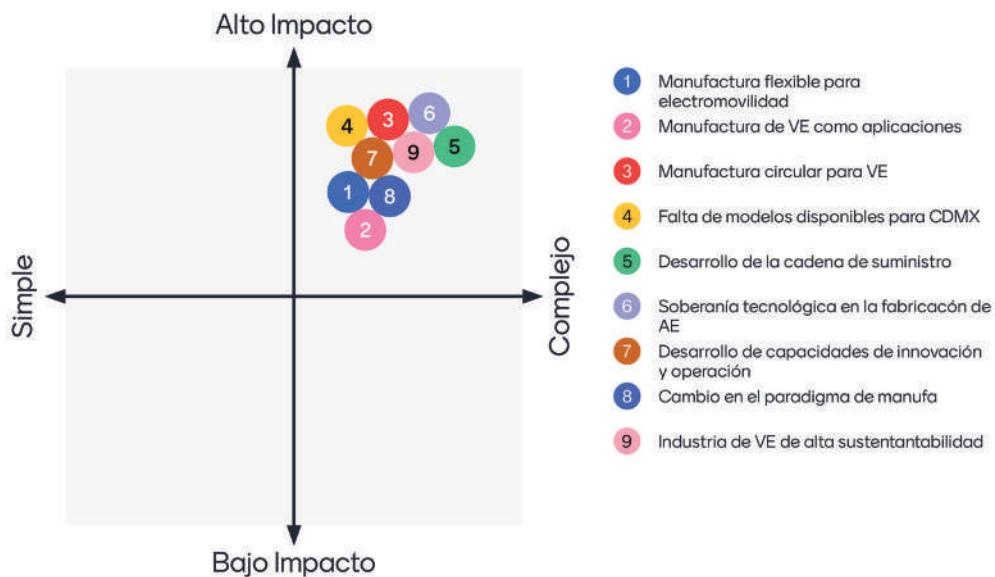
- Falta de conocimiento sobre los requerimientos para actualizar la infraestructura
- Limitaciones de los puertos de carga y estaciones
- Inestabilidad de la red eléctrica
- Falta de estándares y regulaciones para la infraestructura de carga
- Grandes inversiones necesarias para la infraestructura de red eléctrica
- Dificultad para determinar las responsabilidades en la infraestructura de la red eléctrica
- Falta de espacio y terrenos para instalar infraestructura
- Planeación limitada para implicaciones de largo plazo
- Reducción de costos en infraestructura de carga
 - Costos de instalación
 - Costos de infraestructura civil
- Planeación de infraestructura de carga
- Reducción de picos y gestión de energía en infraestructura de carga
- Medición y control de variables eléctricas en estaciones de carga: consumo (a tiempo real y proyectado), calidad de energía, etc.
- Gestión de energía en redes (Smart Grid)
- Sistema armonizado de infraestructura de carga/energía
 - Estandarización
 - Pago/cobro.
 - Sistemas multi-fuente
 - Electricidad
 - Hidrógeno
 - Gas (natural, comprimido, LP)
- Corredores de carga – Ecosistemas de carga
- Mapeo interactivo / a tiempo real de infraestructura de carga
 - Estaciones / Puntos de carga
 - Disponibilidad
 - Capacidades
 - Predicción de rutas /logística de carga
- Mapeo de las capacidades actuales de carga
- Integración de fuentes renovables
- Regulación de tarifas dinámicas para promover el uso eficiente de energía

Retos: Manufactura



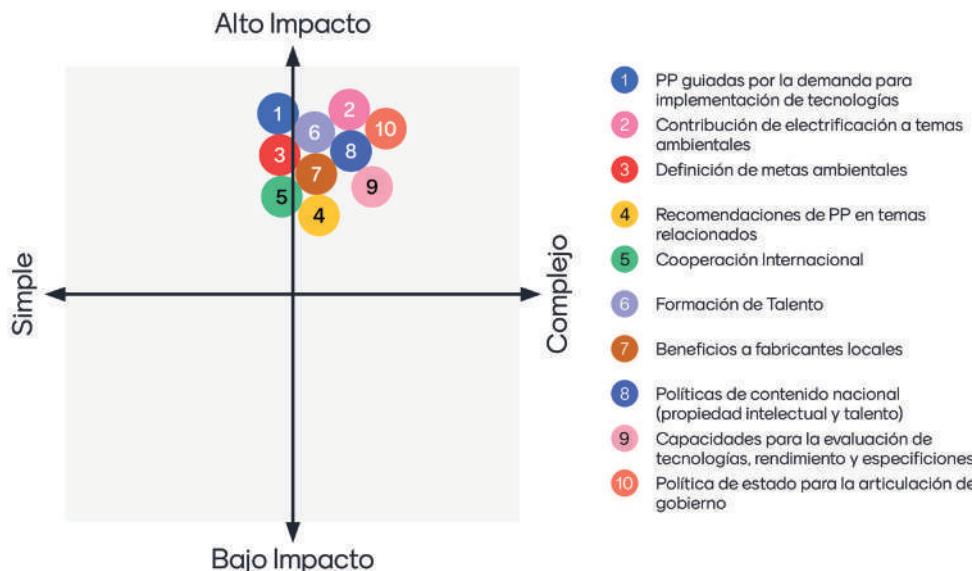
- Ecosistema de Manufactura flexible para la electromovilidad
- Vehículos eléctricos con una filosofía de "aplicación"
- Sistemas de manufactura circular para vehículos eléctricos
- Falta de modelos disponibles. Diseño y manufactura de modelos para CdMx
- Desarrollo de la cadena de suministro
- Desarrollo de capacidades de innovación y operación, desde formación de talento y vinculación academia industria
- Cambio en el paradigma de la manufactura
- Industria de alta sustentabilidad

Retos: Manufactura



- Ecosistema de Manufactura flexible para la electromovilidad
- Vehículos eléctricos con una filosofía de "aplicación"
- Sistemas de manufactura circular para vehículos eléctricos
- Falta de modelos disponibles. Diseño y manufactura de modelos para CdMx
- Desarrollo de la cadena de suministro
- Desarrollo de capacidades de innovación y operación, desde formación de talento y vinculación academia industria
- Cambio en el paradigma de la manufactura
- Industria de alta sustentabilidad

Retos: Políticas Públicas



16
1

- ¿Cómo pueden las políticas públicas guiadas por la demanda contribuir al desarrollo e implementación de las tecnologías consideradas?
 - Créditos y subsidios
 - Regulación ambiental
 - Beneficios colaterales
- ¿Cómo puede la electrificación del transporte contribuir a las políticas ambientales y de energía?
- ¿Se pueden identificar metas específicas para el 2030 y 2050? Por ejemplo: Electrificación: rangos extendidos para vehículos eléctricos ¿Cuáles son las principales incertidumbres y cuáles son las implicaciones estimadas?
- ¿Cuáles recomendaciones de política pública deberán considerarse en el Mapa de Ruta más allá de las relacionadas a transporte, energía y ambiental? Por ejemplo: Automatización, ruido, competitividad, trabajo, etc.
- ¿Cuál es el impacto del transporte eléctrico en la competitividad, crecimiento y creación de empleos en la Ciudad de México y México-país?
- ¿De qué forma la cooperación internacional en I+D representa un valor agregado? ¿Cómo?
- Formación de cuadros profesionales especializados en transporte eléctrico (Técnicos, licenciatura y posgrado)
- Políticas de contenido nacional en especial referente al que genera propiedad intelectual, aprovecha el talento nacional y favorezca la manufactura en México
- Desarrollo de capacidades de evaluación de tecnologías, rendimientos y especificaciones en vehículos eléctricos, híbridos, etc.
- Política de estado para la articulación efectiva entre dependencias y niveles de gobierno para el soporte de proyectos

PRIORIZACIÓN DE RETOS

A partir de los grandes retos, previamente expuestos, se realiza un ejercicio de priorización. El criterio de selección depende de la complejidad del reto. Además, es necesario considerar el impacto sobre las variables (impulsores) que previamente se habían observado en el ejercicio.

Como resultado del ejercicio, se obtiene varios gráficos que ponderan a cada uno de los retos identificados a partir de dos criterios:

- a) De simple a complejo
- b) De bajo impacto a alto impacto

A partir de la orientación de cada una de las ponderaciones se tomará: a) Un tema estratégico, b) Un tema de rápida implementación y c) Un tema óptimo.

Transporte

Estratégico	Falta de opciones de financiamiento
Rápida implementación	Falta de información sobre ventajas y desventajas de los vehículos eléctricos
Óptimo	Capacitación técnica, social y financiera

Baterías

Estratégico	Soberanía tecnológica
Rápida implementación	Asegurar acceso a materias primas
Óptimo	Desarrollo de capacidades de innovación y operación (talento y vinculación)

Carga pública

Estratégico	Inversión privada privilegiando aquella que procure estabilidad de la red eléctrica
Rápida implementación	Falta de conocimiento sobre los requerimientos para actualizar infraestructura
Óptimo	Sistemas de gestión de carga

Conversión de vehículos

Estratégico	Regulación inexistente
Rápida implementación	Diseño de kits de conversión
Óptimo	Integración del tren motriz

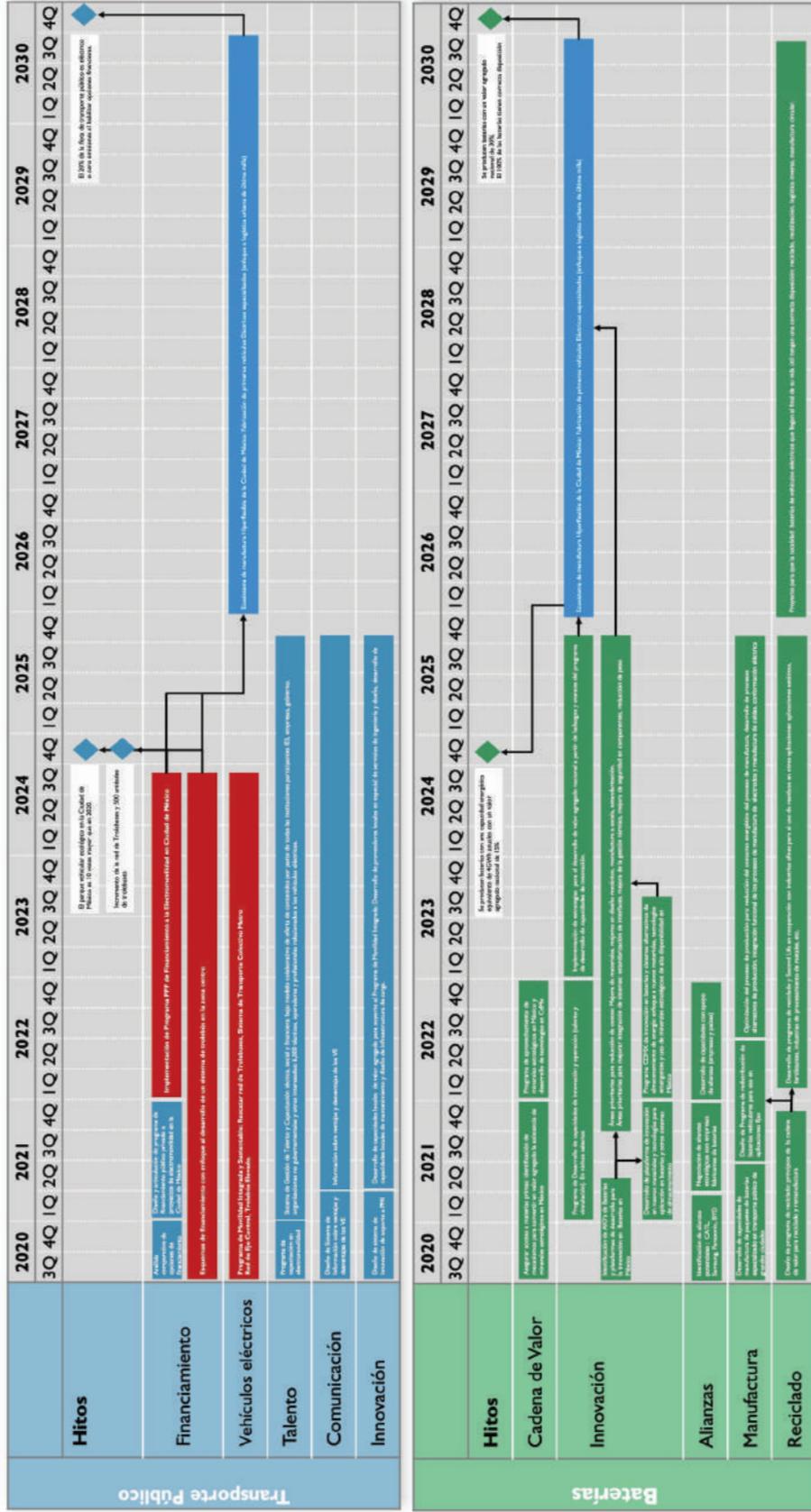
Manufactura

Estratégico	Soberanía tecnológica
Rápida implementación	Manufactura flexible para electromovilidad
Óptimo	Cambio en el paradigma de manufactura

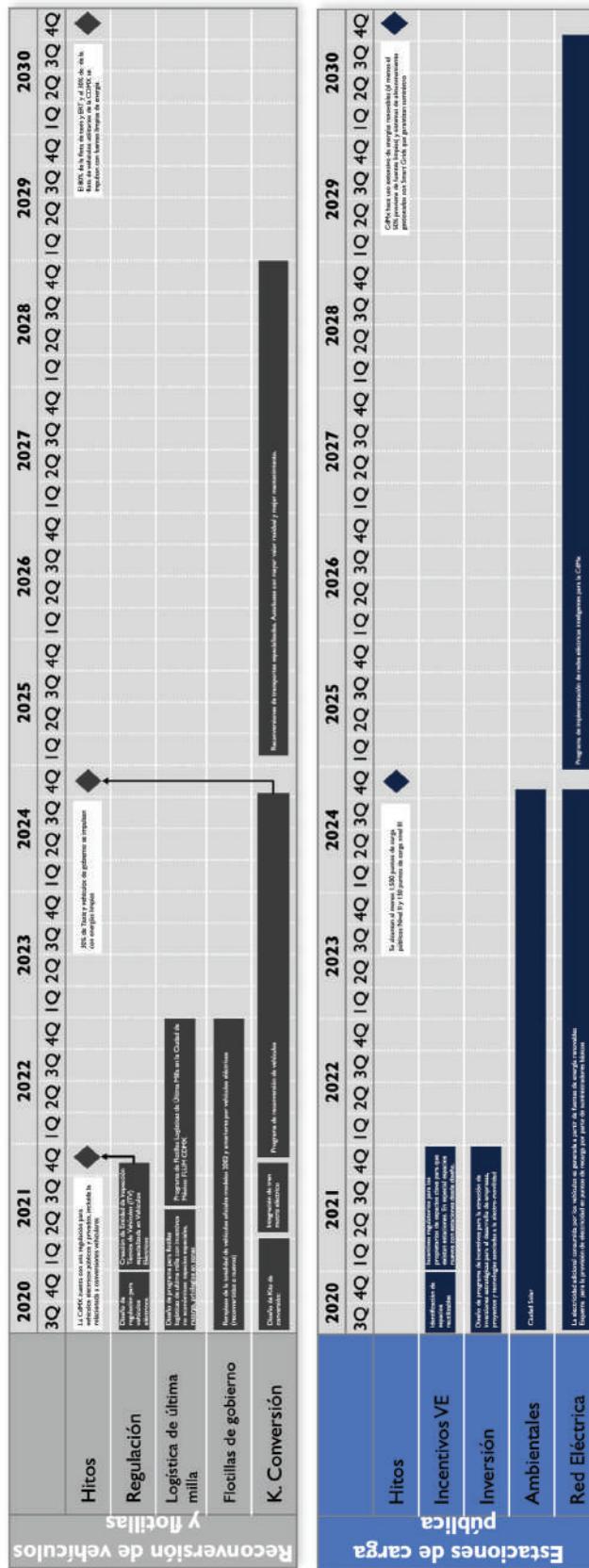
Políticas públicas

Estratégico	Estrategia de definición de temas ambientales articulado entre los actores del gobierno
Rápida implementación	Beneficios a fabricantes locales
Óptimo	Formación de talento

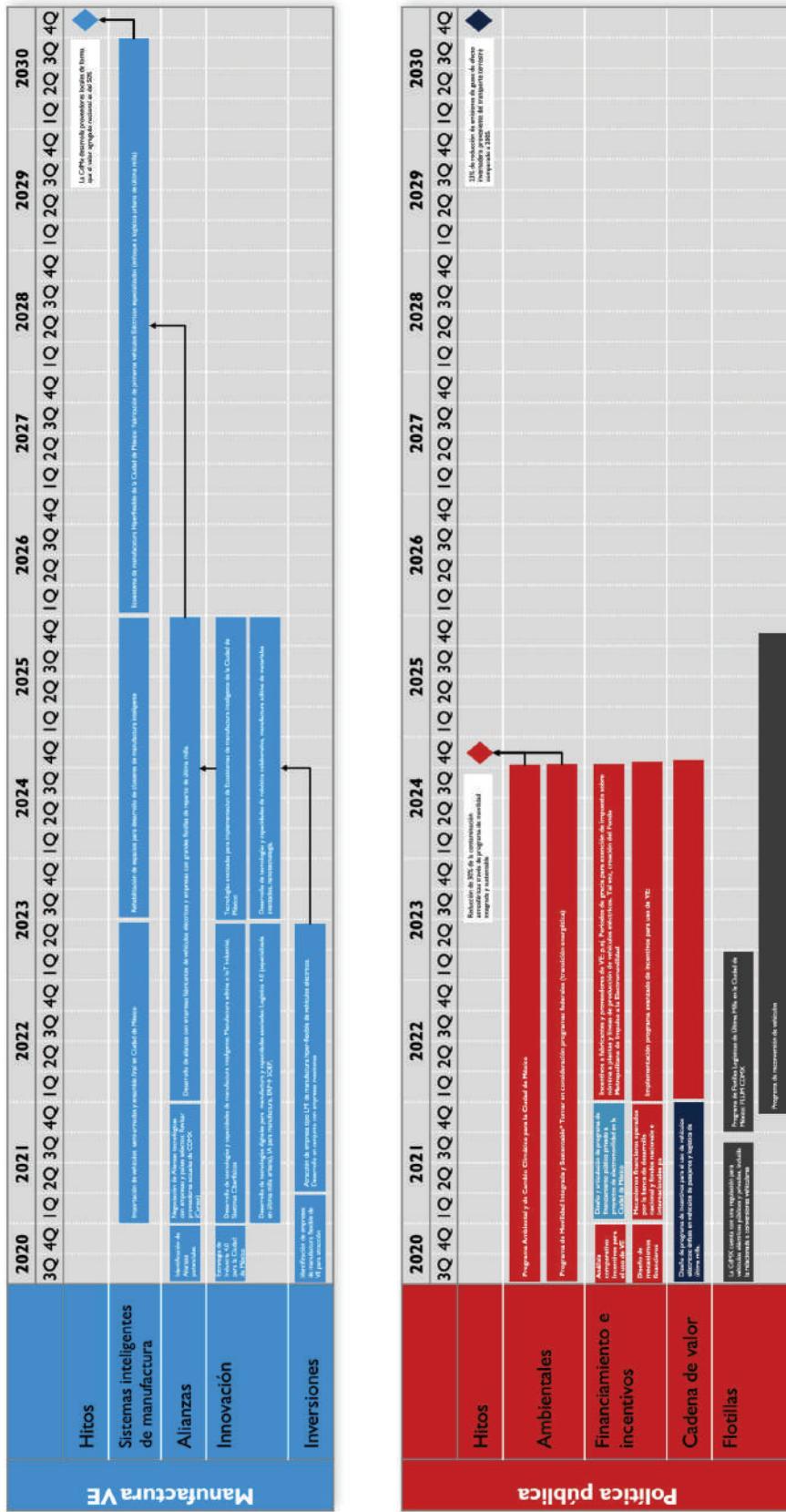
ELECTROMOVILIDAD



ELECTROMOVILIDAD



ELECTROMOVILIDAD



PLAN DE ACCIÓN

Esta es una propuesta de plan de acción de los participantes del grupo de confianza.

AIO Transporte Público

Hitos:

- Incremento de la red de Trolebuses y 500 unidades de trolebuses (2024)
- El parque vehicular ecológico en la Ciudad de México es 10 veces mayor que en 2020 (2025)
- El 20% de la flota de transporte público es eléctrico o cero emisiones al habilitar opciones financieras (2030)

Proyectos de Financiamiento

- Análisis comparativo de opciones de financiamiento
- Diseño y articulación de programa de financiamiento público privado a proyectos de electromovilidad en la Ciudad de México
- Implementación de Programa PPP de Financiamiento a la Electromovilidad en Ciudad de México
- Esquemas de financiamiento con enfoque al desarrollo de un sistema de trolebús en la zona centro

Proyectos de Vehículos eléctricos

- Programa de Movilidad Integrada y Sustentable: Rescatar red de Trolebuses, Sistema de Transporte Colectivo Metro, Red de Eje Central, Trolebús Elevado
- Ecosistema de manufactura Hiperflexible de la Ciudad de México: Fabricación de primeros vehículos Eléctricos especializados (enfoque a logística urbana de última milla)

Proyectos de Talento

- Programa de capacitación en electromovilidad
- Sistema de Gestión de Talento y Capacitación técnica, social y financiera: bajo modelo colaborativo de oferta de contenidos por parte de todas las instituciones participantes IES, empresas, gobierno, organizaciones no gubernamentales y otros interesados: 6,000 técnicos, operadores y profesionales relacionados a los vehículos eléctricos.

Proyectos de Comunicación

- Diseño de Sistema de Información sobre ventajas y desventajas de los vehículos eléctricos
- Información sobre ventajas y desventajas de los vehículos eléctricos

Proyectos de Innovación

- Diseño de sistema de innovación de soporte a PMI
- Desarrollo de capacidades locales de valor agregado para soporte al Programa de Movilidad Integrada: Desarrollo de proveedores locales en especial de servicios de ingeniería y diseño, desarrollo de capacidades locales de mantenimiento y diseño de infraestructura de carga.

AIO Baterías

Hitos:

- Se producen baterías con una capacidad energética equivalente de 4GWh anuales con un valor agregado nacional de 15% (2025)
- Se producen baterías con un valor agregado nacional de 30%. El 100% de las baterías tienen correcta disposición (2030)

Proyectos de Cadena de Valor

- Asegurar acceso a materias primas: identificación de mecanismos para convertir en valor agregado la existencia de minerales estratégicos en México
- Programa de aprovechamiento de minerales estratégicos en México y desarrollo de tecnologías en la Ciudad de México.

Proyectos de Innovación

- Programa de Desarrollo de capacidades de innovación y operación (talento y vinculación). En nichos selectos
- Implementación de estrategias para el desarrollo de valor agregado nacional a partir de hallazgos y avances del programa de desarrollo de capacidades de innovación.
- Ecosistema de manufactura Hiperflexible de la Ciudad de México: Fabricación de primeros vehículos Eléctricos especializados (enfoque a logística urbana de última milla)
- Identificación de AIOs de Baterías y plataformas de desarrollo para la innovación en Baterías en México
- Áreas prioritarias para reducción de costos: Mejora de materiales, mejoras en diseño mecánico, manufactura a escala, estandarización. Áreas prioritarias para mejorar integración de sistemas: estandarización de interfaces, mejora de la gestión térmica, mejora de seguridad en componentes, reducción de peso
- Desarrollo de plataforma de innovación en nuevos materiales y tecnologías para aplicación en baterías y otros sistemas de almacenamiento
- Programa CDMX de innovación en baterías y sistemas alternativos de almacenamiento de energía: enfoque a nuevos materiales, tecnologías emergentes y uso de minerales estratégicos de alta disponibilidad en México.

Proyectos de Alianzas

- Identificación de alianzas potenciales : CATL, Samsung, Panasonic, BYD
- Negociación de alianzas estratégicas con empresas fabricantes de baterías
- Desarrollo de capacidades con apoyo de alianzas (empresas y países)

Proyectos de Manufactura

- Desarrollo de capacidades de manufactura de paquetes de baterías especializado en transporte público de grandes ciudades
- Diseño de Programa de redistribución de baterías vehiculares para uso en aplicaciones fijas
- Optimización del proceso de producción para: reducción del consumo energético del proceso de manufactura, desarrollo de procesos alternativos de producción, integración funcional de los procesos de manufactura de electrodos y manufactura de celdas, conformación eléctrica.

Proyectos de Reciclado

- Diseño de programa de reciclado: principios de la cadena de valor para reciclado y remanufactura
- Desarrollo de programa de reciclado y Second Life en cooperación con industrias afines para el uso de residuos en otras aplicaciones: aplicaciones estáticas, fertilizantes, industrias de procesamiento de metales, etc.
- Proyecto para que la totalidad baterías de vehículos eléctricos que llegan al final de su vida útil tengan una correcta disposición: reciclado, reutilización, logística inversa, manufactura circular

AIO Reconversión de vehículos y flotillas

Hitos:

- La CdMx cuenta con una regulación para vehículos eléctricos públicos y privados, incluida la relacionada a conversiones vehiculares (2021)
- 30% de Taxis y vehículos de gobierno se impulsan con energías limpia (2025)
- El 80% de la flota de taxis y ERT y el 30% de la flota de vehículos utilitarios de la CDMX se impulsan con fuentes limpias de energía (2030)

Proyectos de Regulación

- Diseño de regulación para vehículos eléctricos.
- Creación de Entidad de Inspección Técnica de Vehículos (ITV) especializada en Vehículos Eléctricos

Proyectos de Logística de última milla

Diseño de programa para flotillas logísticas de ultima milla con incentivos no económicos: espacios especiales, recarga, privilegios en zonas

- Programa de Flotillas Logísticas de Última Milla en la Ciudad de México: FLUM CDMX

Proyectos de Flotillas de gobierno

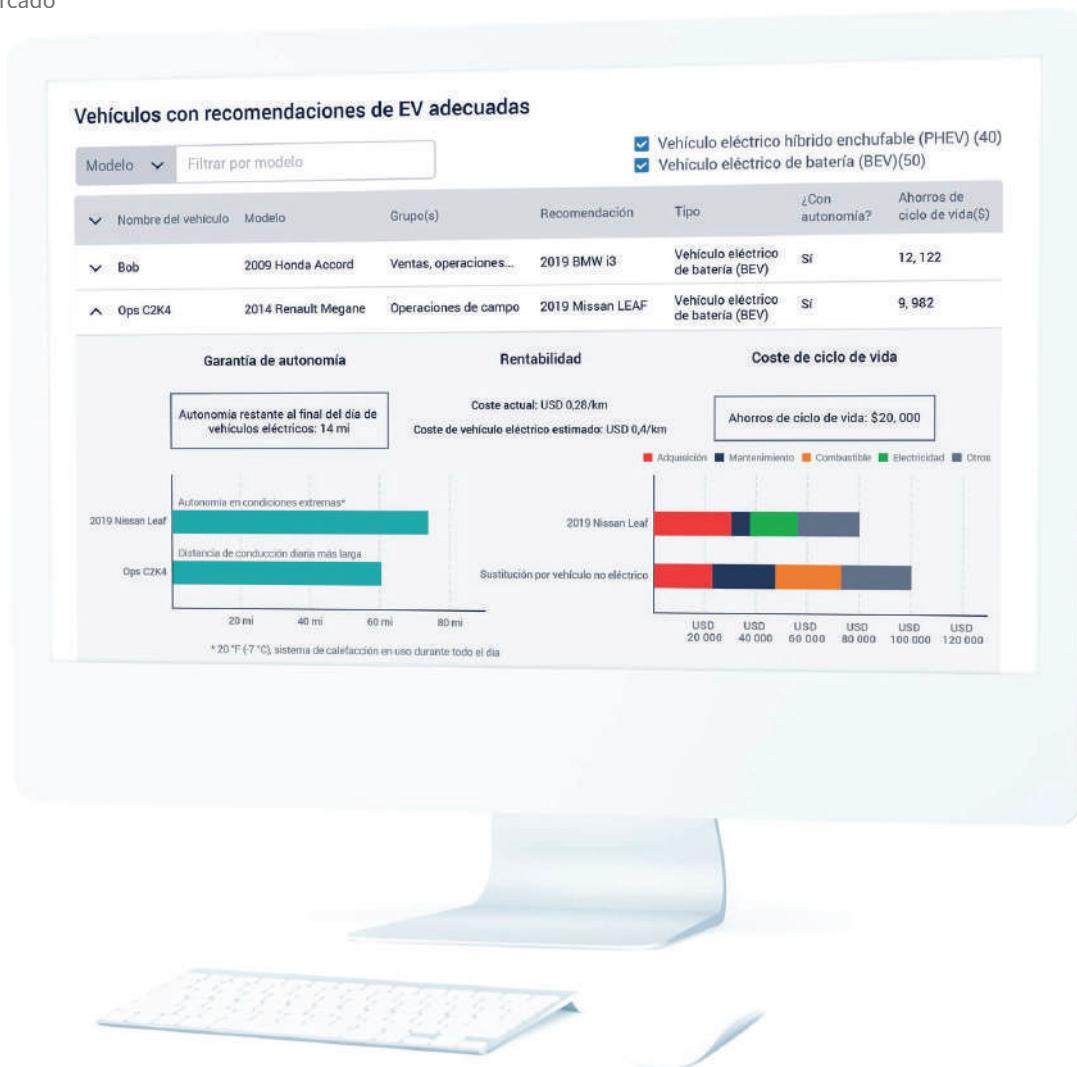
- Reemplazo de la totalidad de vehículos oficiales modelos 2002 y anteriores por vehículos eléctricos (reconvertidos o nuevos)

Para llevar a cabo un reemplazo de manera eficiente, rentable y escalable, existen ya herramientas tecnológicas como el análisis para la adopción de VE de Geotab.

¿En qué se basa el análisis para la adopción de vehículos eléctricos?

Análisis de viabilidad

Esta evaluación permite conocer exactamente qué vehículos de la flota podrían ser reemplazados por vehículos eléctricos. Este análisis tiene en cuenta el tipo de vehículo, la autonomía y el ahorro económico que supondría el cambio. Es un informe con recomendaciones sobre la adopción de vehículos eléctricos basado en datos telemáticos de la flota actual combinados con datos reales de los vehículos existentes en el mercado

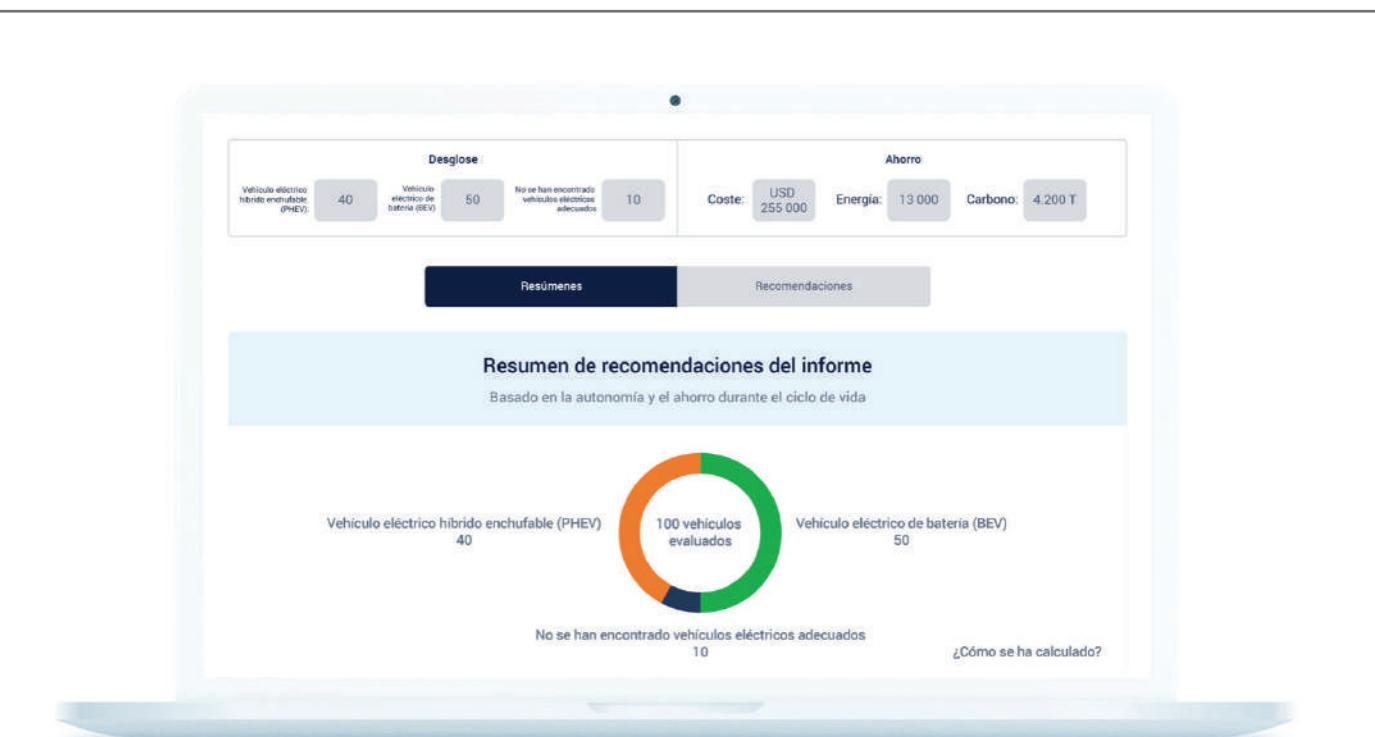


Distancias recorridas y recarga

Este análisis es necesario para conocer la autonomía que debería tener el vehículo eléctrico.

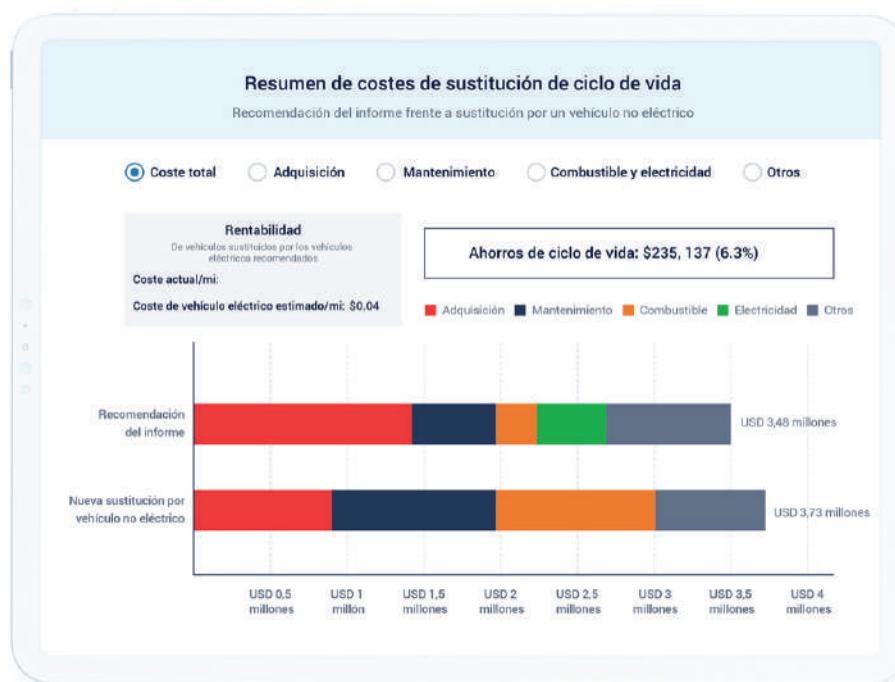
Para ello, es esencial plantearse las siguientes preguntas:

- + ¿Cuál es la distancia máxima que puede recorrer el vehículo con una sola carga?
- ¿Se corresponde con la distancia que usted necesita?
- + ¿Es suficiente una única recarga nocturna para cubrir sus necesidades?
- + ¿Puede una sola carga cubrir la distancia necesaria incluso en condiciones climáticas adversas?



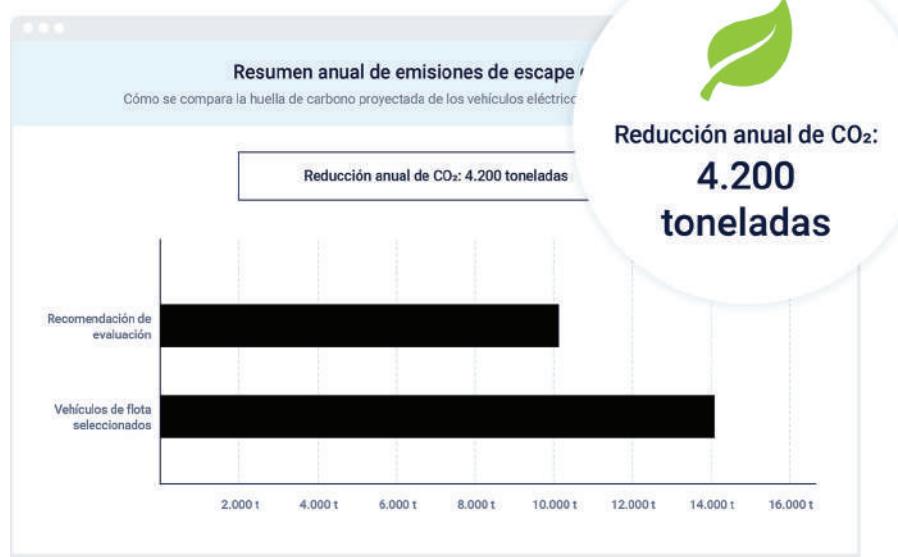
Análisis de los costos

Este análisis determina si electrificar la flota supondrá un ahorro económico y, en caso afirmativo, a cuánto ascenderá dicho ahorro. De este modo, podrá visualizar cómodamente un gráfico de costes comparativo.



Impacto medioambiental

Este estudio proporciona información detallada sobre en qué medida se pueden reducir las emisiones de CO₂ y el consumo de combustible.



Gestione una flota eléctrica

Cuando ya se ha dado el primer paso en la electrificación de una flota, es fundamental poder gestionar todos los vehículos atendiendo a sus diferencias y necesidades. Es necesario monitorizar la actividad de vehículos eléctricos (VE) e híbridos enchufables (PHEV), analizar el proceso de recarga y conocer los datos de carga en tiempo real para una gestión más eficiente de la flota.

Ejemplos de lo anterior son la Ciudad de Seattle y Natural Resources Canada:

(<https://www.geotab.com/case-study/city-of-seattle/>) (<https://www.geotab.com/case-study/natural-resources-canada/>)

Proyectos de Kit de Conversión

- Diseño de Kits de conversión:
- Integración de tren motriz eléctrico
- Programa de reconversión de vehículos

Reconversiones de transportes especializados. Autobuses con mayor valor residual y mejor mantenimiento.

AIO Estaciones de carga pública

Hitos:

- Se alcanzan al menos 1,500 puntos de carga públicos Nivel II y 150 puntos de carga nivel III (2024)
- La Ciudad de México hace uso extensivo de energías renovables (al menos el 50% proviene de fuentes limpias) y sistemas de almacenamiento gestionados con Smart Grids que garantizan suministro (2030)

Proyectos de Incentivos para vehículos eléctricos

- Identificación de espacios reutilizables
- Incentivos regulatorios para los propietarios de espacios clave para que existan estaciones. En especial espacios nuevos con estaciones desde diseño.

Proyectos de Inversión

- Diseño de programa de incentivos para la atracción de inversiones estratégicas para el desarrollo de empresas, proyectos y tecnologías asociadas a la electromovilidad

Proyectos Ambientales

- Ciudad Solar

Proyectos de Red Eléctrica

- La electricidad adicional consumida por los vehículos es generada a partir de fuentes de energía renovables Esquema para la provisión de electricidad en puntos de recarga por parte de suministradores básicos
- Programa de implementación de redes eléctricas inteligentes para la Ciudad de México

AIO Manufactura de Vehículos Eléctricos

Hitos:

La Ciudad de México desarrolla proveedores locales de forma que el valor agregado nacional es del 50% (2030)

Proyectos de Sistemas inteligentes de manufactura

Importación de vehículos semi-armados y ensamble final en Ciudad de México

Rehabilitación de espacios para desarrollo de clústeres de manufactura inteligente

Ecosistema de manufactura Hiperflexible de la Ciudad de México: Fabricación de primeros vehículos Eléctricos especializados (enfoque a logística urbana de última milla)

Proyectos de Alianzas

Identificación de Alianzas potenciales

Negociación de Alianzas tecnológicas con empresas y países selectos: Revisar proveedores actuales de la Ciudad de México (Carsan)

Desarrollo de alianzas con empresas fabricantes de vehículos eléctricos y empresas con grandes flotillas de reparto de última milla

Proyectos de Innovación

Estrategia de Industria 4.0 para la Ciudad de México

Desarrollo de tecnologías y capacidades de manufactura inteligente: Manufactura aditiva e IoT Industrial, Sistemas Ciber-físicos

Tecnologías avanzadas para implementación de Ecosistemas de manufactura inteligente de la Ciudad de México

Desarrollo de tecnologías digitales para manufactura y capacidades asociadas: Logística 4.0 (especializada en última milla urbana), IA para manufactura, ERP SOEP

Desarrollo de tecnologías y capacidades de robótica colaborativa, manufactura aditiva de materiales avanzados, nanotecnología.

Proyectos de Inversiones

Identificación de empresas de manufactura flexible de VE para atracción

Atracción de empresa tipo LMI de manufactura hiper-flexible de vehículos eléctricos. Desarrollo en conjunto con empresas mexicanas

AIO Política Pública

Hitos:

Reducción de 30% de la contaminación atmosférica través de programa de movilidad integrada y sustentable (2024)

23% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero proveniente del transporte terrestre comparado a 2005. (2030)

Proyectos Ambientales

Programa Ambiental y de Cambio Climático para la Ciudad de México

Programa de Movilidad Integrada y Sustentable

Proyectos de Financiamiento e incentivos

Análisis comparativo Incentivos para el uso de VE

Diseño y articulación de programa de financiamiento público privado a proyectos de electromovilidad en la Ciudad de México

Incentivos a fabricantes y proveedores de VE: p.ej. Periodos de gracia para exención de impuesto sobre nómina a plantas y líneas de producción de vehículos eléctricos. Tal vez, creación del Fondo Metropolitano de Impulso a la Electromovilidad

Diseño de mecanismos financieros

Mecanismos financieros operados por la banca de desarrollo y fondos nacionales e internacionales

Implementación programa avanzado de incentivos para uso de VE

Proyectos de Cadena de valor

Diseño de programa de incentivos para el uso de vehículos eléctricos: énfasis en vehículos de pasajeros y logística de última milla.

Proyectos de Flotillas

La Ciudad de México cuenta con una regulación para vehículos eléctricos públicos y privados, incluida la relacionada a conversiones vehiculares

Programa de Flotillas Logísticas de Última Milla en la Ciudad de México: FLUM CDMX

Programa de reconversión de vehículos

REFERENCIAS

- Alcantara, A., & de la Cruz, G. (2016). Instituciones públicas y particulares de educación superior en la Ciudad de México: concentración y distribución territorial. En A. Aguilar, La Ciudad de México en el Siglo XXI: Realidades y retos (págs. 563 - 572). Ciudad de México: Porrua.
- AMEXCID. (2019). Se celebra el "II Taller de Electromovilidad y Movilidad Sostenible" en la Ciudad de México. Recuperado el 2020, de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/amexcid/prensa/se-celebra-el-ii-taller-de-electromovilidad-y-movilidad-sostenible-en-la-ciudad-de-mexico>
- Banco Mundial. (12 de noviembre de 2019). Cómo la Ciudad de México combate el cambio climático y crea oportunidades financierables. Recuperado el 2020, de Banco Mundial Blogs: <https://blogs.worldbank.org/es/como-la-ciudad-de-mexico-combate-el-cambio-climatico>
- BIE. (diciembre de 2018). (INEGI, Productor) Recuperado el 2019, de Instituto Nacional de Estadística y Geografía: <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/bie.html>
- Chatzioannou, I., & Chias, L. (2016). Infraestructura vial del Distrito Federal. En A. Aguilar, La Ciudad de México en el Siglo XXI: Realidades y retos (págs. 355 - 365). Ciudad de México: Porrua.
- Centro Urbano. (2019). Aprueban Programa para el Aprovechamiento Sustentable de Energía. Recuperado el 2020, de Centro Urbano: <https://centrourbano.com/2019/12/02/aprueban-programa-nacional-aprovechamiento-sustentable-energia/>
- Circutor. (2009). Reinventando la movilidad: sobre petróleo, energía, vehículos, transporte y medio ambiente. Los vehículos eléctricos y las infraestructuras de recarga. Guía del Vehículo Eléctrico. Madrid.
- City of Chicago. (2019). Roadmap for the future of transportation and mobility in Chicago. Chicago.
- Ciudad de Austin y Metro. (2017). Smart mobility roadmap 2017. Austin.
- CONACyT. (2018). Investigadores Vigentes 2018. Recuperado el 2019, de Sistema Nacional de Investigadores: <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/sistema-nacional-de-investigadores/archivo-historico> https://www.conacyt.gob.mx/images/conacyt/sni/BENEFICIARIOS_2018.xlsx
- CONACyT. (2019). Investigadores Vigentes 2019. Recuperado el 2020, de Sistema Nacional de Investigadores: https://www.conacyt.gob.mx/images/SNI/Vigentes_Enero_2019.xlsx
- CONUEE. (2019). Indispensable, la adopción tecnológica y social de la electromovilidad. Recuperado el 2020, de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/conuee/es/articulos/indispensable-la-adopcion-tecnologica-y-social-de-la-electromovilidad?idiom=es>
- DOF. (2020). Actualización de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios. Recuperado el 2020, de SEGOB: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5585823&fecha=07/02/2020
- Dussel, E., & Ortiz, S. (2016). ¿Tiene la industria futuro en la Ciudad de México? En A. Aguilar, La Ciudad de México en el Siglo XXI: Realidades y retos (págs. 403 - 413). Ciudad de México: Porrua.
- EMC. (2016). Roadmap for accelerating the deployment of electric vehicles in Canada 2016-2020.
- ERTRAC, EPoSS y SmartGrids. (2012). European Roadmap: Electrification of Road Transport.
- ERTRAC, EPoSS y SmartGrids. (2012). European Roadmap: Electrification of Road Transport.
- Forbes. (16 de mayo de 2018). CDMX, la quinta ciudad más habitada en el mundo: ONU. Recuperado el 2020, de Forbes México: <https://www.forbes.com.mx/cdmx-la-quinta-ciudad-mas-habitada-en-el-mundo-onu/>
- Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. (2009). Guía del Vehículo Eléctrico.
- Gobierno de la Ciudad de México. (2018). Estrategia de electromovilidad de la Ciudad de México 2018-2030. Ciudad de México.
- GoingGreen. (2009). Retos de futuro para la comercialización de vehículos eléctricos en España. Guía del Vehículo Eléctrico. Madrid.
- Graizbord, B. (2016). La Ciudad de México en el Contexto Global. En A. Aguilar, La Ciudad de México en el Siglo XXI: Realidades y retos (págs. 729 - 739). Ciudad de México: Porrua.
- Haahtela, T., & Malinen, P. (2014). Roadmap for the Finnish electric mobility sector. 10th ITS European Congress, Helsinki, Finland, (págs. 16-19).
- IDOM. (2009). ¿Puede España liderar el desarrollo del sector del vehículo eléctrico (VE)? Guía del Vehículo Eléctrico. Madrid.
- IMP. (2020). El IMP participa en la elaboración del Programa Especial de Transición Energética 2019-2020. Recuperado el 2020, de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/imp/articulos/el-imp-participa-en-la-elaboracion-del-programa-especial-de-transicion-energetica-2019-2024>
- IMPI. (2019). Sistema de Información de la Gaceta de la Propiedad Industrial. Recuperado el 2019, de Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: https://www.google.com.mx/search?sxsrf=ALeKk03xb-tyVoxXb0v1OwVGhtbmwxKj8UA:1586127348548&source=hp&ei=9GGKXuyBH5fB-wTpvlzoDw&q=siga+impi&oq=siga+impi&gs_lcp=CgZwc3ktYWIQAzIECCMQJzIGCAAQFhAeMgYIABAWE4yBggAEBYQHjIGCAAQFhAeMgYIABAWE4yBggAEBYQHjIGCAAQFhAeMgY

MPI. (2020). Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial en Cifras. Recuperado el 2020, de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/impi/documentos/instituto-mexicano-de-la-propiedad-industrial-en-cifras-impi-en-cifras>

INEGI. (2017a). Encuesta Origen - Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México 2017. Recuperado el 2020, de INEGI: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/eod/2017/doc/resultados_eod_2017.pdf

INEGI. (2017b). Anuario estadístico y geográfico de la Ciudad de México 2017. Ciudad de México.

Knoware. (2019). Documento de trabajo: Instituciones académicas y de investigación.

Knoware. (2019b). FODA Movilidad Eléctrica CdMx.

KPMG. (2019). Mobility 2030: Transforming the mobility landscape. Recuperado el 2020, de KPMG International: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2019/02/mobility-2030-transforming-the-mobility-landscape.pdf>

Maldonado, A., Meza, N., Millan, G., & Perez, M. (2016). Producción Científica. En A. Aguilar, La Ciudad de México en el Siglo XXI: Realidades y retos (págs. 573 - 579). Ciudad de México: Porrúa.

Meza, N., & Vite, M. (2016). Índice de entidades federativas basado en la ESIDET-MBN 2012. En M. Vite, N. Arteaga, & G. Tapia, México ¿Hacia la consolidación de un modelo desigual de desarrollo regional? (págs. 137 - 151). Universidad Michoacana De San Nicolas De Hidalgo.

Meza, N., Millan, G., & Perez, M. (2017). Patentes mexicanas del Distrito Federal: caracterización por delegación y área tecnológica 2009-2012. Investigación Bibliotecológica, 31(71), 181 - 200.

Millan, G., & Meza, N. (2015). Los miembros del Sistema Nacional de Investigadores mexicano: un acercamiento desde la producción de patentes. Interciencia, 840 - 846.

Naciones Unidas. (2018). The World's Cities in 2018.

Nationale Plattform Elektromobilität. (2020). The German Standardisation Roadmap Electric Mobility 2020. Berlín.

Pennsylvania Department of Environmental Protection. (2019). Pennsylvania Electric Vehicle Roadmap. Pennsylvania.

Pollution Probe y The Delphi Group. (2018). City of Toronto Electric mobility Strategy Assessment Phase. Toronto.

ProMéxico. (2017a). México como aliado de los líderes mundiales en innovación industrial.

ProMéxico. (2017b). Polos de competitividad en innovación industrial de México. México.

ProMéxico. (2018a). Estudio de capacidades de México para el sector automotriz del futuro. México.

SECTEI. (2019a). Conclusiones del Dialogo de Movilidad de la Red de Innovación de la Ciudad de México. México.

SECTEI. (2019b). Lista de temas del HUB de Electromovilidad.

SE. (2012). Programa Estratégico de la Industria Automotriz 2012-2020. México.

SEMOVI. (2019). Plan estratégico de movilidad de la Ciudad de México 2019. Ciudad de México: Gobierno de la Ciudad de México.

SEMOVI. (2019b). Presenta Gobierno de la Ciudad de México el Plan de reducción de emisiones del sector movilidad. Recuperado el 2020, de Gobierno de la Ciudad de México: <https://www.semovi.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/presenta-gobierno-de-la-ciudad-de-mexico-el-plan-de-reduccion-de-emisiones-del-sector-movilidad>

SENER. (2020). Las instituciones del sector energético preparan el Programa Especial de Transición Energética 2019-2020. Recuperado el 2020, de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/sener/articulos/las-instituciones-del-sector-energetico-preparan-el-programa-especial-de-transicion-energetica-2019-2024>

Sobrino, J. (2016). Participación en la economía nacional. En A. Aguilar, La Ciudad de México en el Siglo XXI: Realidades y retos (págs. 697 - 705). Ciudad de México: Porrúa.

Tara International. (2019). Battery Operated Electric Vehicles.

TechCast. (2014c). Forecas and Strategy for a Changing World - Virtual Reality 30%.

TechCast. (2014). Forecasts and Strategy for a Changing World - AI - 30%.

TechCast. (2014b). Forecast and Strategy for a Changing World - Internet of Things-30%.

TechCast. (2014d). Forecas and Strategy for a Changing World - 3D Printing 0%.

TechCast. (2014e). Forecas and Strategy for a Changing World - Electric Cars 30%.

TechCast. (2014f). Forecasts and Strategy for a Changing World - Fuel Cell Cars >0%.

TechCast. (2014g). Forecasts and Strategy for a Changing World - High-Speed Rail.

TechCast. (2014h). Forecasts and Strategy for a Changing World - Hybrid Cars - 30%.

TechCast. (2014i). Forecasts and Strategy for a Changing World - Intelligent Cars - 30%.

TechCast. (2014j). Forecasts and Strategy for a Changing World - Small Vehicles - 30%.

TomTom. (2019). Traffic Index 2019. Recuperado el 2020, de TomTom: https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/ranking/

Torres, R., & Rosas, I. (2016). Contaminación del aire. En A. Aguilar, La Ciudad de México en el Siglo XXI: Realidades y retos (págs. 71 - 82). México: Porrúa.

Web of Knowledge. (2019). Base de datos de artículos científicos. Recuperado el 2019, de Web of Science: <http://apps.webofknowledge.com>

WRI México. (2019). Hacia la implementación de una estrategia nacional de movilidad eléctrica. Recuperado el 2020, de WRI México - Webinar: <https://wrimexico.org/events/webinar-hacia-la-implementacion-de-una-estrategia-nacional-de-movilidad-electrica>