

Análisis regulatorio y tarifario para la recarga de vehículos eléctricos

Ing. Susana Bianchi¹, Ing. Carolina Pesce², Dr. Ing. Mario Vignolo³ y Dra. Magdalena Marinoni.⁴
Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República

13 de septiembre de 2021

Resumen—En el presente trabajo se realiza un análisis internacional de las prácticas regulatorias y tarifarias para la recarga de vehículos eléctricos, considerando como referencia países que presentan un buen desarrollo de movilidad eléctrica. Luego, se analiza el caso de Uruguay, en base al marco regulatorio del sector eléctrico vigente y las prácticas actuales de recarga que se dan en el país.

Palabras clave—Vehículos eléctricos, infraestructura de recarga, regulación, tarifas.

Nota: Este trabajo fue realizado en el marco del curso “Seminario de mercados eléctricos”, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, edición 2020.

I. INTRODUCCIÓN

El mercado de los vehículos eléctricos ha ido en crecimiento en los últimos años. Según el reporte de junio 2020 de la International Energy Agency (IEA), las ventas de vehículos eléctricos a nivel mundial alcanzaron las 2,1 millones de unidades en el 2019, superando al 2018, el cual ya representaba un año récord para el mercado. De esta forma, a fines de 2019 se alcanzó un número total de 7,2 millones de vehículos eléctricos en el mundo.[1] Las principales barreras que deben superar los compradores para adquirir dichos vehículos, son la disponibilidad de cargadores en la vía pública, la autonomía del vehículo y la inversión inicial. Por lo tanto, la presencia de una infraestructura de recarga de acceso público juega un papel fundamental en la promoción del mercado de la movilidad eléctrica.[2]

¹La Ing. Susana Bianchi, egresada de la UDELAR, se desempeña desde 2015 como Directora de Obras en instalaciones de alta tensión de UTE y previamente ha realizado gestión de mantenimiento y proyectos en la industria privada.

²Carolina Pesce es Ingeniera Eléctrica egresada de la UDELAR, se encuentra cursando actualmente el Diploma en Sistemas Eléctricos de Potencia en dicha universidad y se desempeña como profesional en UTE.

³El Dr. Ing. Mario Vignolo es Profesor Titular Grado 5 del Departamento de Potencia de la Facultad de Ingeniería de UDELAR y se desempeña asimismo como consultor independiente en el área de la regulación, energía e ingeniería eléctrica.

⁴La Dra. Magdalena Marinoni es Abogada y Escribana egresada de la Universidad de la República habiéndose desempeñado durante 10 años como asesora de la Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua y desarrollando diversas instancias de especialización y estudio en la materia.

Para poder realizar un análisis de las características asociadas a la actividad de recarga de vehículos eléctricos, desde el punto de vista regulatorio, es necesario conocer el marco conceptual del sector eléctrico. Es decir, saber qué actividades son monopolios naturales y qué actividades pueden estar sujetas a competencia. Para diferenciarlas, se recurre al concepto de economía de escala, asociado a los costos marginales de una actividad. Si el incremento de los costos totales por producir una unidad más del bien (costo marginal) es decreciente o nulo en su rango de producción, se dice que la actividad tiene economía de escala.

Es el caso de la transmisión y distribución de energía eléctrica, donde el impacto de los costos fijos es alto respecto a los costos variables y la capacidad nominal de producción es alta y rígida. Se dice que estos sectores configuran un monopolio natural y no pueden ser coordinados por el mercado competitivo, por lo que deben ser regulados.

Por otro lado, aquellas actividades que no posean economía de escala sí pueden estar sujetas a la competencia, como es el caso de la generación y la comercialización de la energía. En base a esto, se pueden identificar cuatro modelos distintos para la estructura del sector eléctrico [3]:

- Modelo 1: No existe competencia. Una única empresa verticalmente integrada agrupa las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización.
- Modelo 2: Existe únicamente competencia en generación. Aparece la figura del comprador único, el cual genera contratos con empresas privadas de generación que compiten por el mercado.
- Modelo 3: Mercado mayorista. Existe competencia en generación y más de un agente demandante independiente, limitado por la escala dispuesta por el regulador.
- Modelo 4: Mercado mayorista y minorista. Existe competencia plena en el mercado, con multiplicidad de agentes oferentes y demandantes, sin límite de escala.

Además, en lo que refiere a la propiedad de las etapas involucradas, se detectan tres posibilidades:

- Propiedad del estado con gestión del ejecutivo.
- Propiedad del estado con gestión independiente (empresa pública).
- Propiedad privada.

El modelo que elige cada país es una decisión de política energética que lleva a la creación de un marco regulatorio del sector eléctrico, cuyo cumplimiento deberá controlar el regulador.

La recarga de vehículos eléctricos es una actividad de comercialización minorista, por lo que puede estar sujeta a competencia. Según los modelos vistos anteriormente, la regulación de la recarga de vehículos eléctricos podría adoptar alguna de las siguientes modalidades:

- Modalidad 1: Sin competencia. La empresa verticalmente integrada posee, desarrolla, opera y gestiona la infraestructura de recarga.
- Modalidad 2: Comprador único. La empresa verticalmente integrada genera, a través de licitaciones, contratos con empresas privadas, provocando una competencia por el mercado.
- Modalidad 3: Competencia plena. Apertura del mercado, generando libre competencia en la instalación y operación de infraestructura de recarga.

Debe notarse la distinción entre “Modelos” definidos en [3] para la estructura del Sector Eléctrico y estas “Modalidades” definidas para la actividad de recarga de vehículos eléctricos. La caracterización realizada en las modalidades presentadas representa un esquema conceptual básico, a partir del cual se podrían diseñar otras soluciones.

II. ANÁLISIS INTERNACIONAL

A continuación, se realiza un análisis internacional de las prácticas regulatorias y tarifarias para la recarga de vehículos eléctricos adoptadas por otros países o regiones donde existe un buen desarrollo de la movilidad eléctrica.

II-A. Unión Europea

El 22 de octubre de 2014, el parlamento europeo y el consejo de la Unión Europea aprueban la directiva 2014/94/EU, la cual establece un marco común de medidas para el despliegue de la infraestructura de combustibles alternativos en la Unión Europea, con el fin de minimizar la dependencia del petróleo y mitigar el impacto medioambiental del transporte.[4] De acuerdo a este documento, los Estados Miembros deben velar por que los puntos de recarga accesibles al público sean construidos con una cobertura adecuada, de forma de permitir la circulación de vehículos eléctricos en zonas densamente pobladas y, donde corresponda, dentro de las redes que determinen los Estados Miembros. Asimismo, los Estados Miembros deben garantizar la creación de una infraestructura de acceso público para el suministro de electricidad a los vehículos. Para definir un número adecuado de puntos de recarga accesibles al público en sus políticas nacionales, los Estados Miembros deberían tener en cuenta el número y las especificaciones de los puntos de recarga

accesibles al público existentes en su territorio y decidir si concentrar los esfuerzos en desplegar puntos de recarga normales o de alta potencialidad. Los gestores de la red de distribución, en el desarrollo de sus tareas, deben cooperar de forma no discriminatoria con cualquier propietario o gestor de puntos de recarga, proporcionando la información necesaria para el acceso y el uso eficientes del sistema. Esto debe ocurrir independientemente de que el gestor de la red de distribución pertenezca a una empresa verticalmente integrada que sea propietaria o gestora de puntos de recarga. El despliegue y la explotación de los puntos de recarga para vehículos eléctricos debe desarrollarse en un mercado competitivo con acceso abierto a todas las partes interesadas en establecer u operar infraestructuras de recarga. Por otro lado, el documento determina que cada Estado Miembro adoptará un marco de acción nacional para el desarrollo del mercado de los combustibles alternativos en el sector del transporte y el despliegue de la infraestructura pertinente. El 5 de junio de 2019 se aprueba la directiva 2019/944, la cual en su artículo 33, llamado “Integración de la electromovilidad en la red eléctrica”, establece que los gestores de las redes de distribución no poseerán, desarrollarán, explotarán o gestionarán puntos de recarga para vehículos eléctricos, excepto cuando posean puntos de recarga privados exclusivos para uso propio.[5] Se admiten excepciones, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

1. Otras partes, siguiendo un proceso de licitación abierto, transparente y no discriminatorio, sujeto a revisión y aprobación por parte del regulador, no han obtenido el derecho a poseer, desarrollar, explotar o gestionar puntos de recarga para vehículos eléctricos, o no pudieron prestar dichos servicios a un costo razonable.
2. El regulador haya llevado a cabo una revisión previa de las condiciones del proceso de licitación del punto 1 y haya concedido su aprobación.
3. El gestor de la red de distribución deberá gestionar los puntos de recarga en base al acceso de terceros y no discriminará entre usuarios de la red y, en particular, a favor de sus empresas vinculadas.

En caso de cumplirse lo anterior, los Estados Miembros deberán llevar a cabo a intervalos regulares o al menos cada cinco años, una consulta pública para valorar de nuevo el interés potencial de otras partes en poseer, desarrollar, administrar o gestionar puntos de recarga para vehículos eléctricos. En caso afirmativo, los Estados Miembros se asegurarán que las actividades de los gestores de las redes de distribución relacionadas a este aspecto se eliminen gradualmente, sujeto a una finalización exitosa del proceso de licitación mencionado en el punto 1.

II-A.1. El caso español: Como ejemplo de un caso europeo, se listan a continuación los principales hitos de la legislación española, en lo que refiere a la recarga de

vehículos eléctricos.[6]

- **Ley 19/2009:** Establece medidas de fomento y agilización procesal del alquiler de viviendas y de la eficiencia energética de los edificios. Particularmente, en lo que refiere a vehículos eléctricos, se evita la necesidad de una votación a la hora de instalar un punto de recarga en un garaje comunitario por parte de un vecino. Siempre que el punto de recarga, de uso privado, se ubicara en una plaza individual del garaje del edificio, sólo se requerirá la comunicación previa a la comunidad de que se procederá a su instalación. El costo de dicha instalación será asumido íntegramente por el o los interesados directos en la misma.
- **Real Decreto 647/2011:** Se regula la actividad del gestor de cargas del sistema. Los gestores de cargas son aquellas sociedades mercantiles de servicios de recarga energética que, siendo consumidores, están habilitados para la reventa de energía eléctrica para servicios de recarga energética para vehículos eléctricos. El Real Decreto 647/2011 define la actividad de los gestores de cargas del sistema y concreta y desarrolla sus derechos y obligaciones. Además, regula el procedimiento y los requisitos necesarios para el ejercicio de esta actividad, teniendo en cuenta que este nuevo sujeto tiene dos vertientes: es un consumidor, pero a la vez tiene carácter mercantil y suministra a cliente final, por lo que se asemeja a la figura del comercializador.
- **Real Decreto 1053/2014:** Se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 «Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos», del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por el Real Decreto 842/2002. Dicha ITC incluye esquemas de instalación para la recarga de vehículos eléctricos, previsión de cargas según el esquema de instalación, requisitos generales de la instalación, protección para garantizar la seguridad y condiciones particulares de instalación.
- **Real Decreto 617/2017:** Se regula la concesión directa de ayudas para la adquisición de vehículos de energías alternativas y para la implantación de puntos de recarga de vehículos eléctricos en zonas de acceso público en 2017 (Plan MOVEA 2017).
- **Real Decreto-ley 15/2018:** Este decreto, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores, elimina la figura del gestor de cargas, derogando el Real Decreto 647/2011. El motivo radica en que se ha encontrado que dicha figura es excesivamente rígida y desincentivadora de la actividad.
- **Real Decreto 72/2019:** Regula el programa de incentivos a la movilidad eficiente y sostenible (Programa

MOVES). El plan, dotado con 45 millones de euros, está dirigido fundamentalmente a incentivar la compra de vehículos alternativos y a instalar infraestructura de recarga de vehículos eléctricos.

Siguiendo con el ejemplo de España, en lo que respecta al costo de recargar un vehículo eléctrico en un punto de recarga público, es difícil hablar de un precio concreto, ya que el mismo depende de si el punto de recarga es de potencia normal o alta, de dónde está ubicado (vía pública, hotel, centro comercial, parking) y de quién lo gestione (administración pública o privada).[7]

En el caso de la recarga a potencia normal, es relativamente usual que sea gratuita en muchos establecimientos como hoteles, supermercados o restaurantes, para atraer y fidelizar clientes. También suele ofrecerse en parkings privados, donde los vehículos pasan muchas horas, por lo que una recarga rápida no supone ventaja alguna. En estos casos sí se debe pagar por el servicio.

Los puntos de recarga de alta potencia sí son pagos, ya que la inversión y el costo de mantenerlos es elevado.

A modo de ejemplo, en la Tabla I se muestran los precios de los principales proveedores de recarga rápida en España.

Proveedor	€/kWh
Ionity	0,79
Endesa X	0,49
Repsol	0,47
Wenea	0,45
GIC	0,45
EMT Madrid	0,40
Cargacoches	0,38
EDP	0,36
Iberdrola	0,30
Easycharger	0,30
Tesla (exclusivo usuarios Tesla)	0,29

TABLE I

PRECIOS DE RECARGA RÁPIDA EN ESPAÑA A FEBRERO DE 2020.

El caso de Ionity, que presenta el mayor precio del mercado, corresponde al valor que debe abonar un vehículo que no tenga ninguna suscripción a un programa de recarga con alguna de las marcas de la alianza.

En cuanto a Tesla, que presenta el menor precio de la lista, dado que sólo los modelos de la marca pueden hacer uso de la infraestructura de recarga, no puede considerarse como un competidor del resto de los proveedores al no ser una opción para los propietarios de vehículos de otras marcas.

II-B. Estados Unidos

El gobierno federal de Estados Unidos juega un papel menor en lo que refiere al desarrollo de la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos, siendo mucho más importante en ésta área el rol desempeñado por los gobiernos

estatales y locales.[8]

Las políticas federales incluyen:

- Crédito fiscal del 30 % por el costo de instalación de una estación de recarga, con un máximo de 1.000 USD, aplicable al dueño de la estación. Este beneficio expiró en 2017.
- Programas voluntarios, liderados por el Departamento de Energía de Estados Unidos, para apoyar la recarga en lugares municipales y de trabajo. Estos programas buscan generar un espacio de aprendizaje, donde los empleadores y los municipios compartan sus experiencias en el tema.
- Designación de corredores de recarga de vehículos eléctricos en carreteras nacionales.

En cuanto a los estados, muchos de ellos ofrecen incentivos económicos para la instalación de equipos de recarga, incluyendo devoluciones, créditos fiscales, exenciones fiscales, subvenciones y préstamos. Además, algunos estados promueven la recarga de vehículos eléctricos por medio de normas, mandatos y códigos. Por ejemplo, estableciendo plazos máximos para aprobación de solicitudes de nuevos puestos de recarga residenciales y porcentajes mínimos de espacios de estacionamiento listos para la instalación futura de cargadores en edificios de cierto porte.

En cuanto al mercado eléctrico, Estados Unidos tiene un sistema de servicio eléctrico altamente descentralizado, con cientos de empresas operando en el mercado minorista. La Comisión Federal Reguladora de Energía (FERC) regula el mercado mayorista pero no tiene poder directo sobre las tarifas minoristas. Las reguladoras y las empresas eléctricas se encuentran aún en una etapa inicial en la evaluación del diseño de tarifas para la recarga de vehículos eléctricos. Según un informe publicado en el año 2018 por la SEPA (Smart Electric Power Alliance), sólo 47 de las 447 empresas eléctricas encuestadas habían adoptado tarifas específicas para la recarga de vehículos eléctricos, y solo 14 empresas habían realizado proyectos piloto de recarga. De todas formas, muchas de las empresas están evaluando tarifas para vehículos eléctricos u otros cambios en la estructura de las tarifas para ayudar a administrar la recarga de vehículos eléctricos. Particularmente, las tarifas por franja horaria comenzaron a recibir más atención, ya que no eran populares debido, en parte, al costo de los medidores inteligentes. Sin embargo, varios estados han adoptado recientemente este tipo de tarifas para los clientes residenciales, incluso para la recarga residencial de vehículos eléctricos. Además, se están llevando a cabo distintos programas piloto de respuesta a la demanda de vehículos eléctricos y se está prestando atención a la posibilidad de que los cargadores de vehículos eléctricos incurran en importantes cargos por demanda (tarifas que se aplican en función de la mayor cantidad de energía

consumida durante cualquier intervalo en el período de facturación).

En cuanto a redes de recarga independientes, es decir que no son propiedad ni son operadas por empresas de servicios públicos o fabricantes de vehículos, las más grandes de Estados Unidos son:

- **ChargePoint**, que opera la red más grande del mundo de estaciones de carga de vehículos eléctricos en América del Norte y Europa.
- **EVgo**, que posee y opera la red pública de recarga rápida más grande de Estados Unidos.
- **BlinkCharging**, que proporciona puntos de recarga en la vía pública, bajo un modelo de suscripción.
- **Greenlots**, que ofrece servicio de recarga a empresas, gobiernos, propietarios de flotas de vehículos eléctricos, empresas de servicios públicos, entre otros.

En cuanto a las empresas eléctricas, existen distintas motivaciones para que ofrezcan el servicio de recarga. Las empresas reguladas de transmisión y distribución pueden verlo como una forma de aumentar ingresos y ganancias a largo plazo y las empresas de generación pueden verlo como una oportunidad para impulsar las ventas. También puede ser visto como una forma de mejorar el funcionamiento de la red y la utilización de los activos, por medio de programas de respuesta a la demanda. Existen actualmente programas piloto de empresas eléctricas de propiedad privada que han obtenido la aprobación de los reguladores estatales, para instalar puestos de recarga en hogares, oficinas, negocios y vía pública. También existe el caso de empresas que han solicitado la aprobación para instalar estaciones de recarga rápida de corriente continua en carreteras y cargadores para vehículos eléctricos de uso comercial e industrial. De todas formas, los reguladores no han aprobado todas las propuestas de las empresas eléctricas para invertir en infraestructura de recarga. Sin embargo, las inversiones aprobadas representan un cambio significativo con respecto a una década atrás, cuando los reguladores eran más escépticos a dichas inversiones.

En Estados Unidos, el fabricante de vehículos Tesla opera su propia red de recarga de vehículos eléctricos. Para enero de 2019, la red de Supercargadores estaba presente en 595 puntos del país. La mayoría se encuentran cerca de las carreteras, pero se han comenzado a construir cada vez más puestos cercanos a las ciudades. Además, el fabricante planea abrir estaciones de carga con salones, tiendas y otras comodidades. Otros fabricantes de vehículos se han asociado con empresas independientes para proporcionar los servicios de recarga, ofreciendo cargas gratuitas por tiempo limitado, tarjetas para redes de recarga, entre otros.

En Estados Unidos, muchas cadenas de grandes tiendas ofrecen carga de vehículos en sus estacionamientos, Algunos

comercios minoristas, para atraer clientes, ofrecen recargas gratuitas totales o por un período inicial. Además, algunos supermercados entregan cupones de descuento a los clientes que frecuentan los cargadores en los estacionamientos de sus tiendas. Los propietarios de los negocios también utilizan los puestos de carga para alentar a los clientes a permanecer más tiempo en el local. Un estudio de mercado mostró que los usuarios de vehículos eléctricos pasaban el triple de tiempo en la tienda, aumentando el gasto.

Por otro lado, algunas empresas están experimentando con unidades de recarga móviles, utilizando unidades pequeñas para estacionamientos y unidades más grandes para asistencia en la carretera. Dichas unidades, que utilizan baterías de ion litio de segunda vida, evitan algunos desafíos asociados a la infraestructura de recarga, como la necesidad de espacios de estacionamientos designados para vehículos eléctricos. Además pueden desconectarse apenas se complete la recarga, requieren menor inversión inicial y se pueden revender. La desventaja es que requieren de un asistente que esté en el sitio para reposicionar la unidad. Además, necesariamente implican pérdidas de energía, lo que potencialmente aumenta el costo del suministro. Existen pérdidas de energía por cargar y descargar la batería móvil y pérdidas de energía al conducir hacia y desde el cliente. Otra desventaja es que puede no ser económicamente favorable restaurar baterías para darles una segunda vida, especialmente cuando los precios de las baterías nuevas son cada vez menores. Por último, los usuarios pueden desconfiar de una red de recarga que dependa de unidades móviles, por temor a que la misma esté ocupada o no esté presente cuando lleguen a cargar.

Los parkings comerciales constituyen un lugar intuitivo para la recarga de vehículos eléctricos. Generalmente, los lugares con puestos de recarga se ofrecen a la misma tarifa que los otros lugares de estacionamiento. A los usuarios se les puede cobrar o no por la electricidad. Las ventajas para los propietarios consisten en atraer clientes adicionales, la marca de amigable con el medio ambiente y el acceso a información de patrones de uso. Como desventajas, los propietarios pueden sentir que perjudica la ocupación. Pero si por el contrario la demanda es lo suficientemente alta, pueden instalar puestos de recarga rápida y cobrar más por el servicio.

Por último, las ciudades se encuentran entre los mayores propietarios de espacios de estacionamiento público, tanto en la vía pública como en parkings de propiedad y operación de la municipalidad. Las ciudades participan activamente de la gestión de estos lugares de estacionamiento, incluyendo el funcionamiento de parquímetros y recaudación de tarifas, por lo que es una importante fuente de ingresos y un instrumento clave para el desarrollo urbano. En Estados Unidos, muchas ciudades ofrecen recarga de vehículos eléctricos en garajes que son propiedad de la ciudad o en puestos de

recarga en la vía pública, donde los lugares son pagos pero la electricidad es gratuita.

En lo que refiere a los precios para la recarga en la vía pública, la ubicación y el tiempo importan, ya que los costos cambian según la hora del día y el área geográfica.[9] Según la EIA (Energy Information Administration), el promedio nacional para la electricidad comercial a julio de 2019 era de 0,11 USD/kWh, pero los precios variaban de 0,08 USD/kWh en Nevada hasta 0,19 USD/kWh en California. Por lo tanto, esta diferencia de precios seguramente se refleja en las tarifas de las estaciones de recarga.

Existen tres modelos para las tarifas de recarga pública:

- Pago por uso
- Suscripciones mensuales
- Gratuitas

De los modelos pagos, el más común y el preferido por los usuarios es el de pago por uso. En estos casos, las tarifas se establecen tomando en cuenta factores como la ubicación del puesto, la hora del día en la cual se utiliza, la duración de la recarga y la potencia del mismo. La forma de pago es a través de tarjetas de crédito y débito y las tarifas pueden ser del tipo costo por minuto, costo de la sesión de recarga o costo del kWh. En cuanto a las membresías, el usuario puede convertirse en un miembro gratuito, lo que le permite pagar utilizando la aplicación celular, accediendo además a otros beneficios de la aplicación, como notificaciones, control sobre la sesión de recarga y otros. Si el usuario paga la membresía mensual, a estos beneficios se le suma una rebaja en las tarifas. Para las redes que ofrecen membresías por suscripción, las tarifas mensuales oscilan entre 4 y 7,99 USD.

Existe además una tarifa que se le cobra al usuario por estar inactivo en el puesto de recarga, es decir, por permanecer conectado una vez finalizada la recarga. Las mismas pueden variar entre los 0,4 y 1,3 USD/minuto.

En cuanto a las redes mencionadas, ChargePoint permite que el propietario del lugar donde esté situado el puesto de recarga establezca la tarifa, mientras que Blink cobra entre 0,04 y 0,06 USD/minuto o entre 0,39 y 0,79 USD/kWh.

En Estados Unidos el costo por cargar completamente el vehículo eléctrico en puesto de recarga pública puede ser mucho mayor al costo de la carga residencial, teniendo en cuenta además que las tarifas minoristas residenciales son mas bajas que las tarifas comerciales. Por lo tanto, la recarga en la vía pública se convierte en una opción de respaldo. Por ejemplo, aquellos usuarios que cuenten con membresía podrían pagar la recarga a 1,50 USD/hora, lo que corresponde al doble de lo que el usuario gastaría recargando en su residencia.

II-C. China

En términos absolutos, China es el país con mayor número de vehículos enchufables (eléctricos más híbridos enchufables), superando el millón de unidades vendidas cada año, desde 2018. Sin embargo, la cuota de dichos vehículos representa únicamente un 4,9 % de los nuevos vehículos vendidos en 2019. No obstante, este porcentaje ubica al país como el sexto del mundo con mayor penetración de vehículos eléctricos.

Esto se explica por las medidas tomadas por el Gobierno Central de China para fomentar la compra de vehículos eléctricos, que incluye exención de impuestos sobre la compra desde 2014 a 2020 y programas de subsidios y obligaciones para los fabricantes de vehículos de producir un número mínimo de vehículos eléctricos.[10] También se han ofrecido incentivos para la circulación (no restringidos por medidas de control de tráfico, permiso de usar el carril de autobús, estacionamiento gratuito) y facilidades para la obtención de las matrículas (gratuitas y adquiridas en menor tiempo).

También los gobiernos locales apoyaron con subsidios a los fabricantes de vehículos eléctricos, como ocurrió en Beijing y Shenzhen.

Otra política importante aplicada en China, es la “política de crédito dual” (abril 2018), que impone objetivos obligatorios para los fabricantes de vehículos a partir de 2019. Según la política, los fabricantes de vehículos son evaluados en términos de consumo de combustible y producción de vehículos eléctricos para calificar para nuevos créditos de energía.

En lo que refiere a la recarga de los vehículos eléctricos en China, el Gobierno Central del país promociona el desarrollo de la red de recarga como un asunto de política nacional, estableciendo objetivos, brindando financiamiento y exigiendo el cumplimiento de normas.[8] Además, muchos de los gobiernos locales del país promueven la red de recarga para vehículos eléctricos por medio de incentivos financieros, exigiendo a los propietarios de edificios residenciales que proporcionen espacios de recarga de vehículos eléctricos u obligando a los parkings a que un porcentaje de los lugares disponibles cuente con puestos de recarga. Recientemente, el gobierno central ha comenzado a reconocer la importancia de convertir la recarga en la vía pública en un negocio viable, como parte de una estrategia para fomentar el uso de vehículos eléctricos. Como consecuencia, está evaluando sustituir los actuales incentivos para la instalación de equipos por incentivos que fomenten la recarga de vehículos eléctricos en estaciones públicas (por ejemplo, con una reducción de la tarifa de recarga por kWh).

Según datos publicados por la Alianza China de Promoción de Infraestructura de Carga de Vehículos Eléctricos, a fines de julio de 2020, el número de estaciones de recarga de

vehículos eléctricos para uso público en el país era de alrededor de 566.000, de las cuales unas 326.000 son AC y el resto son de CC.[11] Desde agosto de 2019 hasta julio de 2020, la cantidad de nuevas estaciones de recarga públicas instaladas por mes promedió alrededor de las 10.000 unidades.

A la misma fecha, ocho operadores representaban el 88,6 % de todas las estaciones de carga instaladas en el país. Por regiones, la instalación de estaciones públicas se mantuvo concentrada en Guangdong, Jiangsu, Shandong, Zhejiang, Anhui, Hebei, Hubei, Fujian, Shanghai y Beijing que, en su conjunto, las diez áreas representan el 73,1 % del total de las instalaciones.

Las estaciones de carga pertenecientes a redes independientes se ubican generalmente en parkings públicos, en las aceras de la calle, en centros comerciales, lugares de entretenimiento y en propiedades privadas.[8]

Junto a State Grid Corporation of China, la otra empresa que domina el sector de la energía eléctrica es China Southern Grid, la cual también ha construido un número significativo de estaciones de recarga de vehículos eléctricos. Ambas empresas son responsables de mejorar la infraestructura de la red de distribución para cargadores de uso público en las ciudades pero de propiedad privada.

En cuanto a los fabricantes de vehículos eléctricos, al igual que en Estados Unidos y que otras partes del mundo, Tesla opera en China sus redes de recarga propias. Además, el fabricante BYD opera también su red propia, que incluye la recarga pública en algunas ciudades.

Los centros comerciales son de los lugares más comunes en China para encontrar infraestructura de recarga. Los estacionamientos de dichos comercios son utilizados tanto por los clientes como por trabajadores cuyas oficinas se encuentran cerca del local. Las principales motivaciones para instalar puestos de recarga en estos lugares son publicitar credenciales ecológicas y cumplir con los mandatos gubernamentales. Actualmente, las tiendas ubicadas dentro de los centros comerciales tienen pocas oportunidades de publicitar u ofrecer promociones relacionadas con la recarga, por lo que es un aspecto a desarrollar. Otro aspecto a mejorar es el mantenimiento de los puestos de recarga, el cual en muchos informes ha figurado como deficiente.

Otra modalidad de recarga presente en China es la economía colaborativa. Una serie de aplicaciones permiten a los usuarios hacer que los puntos de recarga privados puedan ser compartidos. De todas formas, los residentes que quieran ofrecer su punto de recarga para alquiler se enfrentan con problemas como la dificultad de garantizar que los usuarios de vehículos no eléctricos no ocupen el lugar, preocupación de que los ingresos recibidos no compensen el aumento en la factura eléctrica y dificultad para el mantenimiento del punto de recarga. Además, la dificultad para encontrar los puestos de recarga constituye una de las principales

críticas realizadas por los usuarios de las aplicaciones, por lo que posiblemente muchos complejos residenciales no sean adecuados para esta dinámica.

Los autobuses son los principales usuarios de las estaciones de carga, seguidos por los vehículos de pasajeros. Otros tipos de vehículos, como vehículos de carga y taxis, representan una porción menor.

El crecimiento en la instalación de estaciones de recarga públicas es mucho menor que el de los vehículos eléctricos, por lo que un importante porcentaje de los vehículos fabricados no tienen una estación de carga dedicada. A raíz de esto, varias provincias y municipios chinos planean acelerar la construcción de una infraestructura de carga local.

Shenzhen, centro tecnológico del sur de China, es la primera ciudad del mundo en convertir casi todos sus autobuses y taxis en eléctricos.[12] Además, en los últimos años ha desplegado cerca de 60.000 camiones y camionetas eléctricas para el movimiento urbano de mercadería, lo que representa aproximadamente el 35 % de la flota total de vehículos de reparto. Esto se explica por la combinación de estímulos tales como subsidios para vehículos eléctricos, subsidios para la infraestructura de carga que resulta en un rápido crecimiento de una red de carga robusta, restricciones viales en vehículos con motores de combustión interna, tarifas de electricidad preferenciales y mandatos y objetivos a nivel ciudad para que la cantidad de cargadores respalde el crecimiento de la red de carga. Respecto a las tarifas, en China, el Gobierno Central establece políticas generales para las tarifas minoristas de electricidad, incluyendo reglas con respecto a los precios máximos y mínimos para la recarga de vehículos eléctricos. De acuerdo a dichas políticas es que luego las empresas locales de energía establecen los precios minoristas.

En 2014, la NDRC publicó las tarifas de recarga de vehículos eléctricos para tres tipos de clientes:

- Clientes residenciales: Pagan la tarifa residencial, que suele ser una de las tarifas más bajas.
- Estaciones dedicadas a la recarga de vehículos eléctricos y al intercambio de baterías: Pagan la tarifa de grandes clientes industriales.
- Oficinas gubernamentales, parkings públicos y otras empresas: Pagan la tarifa para clientes comerciales y pequeños y medianos clientes industriales, que generalmente es la tarifa más alta.

Si bien históricamente las tarifas de recarga de vehículos eléctricos en China han sido relativamente bajas, en 2018 en Beijing se decidió eliminar los límites para dichas tarifas, buscando fomentar el uso de vehículos eléctricos. La razón de dicha decisión radica en la nueva visión política de garantizar que la recarga pública de vehículos eléctricos sea un negocio atractivo. De todas formas, los conductores de

vehículos eléctricos demostraron ser muy sensibles a los precios.

Muchas provincias y ciudades chinas dividen las tarifas para la recarga en tres franjas horarias (punta, llano y valle), con precios decrecientes, y agregando una tarifa de servicio uniforme en las tres franjas.

Cabe destacar que prácticamente no existen en China programas de respuesta a la demanda para la recarga de vehículos eléctricos debido a la inexistencia de un mercado mayorista. Algunas de las redes de recarga independientes permiten a los usuarios pagar por el servicio a través de alguno de los sistemas de pago móvil mas populares de China, permitiendo prácticamente que cualquier usuario pague escaneando un código QR. Las tarifas están estrictamente reguladas al precio publicado de la electricidad más una tarifa limitada por el servicio. Dado el bajo porcentaje de utilización de los puestos de recarga públicos, muchas de las redes de carga independientes reportan que, con la estructura reguladora vigente, no pueden obtener ganancias.

II-D. El caso uruguayo

En Uruguay, el marco regulatorio vigente determina una estructura del sector eléctrico correspondiente a un modelo 3. La empresa pública UTE es la que agrupa en el país las actividades de transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, además de participar también en la competencia en generación. Dicha empresa ha sido promotora de la movilidad eléctrica en Uruguay, siendo dueña de los puntos de recarga actualmente instalados en la vía pública, ofreciendo el servicio a una tarifa definida y publicada en su pliego tarifario. La empresa pretende tener operativos 133 puntos de recarga a nivel nacional para fines del año 2021. La mayoría de los puntos de recarga instalados, especialmente los ubicados en el interior del país, se encuentran en estaciones de servicio pertenecientes a Ancap. Esto ocurre en el marco de lo que se conoce como “Ruta verde”, proyecto liderado por UTE y Duca (sociedad anónima de capital estatal que gestiona, entre otros, las estaciones de Ancap). Los puestos de recarga se conocen con el nombre de SAVE (Sistema de Alimentación de Vehículos Eléctricos), todos tienen conectores Tipo 2 (aprobado por UNIT) y son de corriente alterna, con una disponibilidad de potencia principalmente de 22 y 44 kW (carga semi rápida y rápida respectivamente).[13]

Desde el punto de vista legal, a nivel del ejecutivo nacional, se han promulgado los siguientes decretos/resoluciones:

- **Decreto N° 219/019:** Establece en su Artículo 1 que los cargadores de vehículos automóviles eléctricos pasarán a tributar una Tasa Global Arancelaria extra-zona e intra-zona de 0 %, por 4 años a contar desde la publicación del Decreto en agosto de 2019.

- **MEF - Asunto 1558:** En su Artículo 1 decreta que los vehículos utilitarios propulsados únicamente con motor eléctrico pasarán a tributar una Tasa Global Arancelaria extra-zona e intra-zona de 0 %, por un plazo de 5 años a contar desde noviembre de 2017.
- **MEF - Asunto 1786:** Vigente desde el año 2012, establece la reducción del Impuesto Específico Interno (IMESI) a vehículos híbridos y eléctricos.
- **MEF - Asunto 705:** Incorpora a los vehículos utilitarios eléctricos en el indicador de producción más limpia de la Ley de Promoción de Inversiones, en enero 2012.
- **MEF - Asunto 3380:** Establece una Tasa Global Arancelaria de 0 % para automóviles propulsados con motor exclusivamente eléctrico, vigente desde enero 2015 por dos años y extendido en la Actualización de la Nomenclatura Arancelaria a la Sexta Enmienda.

Se encuentra que la legislación vigente en Uruguay referida a vehículos eléctricos está enfocada en incentivar y promocionar la movilidad eléctrica a través de beneficios económicos, mediante la reducción de impuestos y tasas, pero no está destinada a regular el negocio de la recarga de los vehículos eléctricos. Por lo tanto, no está definido quiénes pueden poseer, desarrollar, explotar o gestionar puntos de recarga accesibles al público, ni bajo qué condiciones, restricciones u obligaciones pueden hacerlo.

Considerando que la recarga de vehículos eléctricos es una actividad de comercialización minorista que puede estar sujeta a la competencia y, considerando el modelo 3 vigente en Uruguay que establece la competencia en generación y comercialización de energía, puede resultar intuitivo mantener el criterio de instaurar la competencia donde sea posible, optando para la actividad de recarga por la modalidad 3 definida anteriormente. Por otro lado, no existen actualmente agentes demandantes independientes que operen en el mercado mayorista, por lo que en la práctica el sector eléctrico uruguayo se asemeja a un modelo 2, donde el rol del comprador único lo cumple la empresa pública UTE. Esto, junto al hecho de la presencia actual de una red de recarga en la vía pública perteneciente al ente estatal, podrían llevar a optar por una modalidad 1 o 2, donde la empresa abarque el mercado en su totalidad o genere contratos con empresas privadas, como ocurre actualmente con la generación. De todas formas, esta definición corresponde al Ministerio de Industria, Energía y Minería, encargado de definir la política energética, pudiendo optar por cualquiera de las modalidades propuestas, teniendo en cuenta el marco regulatorio vigente del sector eléctrico y el rol de UTE en lo que refiere a movilidad eléctrica.

De elegirse la modalidad 3, si se imita lo adoptado por la Unión Europea, UTE no podría poseer, desarrollar, operar o gestionar puntos de recarga en la vía pública, salvo que

ninguna otra parte obtuviera el derecho o no pudiera hacerlo, lo que supondría un conflicto con la red existente. Además, al operar sus puntos de recarga no debería actuar a favor de sus usuarios. Otro punto a tener en cuenta si se eligiera la modalidad mencionada, es la obligación de UTE de actuar de forma no discriminatoria con cualquier propietario o gestor de un punto de recarga, proporcionando la información necesaria para el acceso y el uso de la red. Si se compara con el caso de Estados Unidos, UTE como empresa de servicios eléctricos podría participar del mercado de la recarga de vehículos eléctricos bajo la aprobación del regulador.

Si se compara con China, en dicho país las principales empresas de servicios eléctricos han construido un número significativo de estaciones de recarga de vehículos eléctricos, como sucede en Uruguay. Además, estas empresas son responsables de mejorar la infraestructura de la red de distribución para cargadores de uso público de propiedad privada. Dichas inversiones pueden ser costosas y prolongadas en el tiempo, y se pagan con el presupuesto de la empresa destinado a responsabilidad social, lo que puede resultar compatible con el caso de UTE.

En cuanto a las tarifas, el Pliego Tarifario de UTE define la “Tarifa de Movilidad Eléctrica”, correspondiente a la carga de energía a vehículos eléctricos en puestos de carga ubicados en la vía pública.[14] Para poder utilizar dichos puestos, es necesario que el usuario tramite una tarjeta de identificación específica que lo habilite.

Cabe destacar que todos los puestos son de carga rápida. Esto se debe a que las cargas en la vía pública se consideran cargas de oportunidad y requieren potencias más altas, ya que se utilizan cuando se circula por la ruta o cuando se requieren para continuar con la actividad, como es el caso de los taxis.

El precio del kWh depende del período horario en el cual se realiza la recarga, existiendo tres franjas:

Período horario	\$/kWh
Punta (de 18:00 a 22:00 hs.)	15,031
Llano (de 7:00 a 18:00 hs. y de 22:00 a 24:00 hs.)	5,754
Valle (de 00:00 a 7:00 hs.)	3,094

TABLE II

TARIFA DE MOVILIDAD ELÉCTRICA - NOVIEMBRE 2020.

Se observa que en el período de Punta, cuando la demanda general de energía eléctrica de la red es alta, se desalienta la recarga de los vehículos eléctricos por medio de una tarifa considerablemente más elevada respecto a los otros tramos horarios. De igual forma, la energía tiene su menor precio en el período horario de mayor holgura de la red, coincidente además con el pico de la generación eólica. Por lo tanto, resulta conveniente fomentar la recarga en las horas de la

madrugada.

Una particularidad de esta tarifa es que no tiene cargos fijos. Los costos fijos asociados al puesto de carga y al uso de la red eléctrica se incluyen en el precio de la energía, lo que resulta en valores más elevados comparados con otras tarifas por franja horaria de la empresa.

En cuanto a intereses de privados en instalar puntos de carga, se registran casos de instalación de estaciones de carga para taxis de gestión privada.[15] Dichas estaciones surgen de la necesidad de los propietarios de los vehículos de resolver el abastecimiento de energía para el funcionamiento de sus unidades, repartiéndose los costos asociados. Pero son puntos de carga privados, no están abiertos a otros taxistas que quieran realizar una carga puntual.

Los consumos de los puestos de carga en predios privados se tratan como los de cualquier otro consumo dentro del suministro, el cual a su vez debe estar asociado a alguna de las opciones tarifarias que le correspondan según el pliego tarifario, pero no a la Tarifa de Movilidad Eléctrica. Un local comercial que ofrezca un servicio de carga podrá cobrar por el mismo lo que crea conveniente según su criterio, teniendo los usuarios como referencia las opciones de carga en la vía pública o en sus domicilios. En cualquier suministro particular, tanto el costo del puesto como aquel que pueda surgir por un eventual aumento de potencia contratada en el suministro para alimentar a dicho puesto, debe ser cubierto por el propietario.

A modo de promoción, UTE ofrece actualmente un producto comercial por el cual exonera tanto la tasa de conexión de un nuevo suministro o el aumento de potencia en caso de un suministro existente, si se incorpora la carga de un vehículo eléctrico. Además, se le bonifica el 50 % del precio del incremento de energía en el período horario del valle y, en caso de existir un cambio de tarifa, se exonera su costo.

Como se vio en el análisis internacional, muchas cadenas de supermercados y hoteles ofrecen la opción de recarga de vehículos eléctricos en sus estacionamientos. En Uruguay, esta modalidad está presente en algunas sucursales de dos grandes cadenas de supermercados, donde en ambos casos se ofrece el servicio de forma gratuita y es compatible con vehículos eléctricos e híbridos enchufables.[16][17] También un reconocido hotel del balneario de Punta del Este, en el marco de su programa de sustentabilidad, instaló un puesto de recarga, novedoso por ser el primero con pantalla en instalarse en la región. El mismo admite la carga de dos vehículos en simultáneo y es compatible con vehículos eléctricos e híbridos enchufables con conector Tipo 2. A los pocos meses instaló un segundo puesto de las mismas características.

Otro ejemplo de puntos de recargas privados y gratuitos en Uruguay es el de una reconocida zona franca, que cuenta con ocho puestos de recarga, de distintas marcas y con

conectores Tipo 2. Un aspecto a resaltar es que el suministro de energía a dichos puestos es de origen 100 % renovable, ya que se alimentan de una planta fotovoltaica perteneciente a la zona franca.

Ocurre lo mismo en el principal aeropuerto del país, que cuenta con puntos de recarga para vehículos eléctricos e híbridos enchufables, los cuales se alimentan del parque fotovoltaico propio. Además, fue el primer estacionamiento público en contar con puntos de recarga. Si bien en este caso la recarga de la batería es gratuita, sí se cobra el tiempo de permanencia en el estacionamiento.

Fuera de estos puntos de recarga privados y gratuitos, no se ha desarrollado todavía en Uruguay un negocio privado que brinde un servicio de recarga pago.

III. CONCLUSIONES

- La existencia de una infraestructura de recarga de acceso público apropiada es una condición tan necesaria para el desarrollo de vehículos eléctricos, como los son tarifas convenientes y vehículos de precios accesibles con buena autonomía. El principal cambio al utilizar un vehículo eléctrico, frente a uno de combustión, es a la hora de recargarlo, ya que cambian los lugares, los tiempos y la forma de pago. Para el usuario, tener una autonomía considerable y seguridad de contar con suficientes puntos de recarga en la vía pública son factores decisivos a la hora de optar por un vehículo eléctrico, además de tarifas convenientes, ya que los usuarios han demostrado ser sensibles a las variaciones en las tarifas de recarga.
- En el plano internacional, los países con los mayores mercados de vehículos eléctricos han desarrollado una regulación que incentiva tanto la compra de los mismos como la instalación de una red de recarga suficiente que acompañe el crecimiento de los vehículos eléctricos, definiendo claramente qué actores pueden participar de dicho negocio.
- En Uruguay, la inexistencia de una legislación que regule el negocio de la infraestructura de recarga provoca un vacío legal, que desalienta a posibles inversores por la falta de reglas claras y transparentes. Existen grandes superficies de estacionamientos pertenecientes a privados con potencial para instalar puestos de recarga accesibles al público, pero hasta el momento la red de recarga pública de pago viene siendo desarrollada únicamente por UTE. En lo que refiere a las ventajas impositivas para adquirir vehículos eléctricos, no han sido suficientes para lograr una incidencia relevante en vehículos familiares, pero ha habido un incremento en taxis y utilitarios.
- Se entiende que un esquema de Modalidad 3 para Uruguay sería compatible con el marco regulatorio

vigente del sector eléctrico, siendo además el que alentaría un mayor desarrollo de la infraestructura de recarga.

- En un escenario “verde” en el que, como prolongación del cambio de la matriz energética hacia energías renovables, se lograra implementar el uso de vehículos eléctricos en gran porcentaje de las flotas nacionales de utilitarios y transporte colectivo, debería verificarse que la carga simultánea de dichos vehículos en los horarios favorables no generen distorsiones relevantes en la red, como lo detectado en Shenzhen.

[17] Antonio Larronda. Empresas aportan cargadores a la ruta sustentable”de vehículos eléctricos. *El País*[On line][Consulta: diciembre 2020] Disponible en: <https://www.elpais.com.uy/el-empresario/empresas-aportan-cargadores-ruta-sustentable-vehiculos-electricos.html>.

REFERENCIAS

- [1] [On line][Consulta: octubre 2020] Disponible en: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2020>.
- [2] Risso C., Vignolo M., Carriquiry J. and Arismendi F., “An evaluation of the actual electric vehicles charging infrastructure in Uruguay and possible designing approaches”, Universidad de la República.
- [3] Hunt S. and Shuttleworth G., “Competition and choice in electricity”, Ed. John Wiley Sons, England, 1996. ISBN 0-471-98201-6.
- [4] Official Journal of the European Union, *DIRECTIVE 2014/94/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 22 October 2014 on the deployment of alternative fuels infrastructure*. 28 de octubre de 2014. [On line][Consulta: octubre 2020] Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32014L0094from=en>.
- [5] Official Journal of the European Union, *DIRECTIVE (EU) 2019/944 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 5 June 2019 on common rules for the internal market for electricity and amending Directive 2012/27/EU*. 14 de junio de 2019. [On line][Consulta: octubre 2020] Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32019L0944>.
- [6] [On line][Consulta: octubre 2020] Disponible en: <https://evobservatory.iit.comillas.edu/legislacion-y-normativa>.
- [7] [On line][Consulta: octubre 2020] Disponible en: <https://www.xataka.com/vehiculos/cuanto-cuesta-cargar-coche-electrico-espana-recarga-casa-a-recarga-publica>.
- [8] Anders Hove and Davis Sandalow, *ELECTRIC VEHICLE CHARGING IN CHINA AND THE UNITED STATES*. Febero 2019. [On line][Consulta: noviembre 2020] Disponible en: https://energypolicy.columbia.edu/sites/default/files/file-uploads/EV_ChargingChina-CGEP_Report_Final.pdf.
- [9] [On line][Consulta: diciembre 2020] Disponible en: <https://evcharging.enelx.com/news/blog/579-the-ultimate-guide-to-electric-vehicle-public-charging-pricing>.
- [10] [On line][Consulta: diciembre 2020] Disponible en: <https://www.eesi.org/articles/view/comparing-u.s.-and-chinese-electric-vehicle-policies>
- [11] [On line][Consulta: diciembre 2020] Disponible en: <https://www.power-grid.com/der-grid-edge/china-is-installing-public-charging-stations-at-quite-a-clip/gref>.
- [12] [On line][Consulta: diciembre 2020] Disponible en: <https://www.greenbiz.com/article/shenzhen-city-miles-ahead-electrification>.
- [13] [On line][Consulta: noviembre 2020] Disponible en: <https://movilidad.ute.com.uy/index.html>.
- [14] UTE, *PLIEGO TARIFARIO*[On line][Consulta: noviembre 2020] Disponible en: <https://portal.ute.com.uy/sites/default/files/docs/Pliego>
- [15] Información brindada por el equipo de Movilidad Eléctrica de UTE.
- [16] Rodrigo Barcia. Cada vez son más: Géant y Enjoy también ofrecen recargas gratis para autos eléctricos e híbridos PHEV. *Autoblog*[On line][Consulta: diciembre 2020] Disponible en: <https://www.autoblog.com.uy/2020/06/cada-vez-son-mas-geant-y-enjoy-tambien.html>.