

# *BARRERAS Y OPORTUNIDADES EN SISTEMAS DE RECARGA DE VEHÍCULOS ELECTRICOS*

Gustavo Riveros, Marcelo Barboza, Enrique Buzarquis, Luis Ortiz, Marcelo Zárate.

## **Resumen**

El grupo de trabajo del área de tecnologías energéticas del PTI-PY, mediante una extensiva revisión bibliográfica y la experiencia obtenida en las actividades de ejecución de proyectos afines, identificó las principales barreras que enfrenta la movilidad eléctrica en su implementación en países donde ésta ya se encuentra con un nivel de avance significativo, dando énfasis a los sistemas de alimentación de los vehículos eléctricos (SAVE). Se logró identificar que la adecuación de las instalaciones eléctricas, la gestión dinámica de la potencia, la adaptación a sistemas de Smart Grid y a sistemas Smart Metering así como la adaptación a los sistemas de cobro/facturación existente son algunos factores que causaron problemas en la implementación y que en algunos casos, aún se encuentran en proceso de adaptación. También se realizó un análisis de las oportunidades que podría adoptar el PTI-PY para su implementación en futuros proyectos o en proyectos ya existentes, como lo es el caso del proyecto de la Ruta Verde.

**Palabras Clave:** Movilidad Eléctrica, Sistemas de recarga, Electromovilidad.

**Contacto:** [gustavo.riveros@pti.org.py](mailto:gustavo.riveros@pti.org.py); [marcelo.barboza@pti.org.py](mailto:marcelo.barboza@pti.org.py);

[enrique.buzarquis@pti.org.py](mailto:enrique.buzarquis@pti.org.py); [luis.ortiz@pti.org.py](mailto:luis.ortiz@pti.org.py); [marcelo.zarate@pti.org.py](mailto:marcelo.zarate@pti.org.py)

Las publicaciones técnicas del PTI-PY describen trabajos llevados a cabo por los autores y se publican para suscitar comentarios y fomentar el debate. Las opiniones expresadas en los artículos técnicos del PTI-PY son las de los autores y no representan necesariamente las opiniones del PTI-PY, su Directorio Ejecutivo o su Consejo de Administración.

## 1. Introducción

El Parque Tecnológico de Itaipu – Paraguay, tiene un largo camino recorrido en la tecnología de movilidad eléctrica. Desde sus inicios impulso algunos proyectos de desarrollo, bicicleta eléctrica, cuatriciclos y motocargas eléctricas, el emblemático Fusca eléctrico y más recientemente la puesta a punto de la red de estaciones de recarga, instaladas a lo largo de la Ruta PY02.

Se resalta que el PTI, juntamente con el INTN, llevan adelante el Comité Técnico CTN61 “Automatización de Sistemas Eléctricos y Smart Grid”, actualmente abocada a la revisión y adopción de normas orientadas al sector de la movilidad eléctrica, teniendo como principales resultados la adopción de las primeras normas paraguayas específicamente del sector. También se destaca, que mediante el financiamiento del BID fue posible la elaboración de la “Guía para la Estandarización de la Movilidad Eléctrica” en la que se define un marco de priorización de normas para generar las condiciones técnicas que aseguren una transición segura y ordenada hacia la movilidad eléctrica.

En el marco del proyecto Ruta Verde, se realizaron con éxito las jornadas de capacitación a bomberos y funcionarios de las estaciones, por parte del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Ciudad del Este y la Asociación Paraguay de Rescate Vehicular conjuntamente con técnicos del PTI, donde se presentaron los protocolos de prevención y actuación ante siniestros en vehículos eléctricos y estaciones de carga – GREVE.



*Figura 1. Capacitación a bomberos y funcionarios sobre protocolos de prevención y actuación ante siniestros en vehículos eléctricos y estaciones de carga.*

## 2.Contexto de la movilidad eléctrica

La autonomía y el proceso de recarga de un vehículo eléctrico ya han alcanzado la madurez tecnológica necesaria para competir con los de combustión. Al igual que con un vehículo movido a gasolina (nafta) o diésel, la autonomía variará en función del estilo de conducción de cada uno. Lo cierto es que las baterías modernas, son muy fiables y es muy poco probable que en menos de 10 años hayan perdido toda esa capacidad de carga.

El avance de la movilidad eléctrica a nivel mundial ha venido desarrollando un avance bastante significativo a lo largo de los últimos años, esto se refleja en la cantidad de vehículos eléctricos que se han fabricado; así también se observa un considerable aumento de la venta de estos. Tomando en cuenta el trabajo de (HINOJO, 2020), se pueden resaltar los siguientes puntos:

- Las ventas de vehículos eléctricos a largo plazo se verán influenciadas por la rapidez con la que la infraestructura de carga se extienda por los mercados clave.
- China es y seguirá siendo el mercado de vehículos eléctricos más grande del mundo.
- Los autobuses pasaran a ser eléctricos más rápido que los vehículos ligeros.
- Los VE ahorraran 7,3 millones de barriles/día de combustible, en el sector transporte.
- El nuevo escenario sobre movilidad eléctrica tendrá un gran impacto en la industria automotriz, las condiciones ambientales y en el sector de la energía eléctrica.

*Tabla 1. Datos relacionados a VE y a estaciones de carga.*

<b>Total de VE fabricados en el mundo (2015)</b>	500.000 unidades.
<b>Total de VE fabricados en el mundo (2017)</b>	1.200.000 unidades.
<b>Total de VE fabricados en el mundo (2019)</b>	2.2000.00 unidades.
<b>Mercados principales de VE</b>	China, EEUU, India, Europa

## EV SALES 2019 = 2,2 MIO UNITS (+9%)

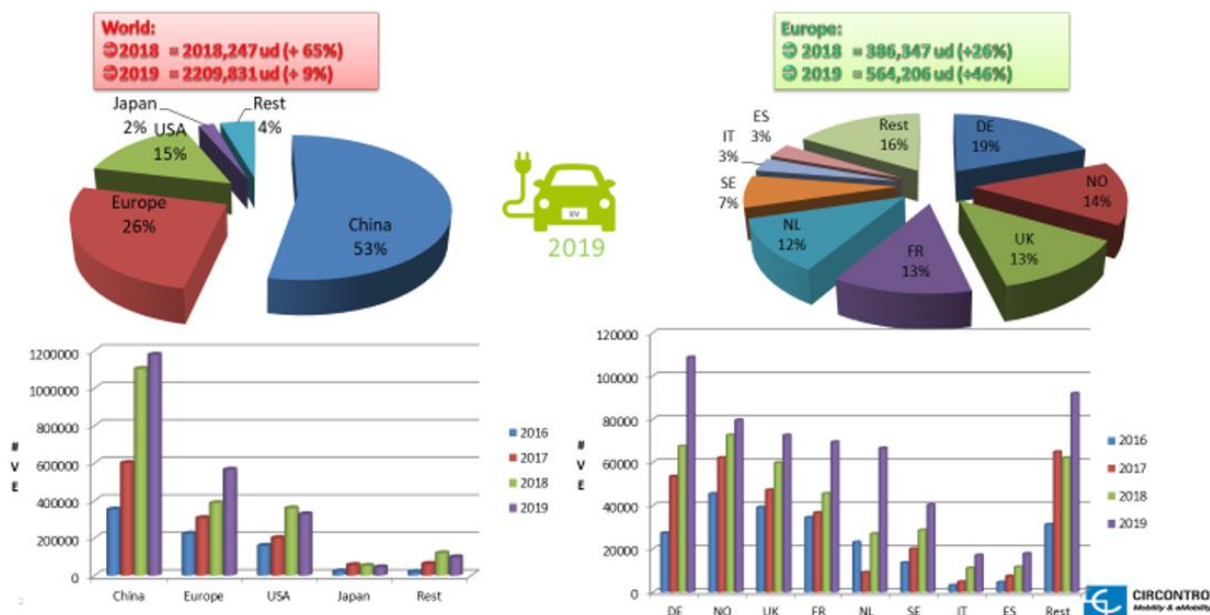


Figura 2. Ventas de VE en 2019 a nivel global y en Europa.

### DATOS IMPORTANTES

- En el año 2017 el parque mundial de vehículos era de 1,2 Billones, y solo 3 Millones eran eléctricos (0,25%). Para 2030 la predicción es de 1,4 Billones, de los cuales 140 Millones serían eléctricos (10%). Europa sería un tercio del mercado.
- En el año 2030, la mitad de los VE (70 Millones) tendría un cargador privado (hogar) y cada 10 VE (14 Millones) tendría un cargador público. Uno de cada 20 cargadores públicos sería rápido o ultrarrápido (1,4 Millones).
- La carga rápida y ultrarrápida será necesaria, aunque la gran parte de la recarga de la batería del VE se llevaría a cabo en casa, en el trabajo o lugar de destino; en suma, en donde el VE esté aparcado por un tiempo largo.

### 3. MOVILIDAD ELÉCTRICA EN EL PARAGUAY

Mediante la revisión bibliográfica realizada por (Galeano, F. y Rodas, A., 2020) se pudo acceder a los datos disponibles en el sistema SOFIA de la Dirección Nacional de Aduanas del Paraguay. En dicho sistema consta la cantidad de vehículos eléctricos e híbridos ingresados al país desde el 2012. Discriminando a los vehículos puramente eléctricos, se puede visualizar los datos obtenidos en la siguiente tabla:

Tabla 2. Vehículos eléctricos e híbridos en Paraguay.

	(VEs+HIBRIDO) acumulados por año	(VEs) acumulados por año
<b>2012</b>	4	0
<b>2013</b>	41	5
<b>2014</b>	74	16
<b>2015</b>	167	46
<b>2016</b>	199	48
<b>2017</b>	257	61
<b>2018</b>	296	65
<b>2019</b>	627	115
<b>May-20</b>	849	160

Según los datos mencionados, hasta mayo del 2020, la composición mixta de Vehículos Eléctricos e híbridos que ingresaron por Aduana por medio de la importación llega a 849 unidades, de los cuales 160 unidades corresponden a vehículos puramente eléctricos.

En cuanto a las estaciones de recarga para los vehículos eléctricos se identificaron las siguientes:

1. Cuatro estaciones del proyecto Ruta Verde:
  - a. Estación PETROPAR Ka'arendy de la ciudad de J. L. Mallorquín.
  - b. Estación PETROPAR San José II de la ciudad de Caaguazú.
  - c. Estación PETROPAR San Isidro de la ciudad de Coronel Oviedo.
  - d. Estación ENEX Punto 63 de la ciudad de Piribebuy.
2. Estación PETROBRAS - Shopping del Sol.
3. Estación BR Bahía – Aviadores.
4. Estación BR Bahía – Autopista Silvio Pettirossi.
5. Estación BYD – Paseo La Galería.
6. Estación de carga - Paseo Las Carmelitas.
7. Estación de carga – Villa Morra Shopping.
8. Estación de carga – Shopping Mcal. López.
9. Estación de carga del Hotel Aloft.
10. Estación de carga de Merconet S.R.L.
11. Estación de carga del Centro de Informaciones del Lago de Ypacaraí, San Bernardino.

A finales del 2020 el Área de Tecnologías Energéticas del PTI fue la encargada de poner a punto las estaciones de recarga que hacen parte de la denominada Ruta Verde. A inicios del 2021 fue realizada la inspección técnica por parte del INTN de las mismas, siendo totalmente aprobadas desde el punto de vista de seguridad eléctrica, posteriormente el MIC (Ministerio de Industria y Comercio) ha dictaminado la habilitación legal de las estaciones. En el siguiente mapa se puede observar la localización de los puntos de recarga

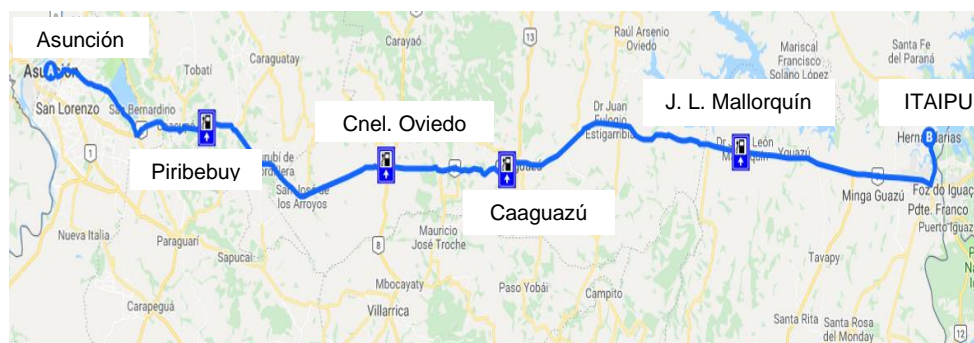


Figura 3. Mapa de la denominada Ruta Verde.

#### 4. EQUIPOS Y SERVICIOS PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

A partir de una revisión bibliográfica, desde el trabajo de (HINOJO, 2020) fueron extraídas las siguientes informaciones:

- En 2018, la energía mundial total consumida para cargar los 4 millones de VE existentes fue de alrededor de 10 TWh (promedio por vehículo 12.500 km/año consumiendo 20kWh/100km). Esta cifra es muy baja en comparación con el total del consumo mundial de energía eléctrica (25.000 TWh). En la UE fue de 4.000 TWh, en España de 265 TWh. La demanda de energía para cargar VE podría alcanzar los 300 TWh en 2030 (para cargar unos 140 millones de VE)
- Todas las predicciones, de las empresas de consultoría de renombre y del sector, muestran la carga en corriente alterna (CA) como fuente dominante para llenar las baterías de los VE. Sin embargo, la carga rápida en corriente continua (CC) es necesaria para conductores que no disponen de cargador en su hogar y/o su lugar de trabajo, para flotas y taxis, y también para vehículos en tránsito recorriendo largas distancias (autopistas) así como para el autobús eléctrico (eBUS) y los camiones eléctricos (eTRUCK). En estos últimos casos, será necesaria una carga ultrarrápida.
- Con frecuencia, la red eléctrica local en baja tensión no será suficiente para carga ultrarrápida o rápida, con lo que se requerirá una carga semi rápida, ya sea de CA o CC. La potencia necesaria para cargar simultáneamente 1 millón de VE, con una potencia media de 10 kW, es de 10 GW. Algunos se cargarán en casa a 3,2-7,4 kW, otros en el trabajo a 7,4-25 kW, algunos en cargadores públicos a 25-50 kW, algunos en cargadores de alta velocidad a 50- 150 kW y más.
- Hay que tener en cuenta que el millón de vehículos mencionado cargaría en sus baterías alrededor de 35 GWh (considerando una carga promedio de 35 kWh por sesión). Por lo tanto, cargar 1 millón de vehículos simultáneamente sólo es posible con **una gestión inteligente de la potencia disponible**, tanto en el país como regional y localmente (ya que se debe considerar la curva de energía del día y las limitaciones de energía local en la distribución).

- El costo del servicio de carga para los choferes de VE es, hoy en día, diferente dependiendo del país y el operador de carga. En algunos países o lugares, la carga es aún gratuita ya que es cubierto por el gobierno o las autoridades locales (normalmente países donde la movilidad eléctrica está empezando). Pero es cada vez más extendido el modelo de carga con costo asociado, especialmente para la carga publica rápida.

## 5. Retos Tecnológicos a nivel global

A continuación, se presentan los principales aspectos tecnológicos que deben considerarse a corto y mediano plazo, que se configuran como retos pero a la vez como oportunidades para las entidades que forman parte del ecosistema de la electromovilidad:

### a) Gestión dinámica de la potencia.

De modo a que los cargadores puedan acoplarse debidamente tanto a la red de la ciudad (en el caso de los cargadores públicos) así como a la red eléctrica local (en el caso de los cargadores privados) se debería pensar en esto ya con un enfoque de gestión inteligente de las redes. Como ventajas de la aplicación de esto podríamos citar la optimización de la potencia suministrada por los puntos de carga, sí como la reducción del tiempo que tarda en cargar completamente una flota.

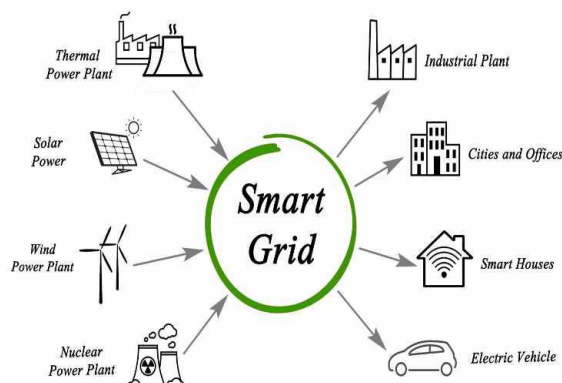


Figura 4. La gestión dinámica de la potencia será una de las claves para la implementación de la movilidad eléctrica. Imagen recuperada de: <https://www.smart-energy.com/features-analysis/getting-ready-to-operate-the-smarter-grid/>

### b) SAVE → Smart Metering.

Supervisar y controlar en tiempo real el estado de cada punto de carga y el consumo en tiempo real también es un desafío con el cual se contará para la implementación de la movilidad eléctrica, principalmente en los países donde ésta es aún incipiente.



Figura 5. La implementación del smart metering o medición inteligente también será una de las claves para la movilidad eléctrica. Imagen recuperada de <https://www.smart-energyq.com/features-analysis/getting-ready-to-operate-the-smarter-grid/>

### c) Integración de los sistemas de pago existentes a la carga del VE.

Lograr la facilidad de pago, mediante la integración del sistema de carga de vehículos eléctricos con los sistemas de pago vigentes, pese a no ser un punto principal o ligado técnicamente a éste, definitivamente será un punto que generará facilidad para todos los usuarios de vehículos eléctricos.

### d) ISO 15118: Interfaz de comunicación entre el vehículo y la red eléctrica.

Actualmente solo existía como normativa, la IEC 61851, que regula la comunicación entre puntos de recarga y automóviles eléctricos. Si bien, en aspecto técnico está correcto, esta normativa queda obsoleta de cara a una implantación masiva de automóviles eléctricos. (V2G-Clarity, 2019).

Entre las ventajas que incorpora:

- Existe una comunicación no solamente del punto de recarga con el vehículo, si no con el operador de red, o el propio operador del punto de recarga.
- Se regula el “plug and charge”, que es una especie de lo que tiene Tesla. Tu cuando vas a un supercharger, no le dices quién eres, ni que automóvil tienes, el punto de recarga lo sabe solo y te cobra directamente sin necesidad de identificarte.
- Comunicación y regulación para dispositivos V2G y V2H (puntos de recarga bidireccionales).
- Todo lo referente a seguridad en las comunicaciones.
- La posibilidad que los operadores de red intervengan en tu recarga. La propia REE podría intervenir en tu recarga, aumentando o bajando la propia intensidad de recarga.
- Regula el protocolo de carga CSS Combo.
- Regula la carga inalámbrica.



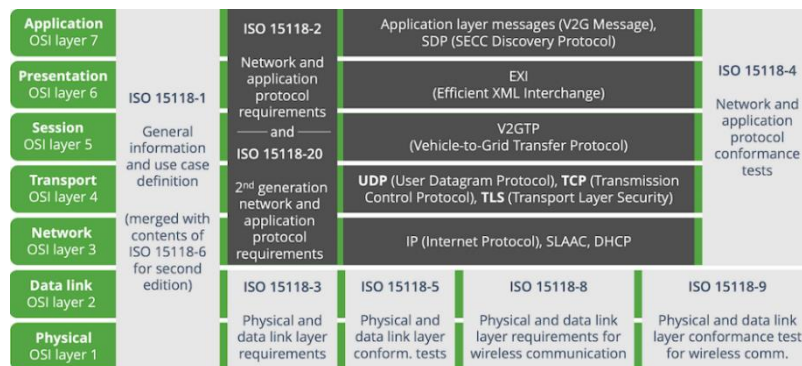


Figura 6. Las ocho partes de la norma ISO 15118 y su relación con las siete capas ISO /OSI

**e) V2G (Vehicle 2 Grid): El VE devuelve energía a la red eléctrica.**

Lograr la interacción entre el vehículo y las redes inteligentes, de modo a optimizar el uso de la energía. La tecnología V2G reduce el riesgo de que se produzcan sobrecargas de red y, por lo tanto, posibles apagones o cortes de suministro al conjunto de usuarios. (Ladera, 2020)

En definitiva, el uso de esta tecnología trae como resultado ahorros en términos económicos y energéticos debido a la posibilidad de elegir los horarios de recarga del vehículo e introducir el vehículo eléctrico en la ecuación de la red eléctrica. Aunque no todo podrían ser ventajas, ya que, esta tecnología podría ser perjudicial para la vida útil de las baterías. (Benito, 2019)



Figura 7. Sistema Nissan Vehicle to Home (V2H). Fuente: Nissan.

**f) Cargas alternativas para los VE/Fuentes alternativas.**

- **Carga magnética de los VE.**

Este tipo de recarga ofrecerá ventajas interesantes, ya que podrá proporcionar un sistema de carga sin cables ni conductores. El principio de funcionamiento de esta tecnología se basa en bobinas, una de las cuales iría incorporada debajo del vehículo y la otra se encontraría en el suelo o asfalto. Incluso algunas empresas privadas se encuentran probando un “*hormigón magnetizable*”. La capa de hormigón magnetizable incorpora en su interior

*partículas de ferrita recicladas* procedentes de residuos electrónicos. Este sustituiría a una bobina eléctrica primaria, conductora, en la que se puede introducir una corriente eléctrica y crear un campo magnético que active la bobina secundaria que iría situada en el vehículo eléctrico que circula sobre la carretera. (García, 2018).

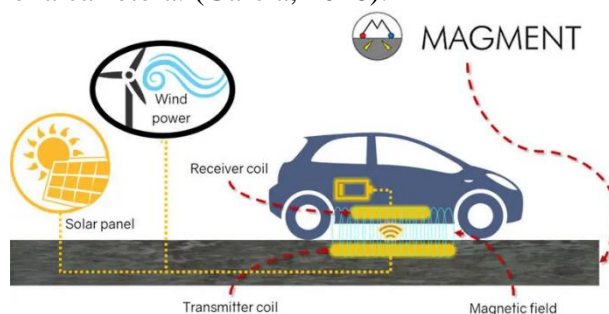


Figura 8. Sistema de recarga con asfalto magnetizable que se encuentra desarrollando la empresa alemana Magment.

## 6. Desafíos y oportunidades del PTI-PY

Analizando los factores expuestos, el PTI, a través de sus distintas áreas, se constituye como un actor importante en la consolidación de la movilidad eléctrica a nivel nacional. Seguidamente son expuestas las principales oportunidades detectadas dentro del ecosistema de movilidad eléctrica:

**TERRITORIO PTI:** como Hub nacional de innovación tecnológica, este territorio pretende ofrecer las condiciones necesarias y adecuadas para que la tecnología de la movilidad eléctrica (tanto en vehículos como en infraestructura de recarga) se desarrolle y sostenga adecuadamente. Este fomento al desarrollo tecnológico en el ámbito de la electromovilidad buscará producir o influenciar cambios, desde el mercado laboral (en toda la zona de influencia de la Itaipu Binacional) hasta la estructura del territorio donde estará instalado, a partir de la disponibilidad de territorio y energía en abundancia para la instalación de empresas dedicadas al rubro.

**ARTICULACIÓN INTERINSTITUCIONAL:** la introducción masiva de vehículos eléctricos en el país y el despliegue de estaciones de recarga requieren de una colaboración interinstitucional, el PTI podrá articular la cooperación con entidades privadas y gubernamentales, universidades y centros de investigación, de manera a poner a disposición toda su experticia en el desarrollo de proyectos innovadores en potencialidad de movilidad eléctrica e infraestructuras de transporte, a partir de sus equipos multidisciplinarios adecuados para cada una de las funciones, direccionando el capital o los recursos que permitan su sostenimiento y la generación continua de sinergias.

**LABORATORIO DE MOVILIDAD ELÉCTRICA:** el PTI dispone de todas las características para implementar un Laboratorio, dotado de infraestructura y capacidades tecnológicas innovadoras en el área de Vehículos Eléctricos, impactando en la consolidación de bases técnicas y en la promoción del uso de movilidad eléctrica en el

territorio nacional.

**CAPACITACIÓN:** la formación continua de recursos humanos para entender, desarrollar y gestionar diferentes aspectos de la electromovilidad se constituye como un pilar para el sector y el PTI puede liderar estas actividades, brindando el apoyo técnico necesario, las experiencias acumuladas y aprovechando los acuerdos institucionales, se podría establecer un centro de excelencia para acompañar

De una manera u otra, son muchas las oportunidades que se presentan al parque para poder seguir potenciando aún más su participación en la consolidación de la movilidad eléctrica en el territorio nacional.

## 7. Referencias

Benito, J. L. (7 de Agosto de 2019). Obtenido de [movilidadelectrica.com](https://movilidadelectrica.com/beneficios-de-la-tecnologia-v2g/): <https://movilidadelectrica.com/beneficios-de-la-tecnologia-v2g/>

Diéguez, J. L. (Junio de 2017). Obtenido de: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/112391/TFG%20CARGADOR%20DE%20BATER%20PARA%20VEH%20CULOS%20-%20JAVIER%20LOGRO%20DI%20GUEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

García, G. (16 de Septiembre de 2018). *Híbridos y Eléctricos*. Obtenido de: <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/tecnologia/recarga-inductiva-dinamica-asfalto-carreteras/20180911123808021685.html>

HINOJO, J. (22 de ABRIL de 2020). *Híbridos y eléctricos*. Obtenido de: <https://www.hibridosyelectricos.com/opinion/joan-hinojo/infraestructura-recarga-ve-mercado-desarrollo/20200422152148034646.html>

Ladera, I. M. (29 de Diciembre de 2020). *Foro coches eléctricos*. Obtenido de: <https://forococheselectricos.com/2020/12/que-es-como-funciona-el-v2g-y-por-que-es-importante-para-la-gestion-de-flotas.html>

V2G-Clarity. (25 de Febrero de 2019). *V2G-Clarity*. Obtenido de: <https://v2g-clarity.com/knowledgebase/what-is-iso-15118/>

Velotto, F. (2020). *Informe de Pasantía - Área Tecnologías Energéticas FPTI-PY*.