

Conceptos básicos sobre los vehículos eléctricos

Los vehículos eléctricos (EV, por su sigla en inglés) usan la electricidad como combustible principal o para mejorar la eficiencia de los diseños de vehículos convencionales. Los EV incluyen vehículos todo eléctrico, también denominados vehículos eléctricos de batería (BEV, por su sigla en inglés), y vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHEV, por su sigla en inglés). Coloquialmente, a estos vehículos se les conoce como autos eléctricos, o simplemente EV, aunque algunos de estos vehículos todavía utilizan combustibles líquidos junto con la electricidad. Los EV son conocidos por brindar una aceleración (torque, en inglés) rápida y una experiencia silenciosa al conducir.

Otros tipos de vehículos de propulsión eléctrica no contemplados aquí incluyen los vehículos eléctricos híbridos, que funcionan con un motor convencional y un motor eléctrico que utiliza la energía almacenada en una batería que se carga mediante el frenado regenerativo, no enchufándola, y los vehículos eléctricos de pila de combustible, que utilizan un sistema de propulsión similar al de los vehículos eléctricos, donde la energía almacenada como hidrógeno es convertida en electricidad por la pila de combustible.



Los vehículos eléctricos se cargan enchufándolos a una fuente de energía eléctrica.

Imagen suministrada por Forth.

Vehículos todo eléctrico

Los vehículos todo eléctrico no tienen motores convencionales, sino que son propulsados únicamente por uno o varios motores eléctricos alimentados por energía almacenada en baterías. Las baterías se cargan enchufando el vehículo a una fuente de energía eléctrica y también se pueden cargar mediante el frenado regenerativo. Los vehículos todo eléctrico no producen emisiones del tubo de escape, aunque sí hay emisiones de “ciclo de vida” asociadas con la producción de electricidad.

El “rango” de un vehículo eléctrico se refiere a la distancia máxima que puede recorrer el vehículo con una sola carga. Los vehículos todo eléctrico suelen tener menor rango por carga de lo que tienen

Frenado regenerativo

El frenado regenerativo permite a los EV capturar la energía que normalmente se pierde durante el frenado. Para hacerlo utilizan el motor eléctrico como generador y almacenan la energía capturada en la batería.

los vehículos convencionales por cada tanque de gasolina. La mayoría de los vehículos eléctricos de batería (BEV) nuevos están diseñados para viajar entre 110 y 300 millas o más con una batería completamente cargada, según el modelo. A modo de contexto, el 90% de los viajes que realizan las familias en EE. UU. son

Un vistazo a los EV



Los **EV** funcionan solo con electricidad. Se alimentan de uno o varios motores eléctricos y una batería. La batería se carga enchufando el vehículo a una fuente de energía eléctrica y mediante el frenado regenerativo.



Los **PHEV** pueden viajar distancias moderadas usando solo la electricidad. La batería se puede cargar enchufándola a una fuente de energía eléctrica, mediante el frenado regenerativo y con el motor convencional.

Los PHEV no tienen que estar enchufados antes de conducirlos. También pueden ser alimentados únicamente con combustible convencional. Sin embargo, no lograrán el máximo ahorro de combustible ni aprovecharán por completo sus capacidades totalmente eléctricas si no son enchufados.

de menos de 100 millas.¹ El rango de un vehículo todo eléctrico varía según las condiciones y los hábitos de conducción. Las temperaturas extremas tienden a reducir el rango porque la energía de la batería no solo alimenta el motor, sino también los sistemas de climatización. El exceso de velocidad, la conducción agresiva y el exceso de equipaje también pueden reducir el rango.

Vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHEV)

Los PHEV utilizan baterías para alimentar un motor eléctrico y utilizan otro combustible, como la gasolina, para alimentar un motor convencional. Las baterías normalmente se cargan enchufando el PHEV a una fuente de energía eléctrica, aunque también pueden cargarse con el motor convencional y mediante el frenado regenerativo.

Los PHEV tienen un rango de conducción totalmente eléctrica de entre 15 y 60 millas o más, según el modelo. Siempre que la batería esté cargada, un PHEV puede obtener de la electricidad la mayor parte de su energía para la conducción diaria típica. Cuando la batería esté casi descargada, el motor convencional se pondrá en marcha durante una aceleración rápida, a altas



Comenzar a usar un EV es fácil gracias al cable de carga que viene con la mayoría de los vehículos. Foto por Erik Nelsen, NREL 64277.



Cada vez más fabricantes de vehículos pesados ofrecen modelos enchufables para flotas. Foto por Dennis Schroeder, NREL 46574.

velocidades o cuando se requiera mucha calefacción o aire acondicionado.

Cuando funcionan solo con la energía de la batería, los PHEV no producen emisiones de escape. Incluso cuando el motor convencional está funcionando, los PHEV suelen consumir menos gasolina y producir menos emisiones que los vehículos convencionales similares.

¿Qué modelos de EV hay disponibles?

Casi todos los principales fabricantes de vehículos tienen modelos de EV disponibles, y algunos se han comprometido a hacer la transición hacia la venta exclusiva de vehículos eléctricos para el 2030.

También hay disponibles opciones para flotas de vehículos medianos y pesados. Consulte la sección **Considerando un EV** para conocer las consideraciones específicas para flotas.

Para obtener información actualizada sobre los modelos disponibles, utilice la herramienta de búsqueda de vehículos del Alternative Fuels Data Center (AFDC, por su sigla en inglés) en afd.energy.gov/tools (en inglés) o la herramienta Encuentre un auto en ahorremosgasolina.org (fueleconomy.gov/feg/findacar.shtml).

¹ Encuesta Nacional de Viajes por Carretera, Departamento de Transporte de EE. UU., Administración Federal de Carreteras, 2008, fhwa.dot.gov/policyinformation/pubs/pl08021/fig4_5.cfm (en inglés)

¿Cómo se “llean de combustible” estos vehículos?

El equipamiento de carga proporciona electricidad para cargar las baterías de los vehículos eléctricos. La unidad de carga se comunica con el vehículo para garantizar que suministra un flujo de electricidad adecuado y seguro.

En todo el país existen más de 140,000 puntos de carga disponibles en áreas públicas, y continúan añadiéndose nuevos a la lista. La mayoría de los BEV liviano disponibles actualmente de tienen rangos entre 110 y 300 millas o más.

Los avances tecnológicos, como las baterías más grandes y el creciente

Cargar de forma sencilla

La mayoría de los dueños de vehículos eléctricos los cargan en sus hogares o en el trabajo porque así la carga les resulta más conveniente y económica que usar las estaciones públicas. Pero el equipamiento público también es fácil de usar.

Dependiendo de la estación, los conductores pueden usar una tarjeta de red, tarjeta de crédito, teléfono, efectivo o incluso simplemente ingresar un número de cuenta. También hay cargadores gratuitos donde los usuarios pueden simplemente enchufar sus vehículos.

Un beneficio adicional de cambiar a un EV es que los precios de la electricidad se mantienen más estables que los de la gasolina y el diésel, por lo que los conductores pueden pronosticar más fácilmente sus gastos de combustible. Vea una comparación de los precios de todos los combustibles a lo largo del tiempo en la página de precios de combustibles de AFDC (afd.energy.gov/fuels/prices.html, en inglés).

Opciones de carga

	Tiempo típico de carga	Costo de equipos, instalación y ubicación*
Nivel 1	Rango de 2 a 5 millas por hora de carga	\$0 a \$1,800
Nivel 2**	Rango de 10 a 30 millas por hora de carga	\$800 a \$33,000
Carga rápida por corriente continua (DC Fast Charging)**	Rango de 100 a 200 o más millas en 30 minutos	\$30,000 a más de \$120,000

*Los costos no incluyen los gastos de operación (cargos de red, electricidad, cargos por demanda de servicios públicos). Los factores que afectan el precio incluyen los equipos (equipo de carga, productos eléctricos), la instalación eléctrica (actualización o adición del servicio eléctrico, actualización del panel eléctrico, conductos y excavación de zanjas), las mejoras del sitio (adición de pavimento), la activación de una red, el cobro de pagos, la mano de obra, los permisos y los impuestos.

**El costo de la unidad de carga (nivel 2 y DCFC) es proporcional a la potencia nominal de la unidad. A mayor potencia, mayor costo. Una unidad de nivel 2 puede variar entre 6.6 y 19.2 kilovatios de salida. Una unidad DCFC puede variar entre 25 y 350 kilovatios. La carga varía según la potencia de la unidad de carga, el vehículo y el estado de carga de la batería.

acceso a puntos de carga, abordan cada vez más la "ansiedad por el rango", o el miedo a quedarse sin carga. Obtenga más información sobre las tendencias en la infraestructura de carga de los EV (afdc.energy.gov/fuels/electricity_infrastructure_trends.html, en inglés).

Puede tomar tan solo 30 minutos cargar completamente la batería de un EV, pero los tiempos de carga varían según el tipo o el nivel de carga; el tipo de batería, su capacidad y cuán agotada está, y

la capacidad del cargador interno del vehículo (vea la tabla Opciones de carga).

Las unidades de carga se pueden instalar en entornos residenciales, de flotas, lugares de trabajo y lugares públicos. La mayoría de los EV vienen con un cable de 110 voltios de "nivel 1" que se puede conectar a una toma de corriente típica. Para una carga más rápida, los propietarios pueden instalar una unidad de 240 voltios de "nivel 2" en un circuito eléctrico dedicado únicamente

a la unidad. Esto a menudo se puede hacer con poca o ninguna actualización eléctrica necesaria, ya que la mayoría de los hogares tienen un servicio de 240 voltios para electrodomésticos como secadoras y estufas eléctricas. Una unidad de nivel 2 puede ser portátil o instalarse con cables en un edificio, y se puede comprar por tan solo \$200. Para obtener más información sobre la instalación de equipos de carga, consulte la sección de Charging Infrastructure Procurement and Installation en la página web del AFDC (afdc.energy.gov/fuels/electricity_infrastructure_development.html, en inglés).

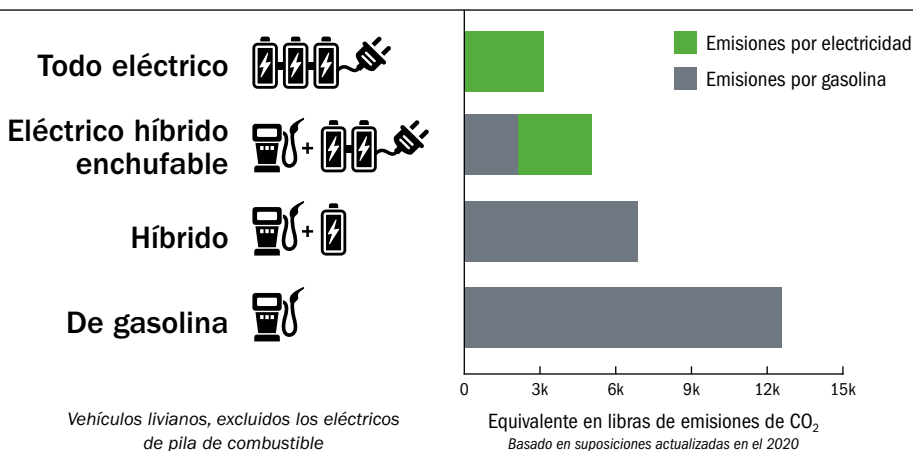
Para hacer que los viajes de larga distancia sean más accesibles, la Administración Federal de Carreteras está estableciendo una red de infraestructura de carga y abastecimiento de combustible alternativo a lo largo de las carreteras. A nivel nacional se están desarrollando corredores viales designados para los EV² que cuentan con estaciones de carga rápida por corriente continua (DC Fast Charge). Para encontrar estaciones públicas, use el Alternative Fueling Station Locator (afdc.energy.gov/stations, en inglés), que también está disponible como una aplicación para iPhone y Android.

Tipos de equipos y sus costos

Las unidades de carga se clasifican según la velocidad a la que cargan las baterías. Dos tipos (nivel 1 y nivel 2) proporcionan alimentación de corriente alterna (AC, por su sigla en inglés) al vehículo, y el equipo a bordo del vehículo convierte la AC en corriente continua (DC, por su sigla en inglés) para cargar las baterías. El otro tipo, la carga rápida de corriente continua (DCFC, por su sigla en inglés), proporciona corriente continua directamente.

Los equipos de carga inalámbricos o "inductivos" utilizan un campo electromagnético para transferir electricidad a un vehículo eléctrico sin necesidad de un cable. Actualmente,

Promedio Nacional de Emisiones Anuales por Vehículo



² fhwa.dot.gov/environment/alternative_fuel_corridors (en inglés)

Beneficios de los vehículos de propulsión eléctrica

en comparación con vehículos convencionales



PHEV



Vehículos todo eléctrico

<p>Ahorro de combustible</p> 	<p>La mayoría logran índices combinados de ahorro de combustible superiores a 90 mpge (consumo de gasolina por milla recorrida, por su sigla en inglés).</p>	<p>La mayoría logran índices de ahorro de combustible superiores a 100 mpge.</p>
<p>Reducción de emisiones</p> 	<p>Producen cero emisiones de escape en modo solo eléctrico. Generalmente, producen menos de la mitad de las emisiones.</p>	<p>Producen cero emisiones de escape. Generalmente, producen un tercio de las emisiones.</p>
<p>Ahorros en costos de combustible</p> 	<p>En modo solo eléctrico, los costos por electricidad de los PHEV varían entre 3¢ y 10¢ por milla. En modo solo gasolina, los costos de combustible son de unos 4¢ a 36¢ por milla.</p>	<p>Los vehículos todo eléctrico funcionan solo con electricidad. Los costos de electricidad son de entre 2¢ y 6¢ por milla.</p>
<p>Flexibilidad al llenar con combustible</p> 	<p>Se pueden llenar con combustible en las gasolineras. Se pueden cargar en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • el hogar • estaciones públicas de carga • algunos lugares de trabajo 	<p>Se pueden cargar en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • el hogar • estaciones públicas de carga • algunos lugares de trabajo
<p>La electricidad se produce a partir de diversas fuentes domésticas:</p> 		

Fuentes: AFDC (afdc.energy.gov, en inglés), FuelEconomy.gov (en inglés)

*Los vehículos eléctricos no se clasifican en millas por galón (mpg, por su sigla en inglés), sino en millas por galón de gasolina equivalente (mpge, por su sigla en inglés). De manera similar al mpg, el mpge representa la cantidad de millas que el vehículo puede viajar usando una cantidad de combustible (o electricidad) con el mismo contenido de energía que un galón de gasolina.

**Comparado con los 10¢ a 15¢ por milla de los sedanes convencionales alimentados con gasolina o diésel.

esta tecnología se usa principalmente a niveles de potencia más altos en aplicaciones de servicio pesado como los autobuses de tránsito.

Algunos estados y empresas de servicios públicos ofrecen incentivos financieros para las estaciones de carga. Consulte la página de Laws & Incentives de AFDC para obtener más información (afdc.energy.gov/laws, en inglés).

¿Cuánto cuestan los vehículos?

Los vehículos eléctricos generalmente son más caros que sus contrapartes convencionales. Sin embargo, los menores costos de combustible y mantenimiento pueden convertirlos en una opción competitiva. Por ejemplo, los trenes motrices eléctricos son más eficientes, lo que hace que los BEV (y los

PHEV que funcionan en modo eléctrico) sean más del triple de eficientes. La electricidad también es menos costosa que la gasolina o el diésel en términos de energía equivalente. Los conductores de BEV pueden ahorrar hasta \$14,500 solo en costos de combustible en 15 años (vea la tabla **Beneficios de los vehículos de propulsión eléctrica**).

Los créditos fiscales federales y estatales y los reembolsos privados y de las empresas de servicios públicos también pueden estar disponibles para ayudar a compensar el costo de los EV. Para obtener información sobre los incentivos disponibles para los vehículos, consulte la página de Laws & Incentives de AFDC (afdc.energy.gov/laws, en inglés).

Para conocer las clasificaciones de ahorro de combustible y las comparaciones de costo de combustible y vehículo entre los modelos disponibles actualmente, visite ahorremosgasolina.org.

¿Cómo comparan sus emisiones con las de los vehículos convencionales?

Los vehículos eléctricos suelen producir menos emisiones que los vehículos convencionales. Los vehículos todo eléctrico producen cero emisiones de escape, y los PHEV no producen emisiones de escape cuando están en modo solo eléctrico.

Las emisiones de ciclo de vida se generan durante la producción de combustible o electricidad, así como durante el proceso de fabricación del vehículo. Las emisiones de ciclo de vida de un EV dependen en gran medida de cómo se genera la electricidad (y de cuánto se usa el motor convencional de un PHEV), y esto varía según la región. En general, los vehículos todo eléctrico y los PHEV producen entre un tercio y la mitad de las emisiones de los vehículos convencionales, respectivamente, considerando tanto los contaminantes del aire como los gases de efecto invernadero. Las regiones con un alto uso de energías renovables verán mayores beneficios en cuanto a emisiones. Vea

una comparación de emisiones por estado utilizando la herramienta de emisiones de AFDC en afdc.energy.gov/ev-emissions.html (en inglés).

¿Qué debo saber sobre la seguridad y el mantenimiento?

Todos los vehículos eléctricos se someten a las mismas pruebas rigurosas de seguridad que los vehículos convencionales vendidos en los Estados Unidos y deben cumplir con los Estándares federales de seguridad para vehículos motorizados (incluidos los relativos a las baterías). Para obtener información adicional sobre la seguridad, consulte la página de Maintenance and Safety of Hybrid and Plug-In Electric Vehicles de AFDC (afdc.energy.gov/vehicles/electric_maintenance.html, en inglés).

Dado que los PHEV tienen motores convencionales, sus requisitos de mantenimiento son similares a los de los vehículos convencionales.

En todos los EV, el sistema eléctrico (batería, motor y componentes electrónicos asociados) requiere un mantenimiento programado mínimo. La garantía del fabricante de una batería generalmente cubre 8 años o 100,000 millas, y la vida útil esperada de la batería es de 12 a 15 años en condiciones normales de funcionamiento y en climas moderados.

Consulte con el fabricante de su vehículo acerca de las garantías del vehículo y de la batería. Los sistemas de frenos de estos vehículos suelen durar más que los de los vehículos convencionales porque el frenado regenerativo reduce el desgaste de los frenos.

Los vehículos todo eléctrico carecen de motores convencionales y tienen muchas menos piezas móviles y menos fluidos que cambiar, por lo que normalmente requieren menos mantenimiento que los

vehículos convencionales o incluso que los PHEV.

Considerando un EV

Los gerentes de flotas deben tener en cuenta:

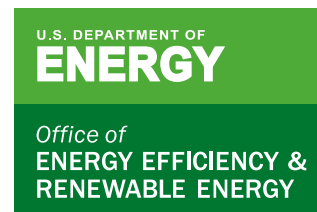
- organizar la capacitación básica de técnicos y conductores;
- llevar a cabo la planificación del sitio donde se ubicarán las unidades de carga, tomando en cuenta los contratiempos, las ubicaciones de los servicios eléctricos, las posibles necesidades de actualización del servicio y las actualizaciones futuras;
- determinar cuándo y cómo se cargarán los vehículos (lo que incluye trabajar con las empresas de servicios públicos para comprender los cargos por tiempo de uso y por demanda), así como llevar un control del proceso de carga;
- explorar los incentivos privados o de servicios públicos para la instalación de equipos o el uso de energía;
- evaluar a los diversos proveedores de equipos y considerar las necesidades y opciones de la flota, como la carga inteligente, las comunicaciones en la nube, los pagos a proveedores, y quién es dueño de los equipos y responsable de su mantenimiento; y
- programar la compra e instalación de las unidades de carga con la entrega de los vehículos (esto puede ser especialmente lento y complicado para las organizaciones municipales).

Para los vehículos medianos y pesados, existen consideraciones adicionales:

- examinar las cargas auxiliares (por ejemplo, calefacción/refrigeración, luces, toma de fuerza y el uso de algún sistema hidráulico) y las unidades de potencia auxiliar opcionales o las unidades de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC, por su sigla en inglés) alimentadas por diésel u otro combustible;

- determinar los impactos del aumento del consumo eléctrico, especialmente cuando varios vehículos deben cargarse simultáneamente cuando las tarifas de carga son altas; y
- comprender qué tipo de mantenimiento y apoyo para el vehículo ofrece el fabricante del equipo original si surgen problemas.

Encuentre más información sobre los vehículos eléctricos en la página de AFDC en afdc.energy.gov/vehicles/electric.html (en inglés). ■



Para obtener más información, visite: afdc.energy.gov (en inglés)

DOE/GO-102023-6107 · Noviembre 2023