



Universidad  
Católica del  
Uruguay

Universidad Católica del Uruguay  
Facultad de Ingeniería y Tecnologías

**Cambio en la matriz energética del  
transporte uruguayo:  
utilización de la energía eléctrica como  
combustible alternativo a los derivados  
del petróleo**

Ariel Álvarez Gebelin

Montevideo, febrero 2018

doi: <http://doi.org/10.22235/p.20191>



Atribución-NoComercial-SinDerivadas CC BY-NC-ND

## Presentación del estudio:

### Cambio en la matriz energética del transporte uruguayo – Utilización de la energía eléctrica como combustible alternativo a los derivados del petróleo

El objetivo del estudio es plantear las líneas de trabajo, los mayores desafíos técnicos y políticos, y las posibles etapas de desarrollo, para poder materializar con éxito la utilización en Uruguay de la energía eléctrica como combustible alternativo a los fósiles. Asimismo, con una visión más amplia, el estudio tiene por objetivo, analizar el efecto que este cambio tendría en la matriz energética del transporte y nacional, y los beneficios de incorporar como combustible un recurso autóctono, que se entiende abundante y que proviene principalmente de fuentes renovables.

El estudio presenta la realidad nacional del transporte, caracterizando las diferentes flotas de vehículos por tipo y combustible que consumen. Para ello, el estudio se nutre de datos estadísticos locales y de consultas a expertos y personal de las empresas de los sectores competentes a nivel nacional. Asimismo, analiza la experiencia internacional, las principales tendencias de desarrollo en países representativos y estrategias en aplicación para fomentar el uso de la energía eléctrica como combustible alternativo. Con dicho fin, se estudian artículos de la prensa internacional especializada y otras publicaciones. A partir del contexto nacional y de la experiencia internacional asociada al tema de estudio, se plantean las líneas de trabajo que podrían potenciar el uso de la electricidad como combustible alternativo al petróleo.

Igualmente, se analizan las fases en que debería darse este cambio, en cada tipo de flota, dependiendo del servicio que las diferentes flotas cumplen y de las características técnicas que hacen viable la reconversión a corto, mediano o largo plazo. Se plantean además, las ventajas medioambientales y las posibles implicancias asociadas a estos cambios, a nivel de la economía nacional, política de impuestos y en las empresas energéticas nacionales UTE y ANCAP.

A modo de conclusión, se estudian las actuales ventajas comparativas nacionales, como la disponibilidad de energía eléctrica, derivadas fundamentalmente de fuentes autóctonas y renovables, y las desventajas, para que se produzca este cambio energético. Se analiza, por tipo de flota vehicular, los límites del uso masivo de la electricidad como combustible alternativo o qué otro combustible podría ser más efectivo para maximizar la sustitución del petróleo, por fuentes cuyo impacto ambiental y económico sea menor para el país y su población.

De igual forma, considerando los factores intrínsecos al Uruguay y a su gente, los tiempos políticos, los factores económicos y la incidencia de estos cambios en general, se revisará la factibilidad, interés y plazos en que se podrían concretar la sustitución del petróleo como combustible, así como los factores que podrían frenar o acelerar dicha transformación.

Por último, las externalidades asociadas a estos cambios: ventajas y desventajas tanto a nivel económico, medioambiental, y en general para la sociedad en su conjunto, de efectivizar el esperado cambio de la matriz energética en el transporte uruguayo.

## Abstract:

El objetivo del estudio es proponer un análisis de las acciones necesarias para efectivizar la sustitución de los combustibles derivados del petróleo, por la energía eléctrica, en el transporte uruguayo y el efecto que esto tendría en la matriz energética del transporte y nacional. Con base en el análisis de datos nacionales y de artículos académicos, se presenta la situación nacional actual de los sectores del transporte y de la energía, y la experiencia internacional vinculadas al objeto del estudio. Se indican propuestas para maximizar el uso de la energía eléctrica como combustible alternativo al petróleo, las principales características de la tecnología actualmente disponible y la

infraestructura que sería necesaria. Para concluir, se presentan los factores intrínsecos al país que pueden favorecer o frenar dicha transformación, su aplicabilidad y límites a dicho cambio, y sus externalidades asociadas.

## **Palabras claves:**

Transporte uruguayo – vehículos eléctricos – combustible alternativo – fuentes autóctonas de energía – matriz energética del transporte y nacional

Montevideo, febrero 2018.

## Índice o Plan de texto:

<b>Presentación del estudio:</b> .....	<b>1</b>
<b>Abstract:</b> .....	<b>1</b>
<b>Palabras claves:</b> .....	<b>2</b>
<b>Índice o Plan de texto:</b> .....	<b>3</b>
<b>Capítulo 1: Introducción</b> .....	<b>4</b>
Tema del estudio: .....	4
Objetivo: .....	4
Motivación:.....	5
Relevancia: .....	5
Lista de datos y metodología: .....	6
Alcance:.....	6
<b>Capítulo 2: Realidad actual de la Matriz Energética Nacional y del transporte en Uruguay</b> .	<b>7</b>
Matriz Energética y su transformación.....	7
Flota vehicular nacional y de Montevideo por modo de transporte.....	9
Consumo de combustibles derivados del petróleo por tipo.....	11
<b>Capítulo 3: Experiencia actual nacional y en el mundo del uso de la energía eléctrica como combustibles alternativos</b> .....	<b>14</b>
Presentación de diferentes vehículos eléctricos y campo de aplicación.....	15
<i>Autos eléctricos particulares</i> .....	16
<i>Ómnibus eléctricos</i> .....	17
<i>Utilitarios eléctricos y taxis</i> .....	18
Características principales de las baterías asociadas al uso vehicular .....	19
Experiencia local del uso de vehículos eléctricos: ómnibus de CUTCSA, taxis, flota de utilitarios de UTE, particulares .....	22
<b>Capítulo 4: Líneas de trabajo propuestas para efectivizar el uso de la electricidad en el transporte uruguayo</b> .....	<b>24</b>
Tecnologías y posibles aplicaciones por modo de transporte, tipo de flota y usos.....	25
Infraestructura necesaria y alternativas.....	31
Adaptabilidad y fases de desarrollo, por modo de transporte .....	33
<b>Capítulo 5: Discusión y conclusiones</b> .....	<b>35</b>
Análisis de las ideas planteadas, factores que pueden favorecerlas y límites al cambio .....	37
Implicancias en la matriz energética del transporte y nacional .....	38
Implicancias a nivel económico y en la política de impuestos.....	39
Implicancias en las principales empresas energéticas del Uruguay: UTE y ANCAP .....	40
Externalidades asociadas a estos cambios: nivel político y económico, medio-ambiental y en la sociedad.....	41
<b>Otras referencias bibliográficas</b> .....	<b>42</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>42</b>

# Capítulo 1: Introducción

## Tema del estudio:

En Uruguay y en el mundo se están produciendo grandes cambios en las áreas de la energía y del transporte y su aplicación en el transporte y la movilidad. Por un lado, estos cambios se deben al gran desarrollo y abundancia de la producción de formas de energía alternativas al petróleo: principalmente la energía eléctrica, el gas natural y en menor medida el hidrógeno y los biocombustibles. Por otro lado, también en estos últimos años, se ha concretado un enorme avance tecnológico y desarrollo de los vehículos que utilizan estos combustibles alternativos, principalmente la electricidad.

Uruguay no ha sido ajeno a este cambio, al menos en lo referido a la producción de energía eléctrica. En los últimos diez años incrementó su capacidad de generación de energía eléctrica en más de 2.000 MW, con base fundamentalmente en energía eólica y con respaldo de nueva generación térmica. Solo de energía eólica se alcanzaron prácticamente los 1500 MW de potencia instalada en 2017 (ver gráfico adjunto en este estudio con datos provenientes del MIEM - BEN, página 8). Esto hace que la energía eléctrica pueda considerarse mayoritariamente disponible, pero también, dependiendo del clima, que se puedan producir excedentes a ser asignados.

En el mundo, las opciones de uso de los combustibles alternativos a los refinados del petróleo encuentran un gran desarrollo. Se multiplican las aplicaciones, principalmente en vehículos y transporte urbano: ómnibus y taxis eléctricos, autos de alquiler por hora, como también autos y motos particulares. Tanto el desarrollo de las baterías, su abaratamiento, como su creciente autonomía hacen que estas alternativas sean cada vez más viables, económicas y de actualidad. La razón fundamental de impulsar estos cambios, es la de independizarse del petróleo, de su alto y fluctuante costo, buscando alternativas autóctonas, de costos previsible, y más amigables con el medioambiente. Es así que los diferentes gobiernos nacionales crean reglamentaciones e impulsan políticas para favorecer su uso. También la industria está invirtiendo y reconvirtiéndose por entender que su desarrollo coincide con el futuro de la industria del transporte y de la energía.

El estudio aborda la realidad local, presentando las herramientas que permitirían potenciar el uso de la electricidad como combustible alternativo y el impacto que este cambio tendría en la matriz energética nacional.

## Objetivo:

Con base en todo lo anterior, el objetivo de este estudio es el de presentar y analizar los instrumentos con que Uruguay puede impulsar el uso de la electricidad como combustible, con el fin de impulsar un cambio energético en su transporte y consecuentemente en la matriz energética nacional. De esta forma, estudiar los factores que pueden hacer viable este cambio y la forma en que pueden potenciarse, analizando los límites de aplicación y el grado de impacto de dicho cambio en la matriz energética nacional.

Para cada modo de transporte se estudia la viabilidad y rapidez de penetración, por tipo de flota, que el uso de la energía eléctrica podría producirse. Asimismo, la tecnología asociada, e infraestructura necesaria al suministro del combustible alternativo.

Se presentan además los factores que pueden potenciar o frenar estos cambios: ventajas y desventajas propias al país, para su implementación. Se introduce también las incidencias en diferentes áreas relacionadas, como la economía nacional y su política impositiva, o en las empresas nacionales vinculadas a la energía y combustibles: UTE y ANCAP. Igualmente, las ventajas a nivel ambiental de dicha transformación.

Así, se analizan los siguientes temas:

1. Situación nacional del transporte por tipo de flota y combustible que consumen
2. Experiencia internacional del uso de la electricidad como combustible vehicular
3. Líneas de trabajo para incentivar estos cambios y etapas en que pueden darse
4. Factores locales de avance y de freno a estos cambios
5. Implicancias políticas, económicas, medioambientales y en la sociedad

### **Motivación:**

Las razones de impulsar y potenciar la utilización de la electricidad como combustible, y del cambio en la matriz nacional, se basan entonces en aspectos tanto medioambientales y económicos, como también en objetivo de favorecer el uso formas de energías y combustibles generados autóctonamente.

Motivan asimismo este cambio, el poder aprovechar y potenciar el cambio en la matriz energética nacional ya en curso, a partir del enorme desarrollo de la producción de energía eléctrica con fuentes renovables, principalmente eólica y también biomasa y solar.

Cada sector del transporte, público o particular, de carga o pasajeros, urbano o interdepartamental, por las características propias a su flota y su forma de uso, presenta razones propias para impulsar este desarrollo, soluciones intrínsecas a cada sector, y también límites a su aplicación. La penetración del uso de la energía eléctrica, los plazos de recambio de flota, y el consecuente impacto en la matriz energética nacional, también son propias a cada sector del transporte.

### **Relevancia:**

Al revisar la literatura internacional, la relevancia y actualidad de este tema es indiscutible. Tanto las empresas automotrices como también las de energía están evolucionando con rapidez debido a los vertiginosos cambios que se están produciendo en el uso de combustibles alternativos al petróleo, principalmente la energía eléctrica. Esto redundará en enormes desafíos, pero también en oportunidades para las empresas del sector energético como del transporte y también para los Estados, los usuarios y población en general que usamos, pero también podemos ser afectados por el transporte.

Asimismo la realidad nacional actual de la energía genera oportunidades, pero también desafíos que hacen que este tema sea de gran importancia. A pesar del gran desarrollo de la generación de energía eléctrica, principalmente con fuentes renovables, la matriz energética en Uruguay sigue siendo principalmente basada en el petróleo, justamente por su uso como combustible vehicular.

Los derivados del petróleo, son un producto que además de su impacto ambiental, tiene un alto impacto en las cuentas públicas por su costo, por ser un producto netamente importado y además ya que por la escala del Uruguay su tratamiento (recepción, almacenamiento y refinado) no logra ser óptimo.

Resulta muy importante entonces discutir la aplicación de la energía eléctrica como combustible. Asimismo, estudiar para cada sector del transporte, tipo de vehículo y uso, el impacto que generaría el cambio del uso del petróleo en la matriz energética nacional.

En definitiva, la motivación y relevancia de este estudio es la de presentar líneas de trabajo para impulsar un cambio que puede mejorar la vida cotidiana de la población. Las incidencias que

esto puede tener en los costos y gastos del Estado y las decisiones que se deberán tomar en áreas cuyas inversiones y plazos de ejecución son siempre relevantes.

### **Lista de datos y metodología:**

Este estudio se basará en información bibliográfica y artículos de prensa especializada nacional e internacional, consulta a especialista y personal de empresas nacionales representativas del sector, y datos estadísticos de la actualidad nacional. Para ello, se contactó personal y estudiaron publicaciones de las empresas energéticas nacionales UTE y ANCAP, como de la Dirección Nacional de Energía del MIEM, de dependencias del MTOP y el Departamento de Movilidad de la IM.

Con base en la información recopilada, como por los datos estadísticos públicos de dichos organismos, se describe la realidad actual del parque automotriz nacional y del consumo de combustibles por tipo y flota. Asimismo, de los artículos internacionales especializados, se indican las principales tendencias a nivel mundial en la promoción y desarrollo de los vehículos eléctricos.

En función de la realidad nacional y de la experiencia internacional, se indican las expectativas de desarrollo en Uruguay, las herramientas para potenciarlo y las principales características de la tecnología, e infraestructura de suministro que sería requerida.

A partir del esperado desarrollo del uso de la energía eléctrica como combustible, se podrán abordar los necesarios cambios en la política impositiva y del sector de la energía nacional y de sus empresas asociadas.

### **Alcance:**

En función del objetivo del estudio, se espera asimismo que surjan futuras líneas de trabajo, como por ejemplo:

- Aplicación y límites al uso de la energía eléctrica, por sector de aplicación
- Formas de favorecer la utilización de diferentes vehículos eléctricos
- Mecanismos para impulsar el desarrollo de la infraestructura necesaria
- Políticas para favorecer el transporte público de pasajeros
- Estudiar las ventajas o desventajas de profundizar la generación de energía eléctrica con fuentes renovables y cuales y/o la incorporación o no de otras fuentes de energía alternativas al petróleo como el gas natural o el hidrógeno
- Rol, complementación y desarrollo de las empresas nacionales de energía: UTE y ANCAP
- La necesaria sinergia entre ambas empresas debería también ser planteada para que el país todo pueda desarrollarse lo más eficientemente posible

En definitiva se analizan en este estudio, los necesarios insumos, tecnología, líneas de trabajo y efectos o externalidades del uso de la energía eléctrica como combustible alternativo al petróleo, y su consecuente cambio en la matriz energética del transporte uruguayo.

## Capítulo 2: Realidad actual de la Matriz Energética Nacional y del transporte en Uruguay

Como base de este estudio, se presenta en este capítulo la información relativa al parque automotriz nacional y a su consumo de combustibles: gasoil y gasolina.

Asimismo, se hace hincapié en el transporte público de Montevideo y particularmente en los ómnibus de línea.

Se presenta más en detalle esta información, primero por la disponibilidad y actualidad de sus datos, pero principalmente, como se verá más adelante en este estudio, por la relevancia para este estudio de este modo de transporte. Las flotas urbanas, y en particular las del transporte público de pasajeros de Montevideo, aparecen como prioritarias para ser transformadas de los clásicos combustibles derivados del petróleo a la energía eléctrica.

### Matriz Energética y su transformación

Como se puede ver en los 3 gráficos adjuntos más abajo extraídos del Balance Energético Nacional (BEN) de 2017, (datos preliminares) realizado por el MIEM,<sup>1</sup> las energías renovables representan el 62% de la matriz energética nacional. La parte de energías renovables no cesó de aumentar en los últimos años, siendo del 59% en 2016 y del 40% en 2012.<sup>2</sup>

Si observamos la generación de energía eléctrica, la parte de renovables alcanza el 98% en 2017. De hecho, en la actualidad, muchos son los días en que la generación de energía eléctrica se realiza exclusivamente con fuentes renovables, incluso eólica y solar, reservándose la hidráulica para cuando éstas faltan.

Estos valores no hacen más que aumentar año a año desde la incorporación de la energía eólica como la segunda fuente de generación eléctrica. Hoy la potencia instalada de eólica es similar a la hídrica, de unos 1500 MW. Todo esto muestra la notable transformación de la matriz energética nacional de estos últimos años.

Justamente el sector de transporte es el que menos ha variado su matriz energética, consumiendo básicamente a partes iguales gasoil y naftas, lo que representa a nivel global, a grandes rasgos, el 60% del consumo de derivados de petróleo, a valores de 2016 (ver gráfico 18, página 59 de BEN 2016).<sup>3</sup>

Por esta razón, y para profundizar la transformación de la matriz energética nacional hacia fuentes renovables, sostenibles y autóctonas es que se desea estudiar mecanismos para transformar el sector del transporte.

A nivel nacional muchas han sido las políticas de promoción de vehículos híbridos y eléctricos. En particular, la difusión de estas tecnologías por medio de eventos y exposiciones (MUEVE), cursos, generación de normativas específicas, licitación de chapas de taxis eléctricos y reducciones de impuestos, específicamente para este tipo de vehículos.<sup>4</sup> Estas políticas su vínculo con las políticas de eficiencia energética, y su evolución en el tiempo pueden verse en una línea de tiempo en la web de Eficiencia energética – Transporte, del MIEM.<sup>5</sup>

---

<sup>1</sup> <http://www.ben.miem.gub.uy/preliminar.html>

<sup>2</sup> <http://www.ben.miem.gub.uy/balance.html>

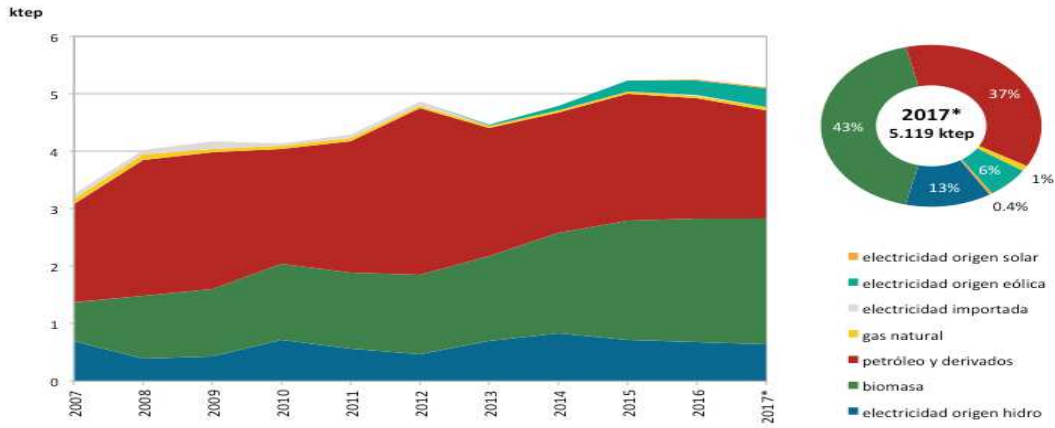
<sup>3</sup> [http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/prensa/-/asset\\_publisher/mFYMfUckYNpR/content/energias-renovables-representan-59-de-la-matriz-energetica](http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/prensa/-/asset_publisher/mFYMfUckYNpR/content/energias-renovables-representan-59-de-la-matriz-energetica)

<sup>4</sup> <http://www.miem.gub.uy/energia/movilidad-electrica>

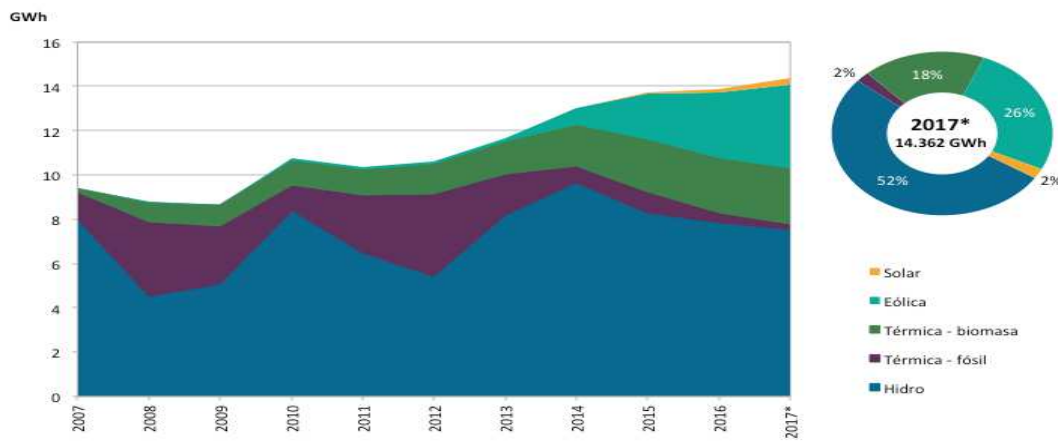
<sup>5</sup> <http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/transporte?inheritRedirect=true>



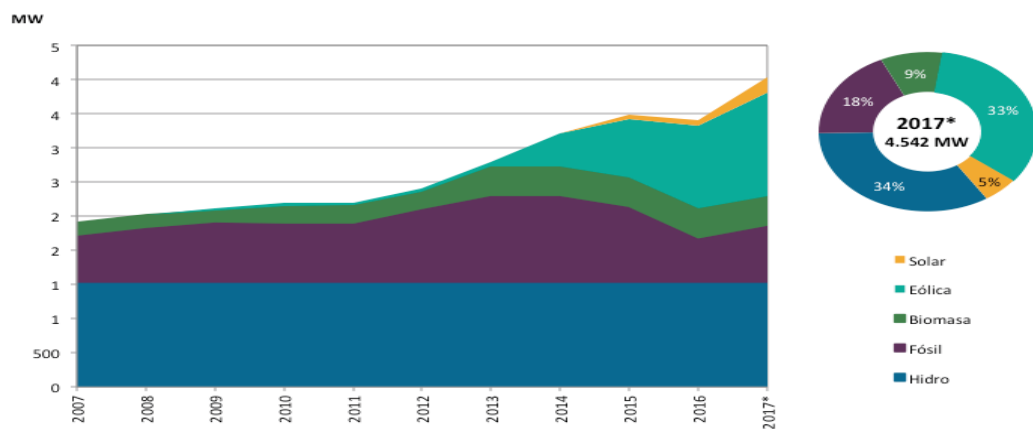
### ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA POR FUENTE



### GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD POR FUENTE



### POTENCIA INSTALADA TOTAL POR FUENTE



## Flota vehicular nacional y de Montevideo por modo de transporte

En las siguientes tablas se presenta la información disponible relativa al número de vehículos que hoy circulan a nivel nacional y en particular en Montevideo diferenciándolos por modo de transporte.

Los datos tienen la ventaja de ser muy recientes y de ser presentados distinguiendo los modos de transporte que se analizan en este estudio, con la salvedad de la *Categoría A* donde aparecen mezclados *autos* y *ómnibus*.

Detalle del Parque automotor nacional, por categoría, año 2018				
Categoría A	Categoría B	Categoría C	Categoría E	TOTAL
<b>1.035.932</b>	<b>70.301</b>	<b>1.242.594</b>	<b>74.637</b>	<b>2.423.464</b>
Categoría A: autos, camionetas, incluidos los vehículos sin chofer o de alquiler, ambulancias, casas rodantes con propulsión propia, carrozas fúnebres, furgones, ómnibus y micros. Categoría B: camiones. Categoría C: motos, ciclomotores, motonetas, triciclos, cuadriciclos, etc. Categoría E: zorras, remolques, casas rodantes sin propulsión propia y maquinaria industrial – agrícola.				
Fecha de actualización: 09/01/2018				

Fuente: SUCIVE - Detalle de Parque Automotor:

<https://www.sucive.gub.uy>

Para una mejor comprensión de esta *Categoría*, se buscó distinguir los diferentes tipos de vehículos allí agrupados. Esta información pudo encontrarse para el caso de Montevideo, departamento relevante por el número de vehículos y sus consumos.

Detalle de vehículos empadronados en Montevideo, por tipo, al año 2015															
Tipo / Año	Total de vehículos empadronados en Montevideo (al 31 de diciembre de cada año)														
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Sedan</b>	<b>141.574</b>	<b>155.301</b>	<b>152.724</b>	<b>149.951</b>	<b>149.915</b>	<b>146.642</b>	<b>140.657</b>	<b>142.639</b>	<b>143.668</b>	<b>150.475</b>	<b>159.905</b>	<b>174.562</b>	<b>182.785</b>	<b>211.454</b>	<b>228.758</b>
Camioneta	40.001	45.251	44.186	43.013	43.542	43.120	42.397	44.407	46.209	50.257	54.220	60.102	65.038	75.837	81.792
<b>Ómnibus</b>	<b>1.031</b>	<b>2.918</b>	<b>3.093</b>	<b>3.175</b>	<b>3.238</b>	<b>3.306</b>	<b>3.379</b>	<b>3.672</b>	<b>3.957</b>	<b>4.109</b>	<b>4.486</b>	<b>4.503</b>	<b>4.177</b>	<b>4.544</b>	<b>4.710</b>
Camión	8.006	9.405	9.835	9.926	10.153	10.389	10.660	11.125	11.490	12.025	12.653	13.549	14.412	15.721	16.285
<b>Motocicleta</b>	<b>26.308</b>	<b>34.953</b>	<b>38.481</b>	<b>43.238</b>	<b>52.555</b>	<b>67.621</b>	<b>86.128</b>	<b>102.892</b>	<b>115.897</b>	<b>131.699</b>	<b>147.219</b>	<b>160.610</b>	<b>172.623</b>	<b>185.012</b>	<b>191.290</b>
Maq. Vial, Agrícola e Industrial	604	690	836	879	920	984	1.030	1.107	1.176	1.245	1.328	1.425	1.373	1.464	1.478
Remolques y Semi	4.322	5.158	5.608	6.007	6.443	6.850	7.308	7.732	8.038	8.350	8.772	9.176	9.568	10.058	10.550
Otros	410	478	475	483	474	475	472	487	491	499	512	516	547	590	600

Fuente Observatorio de transporte IM:

<http://www.montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/vehiculosempadronadosal31122015.pdf>

Nuevamente, para mayor precisión, se quiso distinguir los ómnibus de transporte público metropolitano que operan en las 4 empresas: COME, CUTCSA, UCOT y COETC. Información que se indica más abajo.

<b>Flota de ómnibus por compañía</b>				
COME	CUTCSA	UCOT	COETC	TOTAL
<b>117</b>	<b>1.126</b>	<b>159</b>	<b>170</b>	<b>1.572</b>

Fuentes:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Come>

<http://www.cutcsa.com.uy/institucional/nuestra-empresa>

<http://www.ucot.net/informacion-institucional/la-cooperativa.php>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Cooperativa\\_de\\_Obreros\\_y\\_Empleados\\_del\\_Transporte\\_Colectivo](https://es.wikipedia.org/wiki/Cooperativa_de_Obreros_y_Empleados_del_Transporte_Colectivo)

Asimismo, se especifican las unidades que efectivamente están en operación, dentro de la flota con que cada empresa cuenta, en un momento dado. Tanto el consumo en derivados del petróleo, como los impactos de este modo de transporte son proporcionales a la flota que efectivamente está circulando.

La eficacia de una política de sustitución de combustibles, entendiéndose como disminución de impactos y reducción del consumo de derivados de petróleo, para una inversión dada, también será proporcional al número de unidades en explotación.

<b>Número de ómnibus circulando en un horario representativo</b>				
COME	CUTCSA	UCOT	COETC	TOTAL
<b>115</b>	<b>857</b>	<b>143</b>	<b>166</b>	<b>1.281</b>

Fuente Observatorio de transporte IM:

<http://www.montevideo.gub.uy/sistema-de-transporte-metropolitano>

Por el contrario, como también es entendible, el número de ómnibus que están en circulación varía en cada momento. También varía cual ómnibus es el que está circulando en un momento dado. Entonces creemos que la inversión deberá considerar sobre la flota total, pero el efecto en la matriz del transporte y las reducciones en impacto sobre la operación de la flota.

En conclusión, para salvar estas diferencias, para los cálculos de consumo y lo que esto representa en la matriz del transporte, se consideró la distancia promedio recorrida en base a datos históricos.

## Consumo de combustibles derivados del petróleo por tipo

En las siguientes tablas y gráficos se presenta la realidad actual del consumo de combustibles refinados por ANCAP, gasoil y gasolina, a nivel nacional.

Venta anual de combustible por tipo, año 2017	
Tipo de combustible	En millones de litros
Gasoil	<b>867,80</b>
Gasolina	<b>836,63</b>

Fuente Dirección Nacional de Energía, MIEM:

<http://www.dne.gub.uy/-/series-estadisticas-de-petroleo-y-derivados>

Como indicado, se considera relevante hacer hincapié en el consumo del transporte público, ómnibus de línea y taxis. Para ello, se buscó conocer, en cuanto a los ómnibus la distancia que estos recorren en promedio por año y lo que consumen en promedio. En base a estos valores se puede determinar el consumo de la flota en operación y conocer la parte que representa en la matriz del transporte.

Consumo de gasoil de las líneas de transporte público en Montevideo			
Numero de ómnibus de línea (4 compañías)	Distancia media recorridos por ómnibus por año (km) <sup>6</sup>	Consumo medio por ómnibus por año en (lt/km)	Consumo total de la flota por año en (lt)
<b>1.572</b>	<b>81.600</b>	<b>0.4</b>	<b>51.310.080</b>

Por la relevancia de estos valores, y a modo de verificación, se buscó comparar con los valores indicados por la empresa CUTCSA. Para el total de su flota de 1.126 ómnibus recorren un total anual de 89 millones de km.<sup>7</sup>

De esto se puede verificar fácilmente que el recorrido medio de unos 81.600 km por año es un buen valor, ya que para CUTCSA este mismo valor es de unos 79 mil km recorridos por vehículo. De igual forma se pudo verificar el valor de consumo medio de 0.4 lt/km para un ómnibus de línea.

Por lo anterior se asume como cierto que el consumo de gasoil de la flota de ómnibus de Montevideo es de unos 51 millones de litros de gasoil. Este valor si lo comparamos con el total de ventas de gasoil por año en Uruguay, unos 868 millones de litros, vemos que ronda el 6%.

<sup>6</sup> Datos Seminario modelos de desarrollo y cambio climático, EUROCLIMA CEPAL

<sup>7</sup> Datos de CUTCSA : <http://www.cutcsa.com.uy/institucional/nuestra-empresa>

Este valor permitirá en el desarrollo de este estudio dimensionar el efecto en la matriz energética de substituir el combustible de gasoil a electricidad, para este modo de transporte.

Por las actuales políticas que se están aplicando para transformar los taxis a energía eléctrica, y por las características propias de este modo de transporte que coincidiendo con los ómnibus son parte del transporte público urbano, se buscó también distinguir su consumo de combustibles. Se obtuvo así un estudio del MIEM del año 2008 donde se trabaja en base a la flota vehicular nacional de 2006.

Si bien algunos modos de transporte, aquí presentados, como obviamente el número de autos particulares varió substancialmente, se entiende que otros, como el público de pasajeros y en particular el de Montevideo, ómnibus y taxis a gasoil no variaron tanto, por lo que sus datos pueden ser considerados para verificar los anteriores y/o expandirlos.

Es así, que basándose en este estudio, se podrá considerar la parte del consumo de gasoil de los taxis de Montevideo del orden de 4,6 % del total de gasoil.

A modo comparativo vemos que la parte del consumo de la flota de ómnibus de línea de Montevideo es del 7% en 2006, lo que no dista del 6% actual. Incluso se puede entender que en la actualidad sea un poco menor por el notorio incremento de vehículos particulares, que no se dio tanto en los vehículos a gasoil, pero que de todas formas aumentó.

El otro valor que se entiende relevante es el del consumo de gasoil, que en aquel entonces era de unos 583 millones de litros, siendo hoy de unos 868 millones, casi un 50% superior. Esto es relevante por el aumento en sí, y además al no ser debido ni al transporte público, ni en gran medida al particular, se podría explicar con un aumento en el transporte de carga.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Estudio del consumo de energía del sector transporte, FB y PRIEN, 2008, página 21

## Consumo de Gasoil en Transporte Carretero Año 2006 - Uruguay

<b>Consumos de Combustibles por Tipo y por Sector (Datos Cerrados con Parque y Consumos del Año 2006)</b>						
Tipo de medio de locomoción	Parque vehicular Año 2006 GASOIL	Recorrido	Recorrido	Rendimiento	Consumo/Año	Participación
		Prom/Mes (Km)	Año (Miles Km)	Kms./Lt	Metro Cúbicos	Relativa
Autos (Incluye Oficiales)	97,258	1,074	1,253,813	14.0	89,558	15.4%
Camionetas (Incluye Oficiales)	32,945	1,608	635,780	10.0	63,578	10.9%
<b>Total Particulares</b>	<b>130,203</b>				<b>153,136</b>	<b>26.3%</b>
Ambulancias (Montevideo e Interior)	464	3,500	19,469	9.0	2,163	0.4%
Escolares (Montevideo e Interior)	573	3,000	20,644	9.0	2,294	0.4%
Remise (Montevideo e Interior)	467	5,000	28,020	12.0	2,335	0.4%
Taxis (Montevideo)	2,883	10,000	345,960	13.0	26,612	4.6%
Taxis (Interior)	1,679	3,500	70,518	14.0	5,037	0.9%
<b>Total Servicios Varios</b>	<b>6,066</b>				<b>38,441</b>	<b>6.6%</b>
Omnibus (Lineas urbanas)	1,310	6,500	102,180	2.5	40,872	7.0%
Omnibus Urbanos y Depart Interior	400	4,000	19,200	2.7	7,111	1.2%
Omnibus Sub Urbanos	500	7,500	45,000	3.0	15,000	2.6%
Omnibus C M y L	500	10,000	60,000	3.5	17,143	2.9%
Omnibus Internacional	100	8,000	9,000	3.5	2,743	0.5%
Minibus	677	2,000	16,248	10.0	1,625	0.3%
Omnibus turismo	200	2,000	4,800	3.5	1,371	0.2%
Omnibus Resto Anuario	1,563	1,000	18,996	3.5	5,427	0.9%
<b>Total Omnibus</b>	<b>5,270</b>				<b>91,292</b>	<b>15.7%</b>
Camionetas con act. Comercial (hasta 2 ton)	34,991	1,713	719,116	13	55,317	9.5%
Camion Chico Profesional 2 <C.Carga<5ton	1,860	2,034	45,404	7.0	6,486	1.1%
Camion Profesional (C.Carga > 5 ton)	5,870	3,227	227,277	3.5	64,936	11.1%
Tractor Profesional	2,878	6,202	214,201	2.4	67,748	15.0%
<b>Total Transporte Profesional</b>	<b>45,599</b>				<b>214,487</b>	<b>36.6%</b>
Camion Chico < 2 ton	876	1,562	16,422	7.5	2,190	0.4%
Camion Chico No Profesional 2 <C.Carga<5ton	2,336	2,034	57,023	7.0	8,148	1.4%
Camion No Profesional (C.Carga > 5 ton)	1,925	2,629	60,730	3.5	17,352	3.0%
Tractor No Profesional	164	5,394	10,616	2.5	4,246	0.7%
<b>Total Transporte No Profesional</b>	<b>5,301</b>				<b>31,934</b>	<b>5.5%</b>
Camion Chico Irregular 2 < C.Carga<5ton	8,147	2,000	195,528	7.0	27,933	4.8%
Camion Irregular (C.Carga>5 ton)	4,739	1,500	85,302	3.5	24,372	4.2%
Tractor Irregular	222	1,500	3,996	2.5	1,598	0.3%
<b>Total Transporte Irregular</b>	<b>13,108</b>				<b>53,903</b>	<b>9.2%</b>
<b>Total Sector Transporte carretero a Gasoil</b>	<b>205,547</b>				<b>583,193</b>	<b>100.0%</b>

## Capítulo 3: Experiencia actual nacional y en el mundo del uso de la energía eléctrica como combustibles alternativos

En estos últimos años, la evolución de los vehículos eléctricos en el mundo ha sido impresionante por su rapidez, llegando a los 2 millones de unidades en 2016.<sup>9</sup> Cada día surgen nuevas noticias que muestran que las tecnologías asociadas al desarrollo de la movilidad eléctrica, no cesan de progresar y bajar sus costos. Además, los vehículos eléctricos y sus ventajas cuentan con el beneplácito de la población en general. Esto último se debe a que la motorización eléctrica viene asociada con conceptos modernos de movilización sostenible, con la que se busca que las ciudades sean más amigables por no decir menos agresivas con sus ciudadanos: incluir paseos públicos, mejorar el transporte público, disminuir los índices de contaminación, ruido y demás impactos provocados por la carrera desenfrenada del desarrollo de los vehículos particulares.

Europa, EEUU y China, ensayan diferentes políticas para incentivar el uso de la energía eléctrica como combustible. Los diferentes países buscan substituir los derivados del petróleo de su matriz energética. Esto para descarbonizar su economía, reduciendo sus impactos en el ambiente, como también para reducir su dependencia del petróleo. De la mano de un también reciente y creciente desarrollo de las energías renovables, la disponibilidad de la energía eléctrica de fuentes propias hace que ésta pueda ser un excelente sustituto del petróleo como combustible.

Dependiendo de su fuente de producción, la energía eléctrica puede, en el caso ideal reunir las siguientes características: ser abundante y de producción autóctona, amigable con el medioambiente a la largo de todo su ciclo de vida desde su generación a la operación del equipo que la utiliza y económica. En definitiva, sobradas son las razones para que muchos países busquen utilizar la electricidad como una nueva fuente de combustible, substitutiva de los derivados del petróleo.

Asimismo, la motorización eléctrica y su aplicación en vehículos eléctricos con baterías abre un campo de trabajo que promete beneficios incuantificables. Las energías renovables, como se está viendo en Uruguay, tienen enormes beneficios pero también desafíos. La inclusión de baterías, sea por el desarrollo de vehículos eléctricos, como por la introducción de baterías estáticas domiciliarias puede conllevar enormes beneficios. Su utilización como forma de estabilizar y complementar las formas de producción con fuentes renovables es un excelente campo de trabajo a desarrollar.

En los últimos años, el aumento de la venta de vehículos ha sido exponencial, destacándose China y EEUU como los de mayor mercado. Noruega como Holanda son casos destacables, por ser los países donde el *market share*, porcentaje de vehículos eléctricos sobre el mercado total, son los mayores del mundo.

Un caso interesante, también a destacar, porque muestra el resultado que pueden tener las políticas de promoción, es el de España donde las ventas se incrementaron un 183%, unas 133 unidades en 15 días, al impulsar el plan “Movea”.<sup>10 11</sup> Dicho plan de un presupuesto de 14 millones de euros, para la adquisición de autos y motos duró apenas 24 horas, hasta agotarse. Esto hizo que este plan sea considerado todo un éxito para algunos, pero provocando quejas para otros.

También las regulaciones en algunas ciudades o regiones pueden sorprender. Muchas son las ciudades que se están planteando un plazo a partir del cual no podrán ingresar más vehículos (contaminantes) a combustión, en particular los diesel. Paris, Madrid y Ciudad de México, son

---

<sup>9</sup> [http://www.iea.org/newsroom/news/2017/june/electric-vehicles-have-another-record-year-reaching-2-million-cars-in-2016.html?utm\\_content=bufferd7455&utm\\_medium=social&utm\\_source=linkedin.com&utm\\_campaign=buffer](http://www.iea.org/newsroom/news/2017/june/electric-vehicles-have-another-record-year-reaching-2-million-cars-in-2016.html?utm_content=bufferd7455&utm_medium=social&utm_source=linkedin.com&utm_campaign=buffer)

<sup>10</sup> <https://elperiodicodelaenergia.com/el-movea-dispara-un-183-las-ventas-de-electricos-y-un-308-las-de-hibridos-enchufables/>

<sup>11</sup> <http://www.minetad.gob.es/industria/es-ES/Servicios/plan-movea/2017/Documents/Guia-Plan-MOVEA-2017.pdf>

ejemplos de ciudades que a partir de 2025 no dejarán ingresar los vehículos diesel por sus emisiones en partículas.<sup>12</sup> Asimismo en Europa donde las regulaciones son cada vez más restrictivas con la contaminación, se espera que para 2035 el 100% de los vehículos que se vendan sean eléctricos.<sup>13</sup>

En la permanente búsqueda de fomentar el uso de vehículos de bajas emisiones, se percibe un enorme cambio en Europa y su política asociada a los vehículos. Por años se promocionó el desarrollo de vehículos diesel, por entenderlos más eficientes y por ende de menor emisión de CO<sub>2</sub>, pero al constatar el aumento de la contaminación en partículas en sus ciudades, hoy Europa cambió radicalmente su postura, preparándose para lisa y llanamente prohibir estos vehículos. Incluso, como forma de acelerar el cambio a los vehículos eléctricos, si bien se espera que en un par de décadas la totalidad de los vehículos que se venderán serán eléctricos, no se desea esperar. Es por ello que la Comisión Europea está preparando una normativa para obligar a los fabricantes de automóviles a que adopten una cuota de automóviles eléctricos e híbridos enchufables en 2030.<sup>14</sup>

Es así que, con el claro objetivo de bajar las emisiones, en algunos casos no sólo se promociona la venta de vehículos 100% eléctricos, dejando la puerta abierta a otras tecnologías como los vehículos híbridos, enchufables o no, en los que subsiste una motorización a combustión y una eléctrica, que los hace ser de muy bajas emisiones. Hoy un vehículo híbrido enchufable puede tener una autonomía de unos 50 km, lo que para muchas ciudades redundaría en que en su uso urbano funcionaría exclusivamente como un vehículo eléctrico y solo consumiría carburantes en trayectos largos fuera de la ciudad.

Asimismo, en el mundo se están estudiando otras alternativas al uso de los derivados de petróleo como combustibles. En Japón se está avanzando en el uso del hidrógeno, cuya "combustión", u oxidación, genera como único producto o escape, vapor de agua. Este combustible, tiene además el interés de poderse considerar como un buen complemento de las energías renovables, actuando como acumulador de energía o batería. Al poderse producir cuando hay excesos de energía (durante el día para la solar o cuando hay viento para la eólica) almacenarse y utilizarse cuando es necesario. Por estas características, puede ser interesante en Uruguay estudiar esta alternativa. Otro ejemplo es Brasil con su enorme desarrollo de los biocombustibles y particularmente el bio-etanol.

Estas otras opciones hoy pueden aparecer como puntuales y, al menos para los biocombustibles, asociadas a condiciones locales. En todo caso, es notorio que en el mundo el objetivo es de buscar tecnologías más limpias, de menores emisiones, y autóctonas.

## Presentación de diferentes vehículos eléctricos y campo de aplicación

Cómo veremos más adelante en este estudio, además de los parámetros habituales para evaluar la adquisición de un vehículo, en el caso de los eléctricos la autonomía queda en primer lugar. Esto tanto para un vehículo particular como para un utilitario o de transporte público. En todos los casos, no sólo se pretende que el vehículo sea seguro, confortable, etc., y a un precio que pueda adquirirlo, sino además que su autonomía responda a sus necesidades. Máxime que en el caso de los vehículos eléctricos de carga lenta en los que su recarga lleva un tiempo considerable comparado con los de combustión tradicional. En el caso del uso por un particular, de su auto personal, una gran dificultad de los vehículos eléctricos es lo variable que puede ser el uso. En la inmensa mayoría del tiempo, si el auto se usa para ir a trabajar u otros usos en ciudad, los km recorridos diariamente

---

<sup>12</sup> [https://elpais.com/internacional/2016/12/02/actualidad/1480642460\\_315476.html](https://elpais.com/internacional/2016/12/02/actualidad/1480642460_315476.html)

<sup>13</sup> <https://elperiodicodelaenergia.com/el-100-de-los-vehiculos-que-se-vendan-en-europa-seran-electricos-en-2035/>

<sup>14</sup> <https://elperiodicodelaenergia.com/europa-obligara-a-los-fabricantes-de-automoviles-a-una-cuota-de-ventas-de-vehiculos-electricos/?platform=hootsuite>



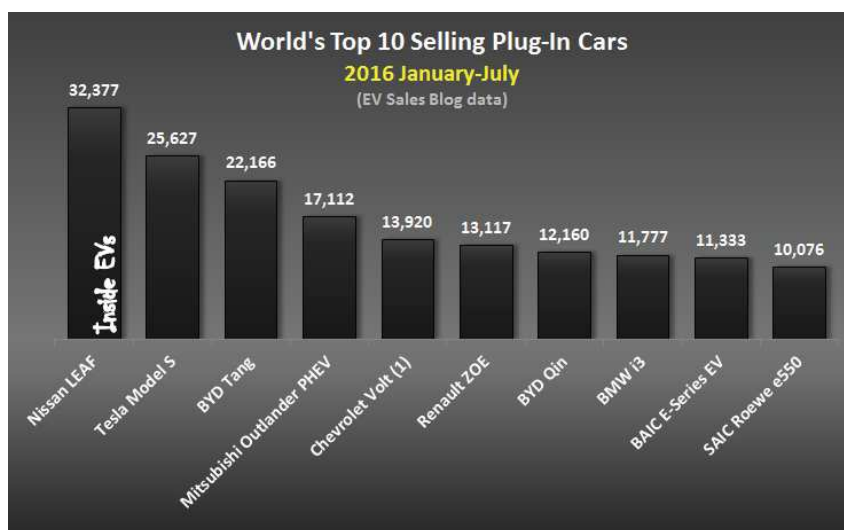
pueden ser reducidos, pero si luego en un fin de semana o durante las vacaciones se desea desplazarse a lugares más lejanos, la necesidad en autonomía es mucho mayor. Esta dicotomía plantea desafíos enormes que no sólo son técnicos o tecnológicos. Es difícil imaginar soluciones que no incluyan aspectos de urbanismo, comportamientos personales y usos de modos de transporte diferentes tanto dentro de las ciudades como fuera de ellas, etc.

### Autos eléctricos particulares

Muchas son las empresas que están trabajando en la producción de vehículos eléctricos. En cuanto a los autos particulares, además de Tesla que con mucho marketing gusta mostrarse como un gran impulsor de esta revolución, se encuentran muchas marcas tradicionales o ya conocidas. Como todos los vehículos, el precio de éstos puede variar mucho dependiendo de sus características. Por el alto costo de sus baterías, la autonomía del vehículo será uno de los factores fundamentales para hacer variar sensiblemente su valor. Como orden de magnitud, y sin considerar los impuestos locales, el precio de adquisición de un vehículo eléctrico “medio”, en su lugar de origen, puede rondar los 35.000 USD, pudiendo llegar a unos 75.000 para el Tesla X.<sup>15</sup>

Como forma de presentar las opciones de compra, indicamos la lista de los autos con mayor autonomía. También los vehículos más vendidos en 2016 y los mayores fabricantes de estos vehículos.

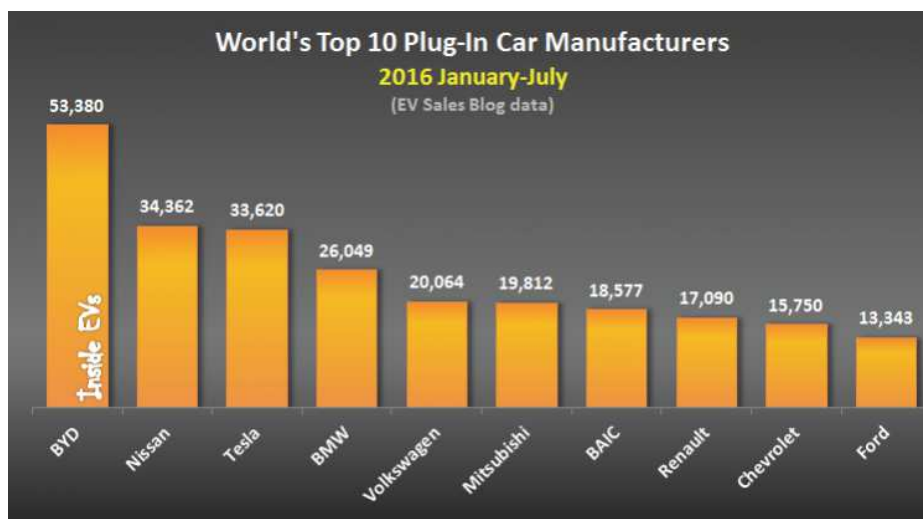
- 1 Tesla Model S – 335 millas (539 km)
- 2 Tesla Model 3 – (Solo EEUU de momento) 310 millas (499 km)
- 3 Tesla Model X: 295 millas (475 km)
- 4 Chevy Bolt – 238 millas (383 km)
- 5 Renault ZOE (Sólo Europa) – 185 millas (300 km)
- 6 Nissan LEAF – 150 millas (240 km) ... por ahora
- 7 Volkswagen e-Golf – 125 millas (201 km)
- 8 Hyundai IONIQ Electric: 124 millas (200 km)
- 9 BMW i3 – 114 millas (183 km)
- 10 Kia Soul EV – 111 millas (179 km)



16

<sup>15</sup> <http://www.carbuyer.co.uk/reviews/recommended/best-electric-cars>

<sup>16</sup> <https://elperiodicodelaenergia.com/los-diez-coches-electricos-con-mayor-autonomia-que-se-pueden-comprar-en-europa-y-eeuu/>



17

## Ómnibus eléctricos

Para el caso de los ómnibus eléctricos, una de las principales marcas, que además coincide con la del ómnibus que se está probando en Uruguay proviene de una empresa de desarrollo de baterías: BYD.<sup>18</sup>

Hay otras empresas también conocidas que desarrollan estos vehículos, y muchas otras que en China los comercializan localmente, pero que por lo enorme o gigante de su mercado no dejan de ser muy importantes. Dentro de las marcas más conocidas se pueden encontrar las siguientes: Yutong, Mercedes-Benz, Mitsubishi, Iveco, Bolloré, ABB y Volvo.<sup>19</sup> Estas empresas como otras que desarrollan específicamente este tipo de vehículos, varían su oferta principalmente en función de las características del servicio que se solicita. Para ello maximizan la capacidad de pasajeros a transportar, la autonomía de las unidades o la forma de su recarga.

En referencia al mercado, en la actualidad, tanto por su capacidad de producción, compradores y apoyo del gobierno central, hoy sin duda el control de este mercado es chino. Incluso en ciudades que se plantean compras masivas de ómnibus, aunque deseen desarrollar (o proteger) la industria local ven con dificultad el dominio de las empresas chinas en este mercado, reuniendo a la vez precio, capacidad de producción y propuestas de calidad. Para ilustrar esto se adjunta un artículo, referido a la compra de ómnibus por parte de la empresa de transporte público de París, en el que se indica que de los 120.000 ómnibus comercializados en el mundo en 2017, el 95% fueron chinos.<sup>20</sup>

En cuanto a las características principales, en la actualidad la autonomía media de un ómnibus ronda los 350 km con carga máxima. Con ella varía no solo el espacio que estas baterías ocupan reduciendo la capacidad de transporte, pero además y principalmente el precio.

El precio de adquisición de estas unidades puede llegar a los UDS 500 mil, en Uruguay, lo que veremos más adelante no deja de ser un freno para su desarrollo.

Se espera que el desarrollo de la flota mundial de ómnibus, impulsada por un gigantesco crecimiento en China, llegue a triplicar su número de unidades hasta 2025, llegando a 1.2 millones.<sup>21</sup>

<sup>17</sup> <http://forococheselectricos.com/2016/08/top-10-de-los-coches-electricos-mas-vendidos-y-mayores-fabricantes-de-2016.html>

<sup>18</sup> <https://www.elobservador.com.uy/gobierno-e-imm-impulsan-pruebas-piloto-bus-electrico-n905017>

<sup>19</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_electric\\_bus\\_makers\\_and\\_models](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_electric_bus_makers_and_models)

<sup>20</sup> [https://www.challenges.fr/entreprise/transports/des-bus-electriques-pour-la-ratp-une-aubaine-pour-les-chinois\\_562657](https://www.challenges.fr/entreprise/transports/des-bus-electriques-pour-la-ratp-une-aubaine-pour-les-chinois_562657)

<sup>21</sup> <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-02-01/electric-buses-will-take-over-half-the-world-by-2025>

Asociado a esta masificación como al desarrollo tecnológico de las baterías, también se puede esperar que en los próximos años el precio de adquisición de estas unidades baje sensiblemente, mejorando a la vez sus características técnicas.

Es así que muchos se preguntan si es el momento de introducir esta tecnología, que puede percibirse como cara y que no responde a todos los usos que hoy satisface la motorización convencional. Si bien esta duda no deja de ser fundada, en lo personal creo que son sobradas las razones para que a nivel nacional se estudie e impulse el uso de los ómnibus, taxis, y luego todos los vehículos eléctricos y más en general de bajas emisiones. Además de todas las razones ya planteadas de ir hacia una economía de menores emisiones e impactos y también de recursos autóctonos y menos dependiente de otros países, las razones de ser innovador en el uso de vehículos eléctricos y de ir aprendiendo de esta experiencia es fundamental.

Igualmente, es imprescindible ir cambiando, adaptando y mejorando el servicio de transporte público para que cada vez más personas lo utilicen como modo de desplazarse en las ciudades. A la vez, los operadores deben estudiar las nuevas y desafiantes formas de gestionar una flota que según todos los análisis en el mundo, dentro de algunos (pocos) años podrá ser exclusivamente eléctrica. Los desafíos para las empresas de transporte público son sin duda enormes ya que esta tecnología introduce un cambio mayor por la mera característica de tiempo de carga de las baterías, pero también deben considerar las gigantescas ventajas como son su reducido costo de mantenimiento y principalmente del combustible, además de la oportunidad de introducir mejoras en los vehículos y servicios.

En cuanto a las diferentes tecnologías de estas unidades, si bien en este estudio se insistirá en las de carga lenta, por ser la de mayor experiencia en el mundo, se puede mencionar que también están en desarrollo unidades de carga rápida, con un concepto de uso bien diferente. En este caso en vez de utilizar las unidades de transporte durante todo el día y cargarlas durante la noche, la carga se realiza cada vez que el ómnibus se detiene durante un periodo prolongado, por ejemplo en las terminales de ómnibus. Esto tiene la ventaja de requerir menor capacidad en las baterías y que su uso podría ser casi permanente, pero las desventajas de tener que instalar puntos de carga en cada terminal de ómnibus y con una potencia de red mayor, capaz de realizar cargas rápidas. Asimismo pueden presentarse dudas sobre la durabilidad de estas baterías respecto a las otras ya que los ciclos de carga se multiplican. Estos aspectos como la enorme ventaja de minimizar el problema de la autonomía, nuevamente debe ser analizada según los usos en cada caso.

Además de la aplicabilidad de estas dos tecnologías, en lo personal creemos que se debe analizar el transporte público como un sistema donde las diferentes tecnologías podrían funcionar en su modo más eficiente. Es así que el "sistema" de transporte público podría contar con soluciones complementarias donde convivan ómnibus, de carga lenta y rápida, con trolebús o tranvías, todos con sus características propias y bien diversas respondiendo en forma eficiente y distintiva a cada necesidad y tipo de uso.

### Utilitarios eléctricos y taxis

En cuanto a los utilitarios, varias empresas están proponiendo vehículos 100% eléctricos. En Uruguay, evidentemente los más conocidos son los Renault Kangoo, adquiridos por UTE a un precio de 42mil USD,<sup>22</sup> pero también estarían por llegar utilitarias Peugeot y BYD. A la fecha, muchos son los fabricantes que producen estos vehículos, los que esperamos lleguen a nuestro mercado.<sup>23</sup>

Nuevamente su precio y características o capacidad de sus baterías harán que esta tecnología pueda responder a las necesidades de sus posibles usuarios. Dependiendo de los

---

<sup>22</sup> <https://www.presidencia.gub.uy/comunicacion/comunicacionnoticias/ute-incorpora-flota-30-vehiculos-utilitarios-electricos-renault>

<sup>23</sup> <https://www.parkers.co.uk/vans/news-and-advice/electric-vans/>  
<https://cleantechnica.com/2017/12/03/top-electric-vans-delivery-vehicles-europe/>  
<https://www.autotrader.co.uk/vans/content/what-you-should-consider-when-buying-an-electric-van>

incentivos que se puedan definir, como del uso en kilometraje que el usuario piense recorrer diariamente, esta solución puede ser rentable rápidamente.

Los taxis, justamente por las distancias recorridas diariamente, pueden repagarse en un período reducido. La inversión entre la “chapa” o permiso de uso de un taxi como el costo de las unidades no es menor, al poder llegar a los 65 mil dólares. De igual forma, a diferencia de un vehículo particular, al recorrer diariamente unos 250 km, el período de repago de la sobre inversión, respecto a una unidad convencional, puede hacerse en sólo 3 años.

A pesar de ello, hoy los desafíos para el uso de esta tecnología no son menores. En primer lugar su elevado precio y costos financieros, también la organización de su uso y recarga que debe coordinarse con el cambio de turnos. Las escasas marcas que proveen estas unidades, hoy única (BYD), como el respaldo y disponibilidad de respuestos, no es un tema menor. Por último, la disponibilidad y ubicación de puntos de carga debe ser considerada.

En Montevideo donde quiere impulsarse el uso de estas unidades, tanto la Intendencia IM como las autoridades del MIEM y la empresa eléctrica UTE estudian y mejoran las condiciones para responder a estos desafíos.<sup>24</sup>

## Características principales de las baterías asociadas al uso vehicular

La experiencia está mostrando que la evolución de las tecnologías asociadas a la movilidad eléctrica están evolucionando en forma vertiginosa, y en particular las baterías. Considerando las baterías como uno de los elementos principales del los vehículos eléctricos; y sin duda el de mayor relevancia en cuanto a las diferencias con los vehículos a combustión, es interesante observar su transformación tanto en lo referido a sus prestaciones como costos.

Si bien las baterías pueden ser caracterizadas por los materiales que la componen, lo que hace variar sus características y capacidades, cuando queremos evaluar su adaptabilidad a un uso particular, son sus características que debemos conocer. Dentro de estas, para los usos en movilidad eléctrica, destacamos la capacidad de carga que determina la autonomía del vehículo y la durabilidad como características principales y asociadas a estas, tanto el peso y el volumen, como evidentemente el costo serán parámetros que deberán ser considerados también.

Por la importancia que tienen cada una de estas características como su combinación, la capacidad de energía de una batería se indica asimismo en kWh/kg y en kWh/L. Es fácil entender que en aplicaciones vehiculares, de nada serviría tener una gran capacidad de carga, si esto implicase un peso o volumen excesivo.

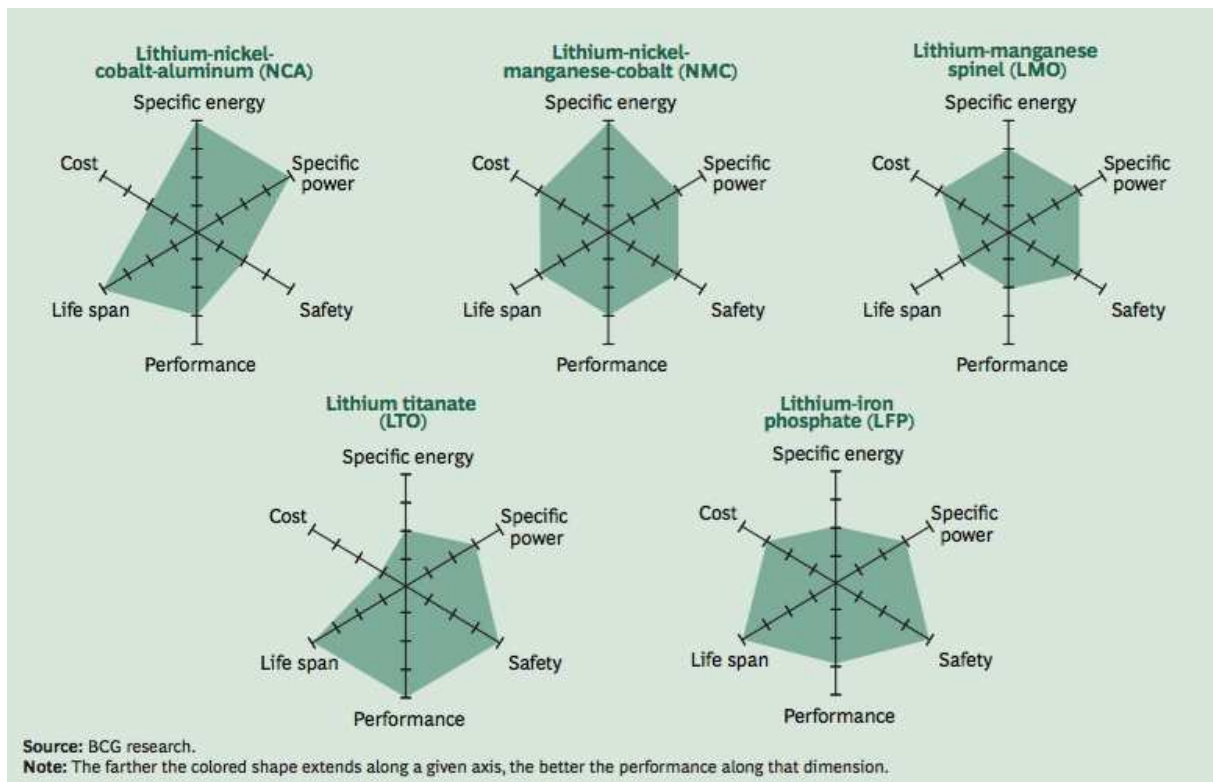
Para las diferentes aplicaciones de las baterías y particularmente para la movilidad, sin duda la evolución más importante fue el cambio de las antiguas baterías de plomo ácido por las de litio, lo que permitió aumentar notablemente la capacidad de almacenaje y por ende la autonomía de las baterías considerablemente, reduciendo asimismo además tanto su volumen como su peso.

Es así que hoy en día, los vehículos eléctricos de buenas prestaciones utilizan baterías de litio. De hecho, las diferencias aparecen al detallar el tipo de baterías de litio ya que además del litio tiene otros elementos que varía sus características.

En los gráficos siguientes, extraídos del estudio “Batteries for electric cars” del Boston Consulting Group publicado en 2010, se pueden identificar los diferentes tipos de baterías de litio y sus principales características.

---

<sup>24</sup> <http://www.montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/lanzamientotaxiselectricosv2.pdf>



En cuanto al costo de las baterías, estos no han dejado de bajar en forma constante en los últimos años. Por un lado los continuos avances tecnológicos han permitido fabricar baterías más económicas y a la vez de mejores prestaciones, pero además al aumentar la demanda en baterías, la masificación de su fabricación también permite bajar los costos de producción.

En este sentido, en la publicación “Bloomberg New Energy Finance Lithium ion battery costs and market” del 20 de junio de 2017, se pueden apreciar los siguiente datos. Según estos datos, los costos entre 2010 y 2016 no cesaron de bajar, a un ritmo de 20% anual en promedio, acumulando una baja del 73% en los 6 años. Otro aspecto referido a los costos que resulta interesante es que a precios de 2016, el 48% del valor de un auto son sus baterías. Se estima además que en 2024 las baterías representen el 24% del valor del automóvil, año en el que se llegarían a igualar los precios de compra de los vehículos eléctricos con los a combustión.

Como bien se indicó en las aplicaciones vehiculares, se debe sopesar por un lado la capacidad de carga y por ende la autonomía que se desea en un vehículo y por otro tanto el peso y volumen como su precio asociado. Es por ello que dependiendo del uso asociado el tipo y tamaño de batería puede variar mucho. Un taxi y un utilitario pueden recorrer una distancia diaria muy superior que un auto particular. Un ómnibus, por un lado no es deseable que interrumpa su servicio para cargar las baterías, pero por el otro el peso o volumen no es tan restrictivo como en un vehículo menor.

En el caso de los ómnibus, en general, las autonomías propuestas por los fabricantes varían en un rango de los 250 a 300 km entre cargas. En cuanto a los automóviles, la capacidad de sus baterías y su autonomía medida en km esperada puede variar según el modelo y marca del mismo.

En la tabla siguiente, se puede ver que para los autos pequeños la autonomía ronda los 150 km y para los grandes los 230, siendo los Tesla S y X los de mayor autonomía con casi 500 km. Como fuese mencionado antes, estas capacidades son una de las razones fundamentales del precio de cada vehículo.<sup>25</sup>

<sup>25</sup> Cost Projection of State of the Art Lithium-Ion Batteries for Electric Vehicles Up to 2030 – 09/ 2017

Table 1. Overview of electric vehicles commercially available in 2016, adapted from [5].

Vehicle Segment	Brand	Model	Model Year	Battery Energy Content (kWh)	Range (km)
Small	Smart	Fortwo	2014	17,6	160
	Toyota	iQ EV	2012	12	85
	Fiat	500e	2015	24	135
	Citroen	C-Zero	2014	14,5	150
	Peugeot	iOn	2014	14,5	150
	Mitsubishi	i-MiEV	2014	16	160
	VW	e-up!	2013	18,7	160
	Chevrolet	Spark Ev	2015	18,4	130
	Bolloré	Bluecar	2015	30	250
Mitsubishi	MinicabMiEV	2014	16	150	
<b>Average</b>				<b>18.2</b>	<b>153</b>
<b>Median</b>				<b>16.8</b>	<b>150</b>
Medium-Large	BMW	i3	2014	22	190
	Renault	Zoe	2015	22	240
	Volvo	C30 Electric	2015	24	145
	VW	e-Golf	2016	24,2	190
	Nissan	Leaf (2016)	2014	30	250
	Honda	FIT EV	2012	20	130
	Renault	Fluence Z.E.	2015	22	185
	Ford	Focus EV	2015	23	162
	Kia	Soul Electric	2015	27	212
	Mercedes	B-class ELDr.	2015	36	230
	BYD	e6	2015	61,4	205
	Nissan	e-NV200	2015	24	170
	Toyota	RAV 4 EV	2014	41,8	182
	Tesla	Model S	2015	75	480
	Tesla	Model X	2015	90	489
<b>Average</b>				<b>36.2</b>	<b>231</b>
<b>Median</b>				<b>24.2</b>	<b>190</b>

Otro elemento fundamental de las baterías es su durabilidad. Como es sabido, el uso de las baterías las va desgastando, perdiendo su capacidad de recarga y por ende el vehículo su autonomía. En la actualidad se considera que la experiencia es bastante reciente y se multiplican los estudios para evaluar y describir la forma en que esta degradación se produce. Asociado a esto y se está investigando en qué forma este deterioro puede variar con la forma en que se utilizan las baterías.

Los fabricantes de baterías normalmente indican esta durabilidad en años y ciclos de carga, entendiendo que una batería cuya capacidad es garantizada para unos 4000 ciclos, si la misma se carga exclusivamente a la noche (una vez por día), la misma debería durar unos 10 años.

Es importante que se especifique la forma en que la capacidad de la batería se va a ir degradando con su uso y la capacidad remanente en el último año que se garantiza. En el transporte público de pasajeros este parámetro es fundamental para que los ómnibus eléctricos puedan seguir realizando los recorridos para los que fueron adquiridos durante toda su vida útil.

La experiencia está mostrando que la temperatura a la que son sometidas las baterías puede degradar sensiblemente su capacidad, por lo que su refrigeración durante el uso es importante. Asimismo en general se indica que si la batería se sobre carga o sobre descarga también puede ser degradada. Algunos estudios están intentando asociar el deterioro de las baterías a la cantidad de corriente de carga, pero por ahora las fabricas de baterías siguen garantizarlas en cuanto al numero de ciclos.

## Experiencia local del uso de vehículos eléctricos: ómnibus de CUTCSA, taxis, flota de utilitarios de UTE, particulares

Uruguay en la región puede considerarse como pionero en movilidad eléctrica. Desde hace años CUTCSA cuenta con un ómnibus eléctrico de la marca BYD, que funciona como prueba, en líneas regulares en condiciones reales. Asimismo, UTE tiene una flota de utilitarios eléctricos de 60 vehículos, flota que prevé ampliar, y en Montevideo circulan 24 taxis eléctricos, también BYD<sup>26</sup>, mientras se licitan 30 permisos más para nuevos taxis eléctricos. El objetivo de la Intendencia de Montevideo es de llegar en este período a los 300 taxis eléctricos, un 10% de la flota actual.

Estas experiencias han logrado mostrar las enormes ventajas de la motorización eléctrica y de lo económica que es en su operación. En el caso del ómnibus eléctrico, si bien el uso de la electricidad tiene muchos beneficios, principalmente por la ausencia de emisiones y ruido, también presenta varios desafíos.

En primer lugar, debido al subsidio del gasoil que se paga en función del consumo de este combustible, el uso de la electricidad como combustible no es más económico como debería ser si se pagase el gasoil al precio de venta por ANCAP. En segundo lugar, debe considerarse otros factores propios a los vehículos eléctricos: la autonomía de sus baterías, el espacio que éstas ocupan y su ubicación en el ómnibus para que no reduzca la capacidad de carga de pasajeros. Todos temas que no empalidecen las ventajas de las unidades eléctricas, pero que deben ser tratados para que la incorporación de esta tecnología se realice en las mejores condiciones posibles.

Por último, y no menos importante, se deberá considerar la llamada “gestión de carga” de estos ómnibus. En algunos casos, los ómnibus en una jornada normal pueden iniciar su servicio en una línea, pudiendo cambiar a otra línea si fuese necesario. Esto hace que, por ejemplo en la mañana realice un recorrido de una determinada distancia, y velocidad media de operación, y en la tarde al pasar a otra línea de características diferentes. Es así que la distancia que puede recorrer un mismo ómnibus puede variar substancialmente de un día a otro. Luego, los requerimientos en autonomía no puedan asociarse a un vehículo determinado ya que estos cambian de recorrido indistintamente en una misma jornada. Los requerimientos en autonomía asociado a la distancia máxima que una unidad puede recorrer por día, como la ubicación de las estaciones de carga y el tiempo requerido para cargar son datos fundamentales para la operación de los futuros ómnibus eléctricos.

Otro aspecto que es muy sensible para los operadores de transporte público es que su servicio pase a depender del suministro de energía eléctrico. La interrupción del suministro eléctrico dejaría la flota de transporte público inoperativa, por lo cual se deberían buscar mecanismos, como redundancias de suministro eléctrico, para que este riesgo, que las empresas de transporte ven difícil de gestionar, se elimine o sea mínimo.

Por todas estas razones, además de los aspectos de alimentación eléctrica y de la instalación de estaciones de carga, se deberán considerar aspectos propios a la flota de vehículos y su forma de operación. Se puede pensar entonces que la incursión de los vehículos eléctricos en el transporte público deberá hacerse además de gradualmente, acompañada de una necesaria transformación y mejoras en el servicio del transporte público. Es así que de ir a una transformación de la flota actual por ómnibus eléctricos, la renovación de la flota actual debe hacerse mejorando la accesibilidad, confort y seguridad en las unidades, además de mejorar en general su servicio.

En cuanto a los taxis, la distancia que recorren diariamente y por no contar con un subsidio en el combustible que consumen actualmente, los beneficios económicos de pasarse a la electricidad son claros. En este caso, entonces los desafíos son otros. Por un lado obviamente el precio de las unidades eléctricas, muy superior a las tradicionales a combustión. Se percibe además en los operadores una cierta preocupación en el hecho que exista una sola marca que, hasta ahora provea estos vehículos, y/o que sea nueva en el mercado genera cierta preocupación. Sin duda al ir

---

<sup>26</sup> <http://goelectric.uy>

apareciendo otras y de la forma en que respondan con sus servicios post venta, entiéndase mantenimiento, reparación en caso de roturas o siniestros e incluso respuesta ante algún desperfecto, es que las marcas y la tecnología de los taxis eléctricos se hará cada vez más segura reconocida y aceptada.

También, como es sabido la aparición de servicios similares al de los taxis, que siendo una competencia que no esperaban, bajaron su rentabilidad y margen de acción, pero también obligándolos a reconvertirse y mejorar su servicios. Entonces, nuevamente estudiando formas para incentivar y financiar la adquisición de unidades eléctricas, y por el lado de los operadores mejorando el servicio que brindan, es que los taxis, no sólo pueden mejorar las condiciones medioambientales, sino además podrían volver a ser tan o más competitivos que otros servicios equivalentes.

En lo relativo a los utilitarios en Uruguay, basándose en los buenos resultados de los hoy existentes de UTE, se reconoce cierto interés en otros potenciales usuarios. Nuevamente su precio de adquisición esta siendo un freno, al que se le suma que no todas las empresas recorren diariamente una distancia necesaria para que la inversión sea rentable. En base al precio de las unidades, los incentivos existentes y las economías que supone pasarse a la electricidad, cada empresa deberá calcular la rentabilidad del recambio.

UTE como empresa eléctrica y pionera en el uso de la electricidad como combustible vehicular, por medio de sus portales y páginas asociadas difunde los beneficios de la aplicación de este tipo de vehículos en Uruguay.<sup>27</sup>

En referencia a la experiencia a nivel nacional y a modo de conclusión ya que muestra la relevancia que se le está dando por parte del gobierno nacional, departamental y empresas asociadas, se puede destacar el proyecto *"Hacia un sistema de movilidad urbana sostenible y eficiente en Uruguay"*. Proyecto de fondos GEF, cuya agencia implementadora es el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD e impulsado por el MIEM y MVOTMA. El objetivo principal de este proyecto es la promoción de formas de movilidad urbana sostenible, y en particular la eléctrica, en Montevideo y demás ciudades del Uruguay.<sup>28</sup>

---

<sup>27</sup> <http://movilidad.ute.com.uy>; <https://portal.ute.com.uy/rrpp-novedades/movilidad-eléctrica-en-empresas-llegó-el-momento>

<sup>28</sup> <https://www.thegef.org/project/towards-sustainable-and-efficient-urban-mobility-system-uruguay>



## Capítulo 4: Líneas de trabajo propuestas para efectivizar el uso de la electricidad en el transporte uruguayo

En base a la experiencia y desarrollo en el mundo de los vehículos eléctricos y a la tecnología existente en la actualidad, se pueden estudiar diferentes líneas de trabajo con el fin de implementar en Uruguay la utilización de la energía eléctrica como combustible substitutivo al petróleo. En todos los casos y sectores del transporte, y nuevamente reafirmandose en experiencias internacionales, es muy importante buscar instrumentos para incentivar la adquisición de unidades eléctricas. Esto tanto por la reducción de impuestos, según corresponda, IMESI, IRAE, IVA, patente y seguros, como también buscando mecanismos de financiación y en algunos casos incentivos para favorecer la adquisición de estas unidades.

Asimismo se puede pensar que las soluciones técnicas variarán para cada modo de transporte, debiendo responder a las especificidades de su flota vehicular y al servicio que brindan. Las exigencias de cada modo de transporte varían mucho al cambiar substancialmente su forma de operación y servicio que cumplen, es así que no se espera una misma solución para cada modo de transporte estudiado: transporte público de pasajeros, ómnibus y taxis, transporte de carga y vehículos particulares.

Las soluciones variarán principalmente en lo referido a la autonomía de las baterías y la distancia que los vehículos puedan recorrer para satisfacer las necesidades del modo de transporte en que sirven. Asimismo, si los vehículos requieren carga rápida para poder aumentar su autonomía, o si el vehículo puede detenerse durante su servicio el tiempo suficiente para recargar sus baterías.

Otro parámetro a tener en cuenta es la infraestructura necesaria para la carga de las baterías. La inversión necesaria para la instalación de estaciones de carga, su ubicación y número para que respondan a las necesidades de cada modo de transporte. Dependiendo de su uso, estos puntos de recarga pueden ser extremadamente económicos, como es el caso de los domiciliarios de uso exclusivo, en otros caso, puede que se requieran inversiones similares a las actuales estaciones de servicio de combustible. Para el caso en que la carga se hace al final de la jornada, el número de estaciones de carga será reducido, normalmente en los estacionamientos de empresas o domicilios para el caso de vehículos particulares. Si, por el contrario se requieren cargas intermedias, las estaciones de carga deben estar equidistantemente distribuidas en toda el área de operación de estos vehículos.

Además de ello, se deben considerar los tiempos de espera durante la recarga de las baterías y cómo estos pueden afectar el servicio que brinda cada modo de transporte.

Entonces, de los siguientes factores: soluciones técnicas disponibles, tipo y capacidad de las baterías para cada modo de transporte, de los requisitos en autonomía del servicio que cumplen, km recorridos entre cargas, de la dispersión de sus recorridos, y del tiempo que sería aceptable esperar para su recarga, se obtendrá un equilibrio que podrá determinar la infraestructura necesaria para responder a las necesidades y lugar de carga de los vehículos.

Resultando entonces que, para cada modo de transporte, su tipo de flota y su modo de utilización, se requiera una solución específica y propia considerando estos tres parámetros: capacidad de las baterías, tiempo de recarga aceptable e infraestructura requerida.

En cuanto a la penetración y velocidad de difusión de los vehículos eléctricos no se puede esperar tampoco que sea la misma para cada modo de transporte. Tanto por los requerimientos específicos de sus diferentes flotas vehiculares, como en infraestructura se deberá sopesar la inversión requerida para cada modo de transporte. Se verá también que para algunos modos de transporte, los beneficios, tanto para los usuarios como para la población en general, son mucho mayores, por monto de inversión requerido para pasarse a la electricidad como combustible. También que, dependiendo del servicio que brindan y de la estructura de propiedad (más concentrada o dispersa), será más eficiente generar una política de recambio a vehículos eléctricos para algunos modos de transporte que para el resto.

En base a todo esto, se propondrán las líneas de trabajo que se consideren más efectivas y beneficiosas para los usuarios y la población, distinguiendo por etapas el orden en que cada modo de transporte debería ir substituyendo el petróleo por la energía eléctrica como combustible.

## **Tecnologías y posibles aplicaciones por modo de transporte, tipo de flota y usos**

Las principales características tecnológicas a ser analizadas para estimar la aplicabilidad y esperada performance de los vehículos eléctricos, y por ende de la electricidad como combustible alternativo, se indican en la siguiente lista.

Parámetros a ser considerados:

- Distancia media y máxima recorrida por día
- Tiempos de espera por jornada, y lugares de paradas
- Tiempos de carga, rápida o lenta, (o recambio) de baterías
- Variabilidad del servicio que cumple cada día. Por ejemplo ómnibus que pueden cambiar de recorrido con diferentes restricciones: distancia a recorrer
- Modelo de negocio: Servicio público, empresarial o particular

Además de las variables anteriormente citadas, las que serán analizadas más adelante, se debe considerar el costo de cada vehículo, y la forma cómo esta inversión puede ser asumida en el modelo de negocio de cada modo de transporte, y las características propias de cada unidad, como son su confort, seguridad, etc., y como éstas responden a las necesidades de sus usuarios.

Como se puede ver, la variable fundamental que determina el éxito o no de los vehículos eléctricos es si su autonomía es suficiente para recorrer una distancia suficiente para responder a las necesidades de cada modo de transporte. Esto dependerá de la autonomía de las baterías y de la posibilidad de realizar paradas suficientemente largas para poder recargarlas, sin afectar el servicio que el vehículo brinda.

Adicionalmente, se debe considerar la disponibilidad de puntos de abastecimiento eléctrico en los lugares donde se quiere realizar las paradas de recarga. Pudiendo ser estos por ejemplo, en el domicilio particular o lugar de trabajo, para los vehículos particulares, estacionamiento, depósito o espacio para los ómnibus o vehículos de carga. La cantidad disponible de puntos de carga y su ubicación, hará variar la inversión en infraestructura, cambiando el modo de funcionamiento y posibilidad de uso de los vehículos eléctricos.

En conclusión, creemos entonces que del análisis planteado, se deben identificar los requisitos técnicos de las unidades de cada modo de transporte, y la cantidad y ubicación de los puntos de carga que se deberían instalar, e incluso el impacto en la actual red eléctrica para alimentar estas estaciones de servicio. Resultando de esto los lineamientos para políticas de promoción de la electricidad como combustible, para cada sector del transporte, y por tanto dónde focalizar los esfuerzos para cada modo de transporte, su tipo de flota y usuarios.

## **Transporte público de pasajeros urbano: ómnibus**

El caso del servicio público urbano de pasajeros (ómnibus) es sin duda un caso sintomático y merecería un estudio propio. La solución no puede ser encarada exclusivamente en base a una única disciplina y a los requerimientos técnicos previamente nombrados como forma de responder a las necesidades del sector. Por el contrario, se debe analizar el sector desde una visión más amplia de manera de responder y promocionar el transporte público de pasajeros como un servicio público de calidad, seguro y amigable para el medio ambiente.

De esta forma se deben considerar tanto aspectos de urbanismo para que los recorridos respondan a los requerimientos de los usuarios del transporte, como aspectos de calidad y seguridad del servicio, confort, accesibilidad y demás características propias de las unidades. También deberán ser tenidas en cuenta las características referidas a la operativa propia de los ómnibus como son la frecuencia, tiempos de espera, regularidad, etc., para favorecer su uso. Todo esto además del costo y tipos de tarifas por servicios que puedan brindarse.

En lo relativo a las unidades de transporte, hay dos aspectos a considerar y a comparar entre las eléctricas y las diesel hoy existentes: costo de adquisición y de operación, y la distancia que pueden recorrer por carga comparada con la que cada línea realiza diariamente.

El costo de adquisición de una unidad de transporte de pasajeros (ómnibus) es del entorno de los 500 mil USD en el caso eléctrico y de 150 mil USD para el convencional diesel. De estudios previos, considerando el costo de inversión y de operación, sin considerar ningún beneficio fiscal que distorsione (fideicomiso del gasoil), el tiempo de repago de una unidad eléctrica sería inferior a los 10 años.<sup>29</sup> Si se pudiesen implementar mecanismos para financiar la adquisición de unidades eléctricas, esto tendría grandes ventajas. En primer lugar iríamos introduciendo al sector unidades que además de ser mucho más eficientes, no generan emisiones durante su operación. Además de ello, por tener un costo de operación y mantenimiento sensiblemente más económico que las unidades tradicionales, el sector del transporte público mejoraría su competitividad.

En cuanto a la autonomía de las baterías y la distancia recorrida diariamente por los ómnibus, puede variar según la línea en la que trabaja cada unidad. En la actualidad, muchas son las líneas que recorren diariamente un trayecto superior a los 250km diarios, superando la actual autonomía de las baterías. Para salvar esta dificultad, se puede pensar en instalar baterías de mayor tamaño y capacidad, lo que podría limitar el espacio y capacidad de carga de pasajeros del ómnibus. Otra opción sería recargar las baterías durante una jornada laboral, o cambiar de vehículo, lo que tampoco se ve verdaderamente viable, al menos para las unidades de carga lenta.

En relación a la inversión en infraestructura, por ser una flota cautiva, que además no puede recargar sus baterías durante el servicio (mientras sus usuarios esperan), se deben considerar puntos de carga específicos en áreas de estacionamiento propias a las empresas. Idealmente, al culminar la jornada de trabajo de una unidad esta sería conducida a su estacionamiento para su recarga y recomenzar su servicio al día siguiente. De no contar con la autonomía necesaria en algunos recorridos, se podría pensar en que una unidad recorra una línea mientras cuente con carga y luego sustituirla por otra. Esto resolvería por un lado el problema de la autonomía, pero obviamente aumentaría el número de unidades requeridas para brindar un mismo servicio y por ende los costos de inversión.

Por estas razones, se entiende que la solución en el caso del transporte público, para viabilizar una reconversión masiva, debe estar asociada a un cambio mayor en el servicio mismo del transporte público de pasajeros, revisando los recorridos y tecnologías aplicadas, buscando a la vez de utilizar la electricidad como combustible, mejorar el servicio de forma de hacerlo más eficiente, económico y de mejor calidad para aumentar el número de usuarios.

Si consideramos entonces la calidad del servicio como primer objetivo, incluso independientemente del tipo de combustible, es lo que paradójicamente permitiría la incorporación de los ómnibus eléctricos en forma masiva. Para ello se deberán estudiar los recorridos, hacerlos complementarios entre las líneas, favorecer ciertos ejes para concentrar los recorridos y aumentar la frecuencia. Asimismo, reducir el número de paradas para reducir los tiempos de los recorridos y a la vez intentar que todos los ómnibus que pasan por una misma arteria paren en el mismo lugar para favorecer el intercambio de pasajeros de un ómnibus a otro.

Todo esto evidentemente no puede hacerse en forma inmediata y se debe consultar a las empresas que hoy operan las líneas de transporte público, por su conocimiento específico del servicio y sus requerimientos. Se les debe invitar a que revisen sus recorridos, ver los ejes que

---

<sup>29</sup> Análisis Económico para Ómnibus urbanos y taxis eléctricos en la Ciudad de Montevideo. PPT, Gonzalo Márquez

pueden ser favorecidos, como por ejemplo 18 de Julio, 8 de octubre, etc., desocupando además otras calles por las que dejarían de pasar ómnibus.

Además, al concentrar y aumentar el número de usuarios que pasan por una misma arteria, se podría estudiar la viabilidad de utilizar modos de transporte de mayor capacidad, más eficientes y económicos por usuario, como los trolebús y tranvías.

## Flota de taxis

El caso de los taxis puede ser analizado, en lo referido a la tecnología, como la de un auto “particular” que circula en el área urbana muchos km por día. Para responder a esta necesidad, dos son los caminos. Por un lado que las unidades tengan la autonomía necesaria en sus baterías para recorrer la distancia diaria y/o instalar puntos de recarga en lugares donde los taxis puedan hacer sus pausas.

La experiencia actual en Montevideo del uso de unidades eléctricas parece responder a las necesidades. Las unidades cuentan con una autonomía de entre 250 y 270 km por carga, debiendo recargarla para llegar a los 350 km que recorren habitualmente por día. Estas unidades, entonces, requieren ser recargables rápidamente. La recarga se completa en 2hs y 15 min. Por el momento circulan unas 20 unidades eléctricas y recientemente la IM licitó la incorporación de 30 nuevos permisos más para taxis eléctricos. El objetivo de la IM es de llegar al 10% de las unidades, unos 300 taxis eléctricas para fines de 2018.<sup>30</sup>

El costo de un taxi es de aproximadamente 17.000 USD para un diesel, siendo el de una unidad eléctrica unos 60.000 USD. Según cálculos manejados por la IM, el repago de una unidad eléctrica sería en 3 años.<sup>31</sup>

Al entenderse que los vehículos eléctricos responden a las necesidades del servicio que brindan los taxis, creemos que se debe fomentar su uso en forma acelerada y hasta que todas las unidades sean eléctricas. Para ello buscar formas de financiar la adquisición de las unidades eléctricas y a la vez restringir la compra de nuevas unidades a combustión. Se podría pensar incluso en prohibir las unidades diesel, que hoy son consideradas las más contaminantes por las emisiones en partículas.

En cuanto a los puntos de carga, se deben estudiar áreas específicas en las que los taxis puedan recargar sus baterías, tanto a la noche, como en su pausa diaria.

Asimismo, por tratarse de una tecnología reciente, se debería impulsar la compra de diferentes marcas para que a término se pueda comparar su rendimiento y durabilidad, principalmente de sus baterías, generando con esto experiencia. Asimismo, si fuese posible, buscar alguna forma de garantía por parte de los proveedores en cuanto al rendimiento y durabilidad de sus baterías.

Por último, como para el caso de los ómnibus, se debe sin duda mejorar el servicio, implementando el pago electrónico y revisando la necesidad de la mampara como forma de aumentar su uso y rendimiento.

## Motos utilitarias, delivery

---

<sup>30</sup> <https://www.elobservador.com.uy/inauguraron-el-primer-punto-recarga-exclusivo-taxis-electricos-n1153289>

<sup>31</sup> Análisis Económico para Ómnibus urbanos y taxis eléctricos en la Ciudad de Montevideo. PPT, Gonzalo Márquez, IM

En cuanto a las motos utilitarias, cada vez más usadas en algunos barrios de Montevideo para brindar servicios de delivery, la afectación es doble. No sólo debe ser abordado desde el punto de vista de la contaminación por sus emisiones o por en algunos casos el tipo de batería que usan (plomo-acido), sino además y tal vez principalmente por su contaminación sonora. Es notoria además el alto grado de siniestralidad, de este modo de transporte, por las características propias de sus unidades, motos, y también por la forma en que sus usuarios las conducen, muchas veces sin respetar las normas de tránsito.

En este caso, se debería aplicar las mismas medidas que con los taxis, buscando una rápida y total sustitución de las unidades a combustión por eléctricas, de una tecnología y tipo de batería adecuadas, y también las medidas propias al transporte público de pasajeros, buscando mejorar el servicio y su seguridad. Independientemente de lo anterior, y mientras estas soluciones se aplican, se entiende que se debería hacer hincapié en el control tanto del ruido de estas motos como en su estado y la forma en que se conducen, de forma a desde ya reducir sus impactos y la seguridad de quienes las utilizan en su trabajo.

En cuanto al aspecto del costo de estas unidades, una moto eléctrica vale unos 1.500 a 2.000 USD. Si bien este costo es superior al de una moto convencional, si se piensa en los beneficios que su recambio implicaría, se puede pensar en incentivar su recambio. Esto, como forma no de aumentar el número de motos, pero de mejorar su servicio reduciendo sus impactos y siniestralidad. Asimismo, se deberían estudiar los aspectos ambientales asociados a las baterías, por tipo, a la posibilidad de reciclarlas, reutilizarlas en otros servicios, y a su disposición final.

Eliminar los motores a combustión implicaría una gigantesca mejora en la calidad de vida del habitante urbano al eliminar el ruido que provocan estas motos. Si además al cambiar estos vehículos se mejora su seguridad, por ejemplo reduciendo la velocidad, incorporando sistemas de control, hoy muy económicos como un GPS y estudiando los casos en que pueden substituirse las motos por triciclos, aparecería una nueva externalidad muy importante que es la de reducir la enorme siniestralidad que hoy tienen quienes trabajan en este rubro, mejorando sus condiciones de trabajo y su seguridad.

También, dependiendo de las distancias que deban recorrer se puede incluir además de unidades eléctricas, también bicis. Hoy en Montevideo ya hay ejemplos que el delivery de sus productos se hace justamente en bicicletas (algunas eléctricas).

## Transporte de carga urbano

En cuanto al transporte de cargas urbano, se deberán estudiar soluciones específicas por servicio y empresa, intentando a la vez hacer que las unidades eléctricas respondan a las necesidades que este modo de transporte requiere, e ir adaptando sus servicios para favorecer el uso de las unidades eléctricas y reducir sus impactos en emisiones y tránsito.

En cuanto a los aspectos económicos de estos vehículos, si bien los eléctricos, como en todos los casos, son más costosos, a la fecha ya existen diferentes mecanismos para incentivar su compra. Por un lado, la tasa arancelaria es cero y el IMESI es sensiblemente menor, ya que para un diesel va del 34,7 al 80,5% mientras que para un utilitario eléctrico es fijo a 2,3%. Asimismo, por la ley de inversiones, las empresas además pueden descontar el IRAE. Sabiendo que el costo de una unidad convencional es del orden de los 15mil USD y el de una eléctrica de unos 40mil USD, estos incentivos como la reducción en costos de operación pueden ser analizados por cada empresa, para estimar el tiempo en que recuperarían el sobre costo de inversión de adquirir una unidad eléctrica. Esto dependerá obviamente del uso de cada unidad, y por ende de su autonomía.

La autonomía de las baterías de las unidades que se ofrecen actualmente en Uruguay rondan los 170km, por lo que creemos que se deberán estudiar, en conjunto con las empresas que brindan dichos servicios, los recorridos que realizan, la máxima distancia diaria que recorren y las zonas donde cumplen sus servicios. Por un lado se deberán analizar la posibilidad de realizar recargas

durante el servicio diario, las estaciones de recarga y su distribución, así como los requerimientos de infraestructura en la red eléctrica. Para ello estudiar posibles zonas de espera, en los depósitos de carga o parkings de las empresas, en las que las unidades podrán recargar sus baterías mientras el personal realiza su pausa o recambio.

De igual forma que para los anteriores modos de transporte, se deberá buscar adecuar el servicio que brindan a las necesidades de la ciudad donde circulan. Esto buscando una disminución general de sus impactos, tanto en lo referido a la reducción de las emisiones, como a la afectación urbana, sonora, estado de las calles y congestión del tránsito. Es así que se debería evaluar si cualquier tipo de vehículo puede ingresar en determinadas zonas y en cualquier horario, o restringir el ingreso para aquellos de menor impacto.

Para ello se deberá buscar si es posible, concentrar sus trayectos en determinadas arterias, indicando zonas de circulación y horarios restringidos. Existen experiencias en las que se crean centros de carga masiva y luego de distribución con unidades de menor porte e impacto sonoro y en emisiones. Todo ello debe ser analizado en conjunto con las empresas que brindan estos servicios para, mejorando su servicio, ir incorporando las flotas eléctricas.

## Transporte de pasajeros y carga no urbanos

Los modos de transporte no urbanos tienen requisitos bien diferentes a los anteriores y hacen más difícil la utilización de unidades eléctricas, obviamente por las mayores distancias que recorren y por la escasa concentración de sus recorridos. Tanto para los ómnibus como para la carga se deberán estudiar sus necesidades en autonomía y recorridos que realizan y nuevamente las soluciones podrán ser diversas.

Para el caso del transporte de pasajeros se ve difícil que los usuarios deban esperar una recarga en medio de su desplazamiento o generar la infraestructura necesaria (corredores eléctricos) para cada línea de transporte, por lo que se vislumbra que la penetración en este tipo de flota deberá acompañar el desarrollo de las baterías cuyo rendimiento y autonomía no deja de crecer. A esto se le suma el alto costo de las unidades, ya indicado en el capítulo referido a los ómnibus urbanos, lo que también dificulta su incorporación. A pesar de ello, existen muchos servicios de ómnibus cuyos recorridos son inferiores a la autonomía existente. En esos casos, se puede estudiar cierta modificación en los horarios y servicios que cumplen, y tecnologías que permitan poder recargar las unidades en cada destino antes de volver a partir.

En el caso del transporte de carga, sin duda para los de corta distancia y que entran en conos urbanos se puede pensar en vehículos eléctricos adaptados a los servicios, intentando además ir reduciendo su tamaño y haciéndolos más flexibles. Para el caso de distancias mayores, nuevamente intentando favorecer algunos ejes de transporte, se debería pensar en otro tipo de soluciones, como el transporte ferroviario. Si se realiza un eje central de transporte como hoy se está mencionando paralelo a la ruta 5, se podría pensar en camiones eléctricos que lleven la carga a puntos de embarque a lo largo de este eje central, o en soluciones multimodales o de soluciones tipo “camión en tren”. Si bien esta solución parece a todas luces ventajosa, se debe tener en cuenta que, si toda la carga confluye a dicho eje, se estaría concentrando también toda la salida de la carga por un solo punto o puerto, perdiendo operativa los puertos del litoral y lo que va en detrimento de la descentralización. Son aspectos a ponderar como externalidades que no siempre son positivas.

En ambos casos, de no encontrarse soluciones aceptables a la utilización de la energía eléctrica como combustible, se deberían analizar otros combustibles substitutivos al petróleo y de menor impacto ambiental, como es el gas natural y el GNL. Combustibles estos, que hoy se utilizan ampliamente en el mundo con buenos resultados. También podría analizarse, como fuese indicado antes, la posibilidad de producir hidrógeno con los excedentes de energía eléctrica y utilizarlo como combustible vehicular. En todos los casos, se debe analizar no sólo los tipos de vehículos necesarios

para cada modo de transporte, sino además los costos de producción y/o importación de dichos combustibles y la infraestructura que estos nuevos combustibles supondrían.

## Vehículos particulares

Los vehículos particulares, justamente por ser propios al usuario cumplen servicios muy difíciles de englobar en un modo con características comunes y por lo tanto de responder con soluciones similares. Por esta razón y otras que veremos más adelante, es el modo de transporte al que se entiende que se debería dejar la libertad a cada usuario de ir optando por su incorporación al momento del recambio del vehículo tradicional, sin establecer fuertes políticas para favorecerlo. Como mencionado, en la actualidad los vehículos híbridos y eléctricos cuentan con una fuerte disminución de IMESI. En definitiva, los incentivos deberían ser de forma que si alguien decide comprarse un automóvil, o cambiar el que tiene, lograr que los incentivos sean tales que el precio no sea una barrera para adquirir uno eléctrico.

Por lo tanto, la reducción de los actuales impuestos y costos asociados como son el IVA, IMESI, patente y seguros de los vehículos eléctricos, es vital para que la substitución de una unidad clásica por una eléctrica no sea tan costosa. Máxime que todos ellos definen su valor en función y proporcionalmente al valor de compra del vehículo, lo que evidentemente penaliza a los eléctricos al ser de mayor costo.

Como puede verse en el Decreto No 246/012, del 2 de Agosto de 2012, que se adjunta en Anexo, a la fecha ya existe una reducción importante del IMESI para los vehículos híbridos y eléctricos. Mientras un diesel paga una tasa del 115%, a un naftero, dependiendo de su cilindrada, le corresponde una tasa del 23 al 46%. En el caso de los eléctricos es constante del 5,75% y para híbridos esta tasa es del 3,45% para aquellos cuya cilindrada es menor a 2500 c.c. y de 34,5% para aquello de cilindrada mayor. Claramente es estos casos se quiso favorecer los vehículos eficientes y de bajo consumo. De igual forma se podría pensar en continuar en la dirección de reducir impuestos, como los mencionados, siempre que se pueda asumir la pérdida en la recaudación, y además que se entienda que el instrumento sirva no tanto para favorecer el incremento del parque automotor, si no para substituir unidades convencionales por otras más eficientes, de menor consumo y por ende de menor contaminación.

Como fuese planteado en el capítulo 3, este tipo de incentivos se realiza actualmente con buenos resultados en España y otros países de Europa. En algunos países, como Noruega donde se aplican grandes políticas para el uso de unidades eléctricas, se brindan ventajas adicionales que pueden ser estudiadas, como permitir que los vehículos particulares eléctricos puedan utilizar los corredores de ómnibus y además no paguen estacionamiento. Adicionalmente, algunas ciudades como Paris y Londres también estudian restringir dentro de unos años la posibilidad de utilizar vehículos a combustión en sus centros, como forma de luchar contra la contaminación en sus ciudades.

Parte de las dificultades que se ven para favorecer el recambio de los vehículos particulares en eléctricos, es que si su uso es exclusivamente urbano, lo que permitiría utilizar este tipo de unidades, es preferible que el usuario opte por el transporte público, mientras que, si se trata de recorrer grandes distancias a diario, se deberá ver si la autonomía del vehículo es suficiente. Además de ello, la dificultad mayor es la poca distancia que un vehículo particular recorre por día, por lo que los ahorros que genere por la substitución de combustibles no alcanza para el repago de un vehículo eléctrico de costo superior a uno convencional. Si además el mismo vehículo quiere utilizarse luego en tiempo estival para un paseo, su falta de autonomía podría ser también una dificultad.

Por otro lado, si bien el cambio a una unidad eléctrica se ve siempre como positivo, no hay que perder de vista que son muy superiores las ventajas, en cuanto a reducción de emisiones e impactos en el tránsito, favoreciendo políticas de recambio en el transporte público de pasajeros, taxis y transporte de carga, que en los vehículos particulares. Si se mejora el transporte público, de

forma en que se opte este modo de transporte frente al particular, estaremos reduciendo notablemente los vehículos que circulan, sus impactos y favoreciendo las externalidades positivas de este recambio, como por ejemplo la mejora en la seguridad o reducción de la siniestralidad.

En cuanto a los puntos de carga, por las características propias de ser un modo de transporte cuya forma de uso es individual, no concentrado, y que las distancias que dos vehículos idénticos recorren puede ser muy distinta, las dificultades se incrementan. De esta forma habría que pensar en atomizar en puntos de carga las zonas donde estos vehículos circulan, considerando las necesarias áreas de espera y carga, además de los servicios para los usuarios durante la espera.

Se puede pensar en la incorporación de puntos de carga en los centros de circulación masivos, pero esto también discriminaría a otros posibles usuarios. Incluir puntos de carga en los lugares de trabajo, puede ser sin duda parte de la solución, pero no debe ir en detrimento de una política de incorporar los trayectos domicilio – trabajo al transporte público.

Por último, sin duda hay que pensar en que estos vehículos puedan ser recargados en los domicilios particulares durante la noche, pero siempre a condición de que la distancia que recorren diariamente se pueda realizar con una sola recarga.

También es positiva la incorporación de centros de carga en las rutas más transitadas, pero nuevamente se ve como una gran inversión cuyo uso será menor y que supone que un usuario que realiza un viaje deberá detener su trayecto para recargar su batería con el tiempo que esto supone.

En resumen, se entiende que el recambio de los vehículos particulares se debe incentivar con una reducción de impuestos de forma que su costo se asemeje al de los convencionales, sin que esto implique fomentar su uso, por las dificultades planteadas y principalmente por entender que en ciudad se deben fomentar los servicios de transporte público.

Las motos particulares, pueden considerarse de igual forma que el automóvil, con dos razones que hacen aún más difícil incentivar su uso e incluso la adquisición de unidades eléctricas.

Por un lado están los aspectos tecnológicos, no es lo mismo una moto eléctrica cuya batería es de plomo-acido que una de litio, esto en cuanto al rendimiento, durabilidad y generación de residuo ya que la escasa durabilidad de la de plomo estaría multiplicando la cantidad de baterías de desecho. Además de ello, incentivar el uso de las motos, aunque sean eléctricas, favorecería por un lado el uso de un modo de transporte menos seguro y por otro lado desfavorecería el uso del transporte público, que se quiere favorecer por diferentes razones.

Por todo lo anterior, se cree que más que favorecer la compra de motos particulares, se deberían buscar regulaciones que impidan determinadas tecnologías e incentivos para que en el caso de que alguien decida adquirir una moto, no encuentre diferencias en el costo entre una convencional a explosión y una eléctrica.

## Infraestructura necesaria y alternativas

Como se indicó, cada tipo de flota y servicio puede implicar soluciones diferentes para fomentar el uso de la energía eléctrica como combustible, y por ende la infraestructura necesaria.

Así, por un lado, se puede buscar mantener los servicios (prácticamente) sin cambios a los actuales y por lo tanto desarrollar la infraestructura necesaria para esto, considerar carga lenta en los centros de acopio de las flotas, o puntos de carga rápida a lo largo de los recorridos, o por otro ir modificando los servicios brindados para mejorarlos y a la vez irlos adaptando a las posibilidades actuales en autonomía de los vehículos eléctricos.

Si consideramos la opción de carga lenta, adecuando los recorridos, varias son las ventajas. Por un lado se minimiza la inversión en infraestructura, por la inferior incorporación de puntos de recarga y además se evita el impacto en tiempos de espera para los usuarios, al suponer que no se podrán realizar recargas mientras las unidades están realizando sus tareas. En este caso, el desafío puede ser mayor, ya que a la vez de incorporar una tecnología innovadora, se supone estudiar,



adaptar y mejorar el servicio que todos los modos de transporte cumplen actualmente para irlo adaptando a esta nueva realidad.

En algunos casos, modificando los recorridos, concentrando servicios, en otros aumentando el número de unidades para cada servicio y específicamente para el transporte de carga pudiendo requerir depósitos intermedios y zonas donde las unidades de mayor porte no podrían circular.

Las razones de no vislumbrar como necesario ni positivo masificar la incorporación de puntos de carga son varias. Además de la inversión requerida, también se debería considerar el tiempo de carga, que podría suponer que los usuarios deban esperar durante la recarga, o de aumentar las pausas de operación entre dos servicios. En estas instalaciones no sólo hay que pensar en el espacio requerido para las unidades que van a ser recargadas, sino además en las redes de transmisión que alimentarían con la suficiente carga requerida y en la potencia de alimentación, que varía substancialmente dependiendo si el tipo de carga es lento o rápido. Asimismo, asociado a los tiempos que insume, las estaciones de carga y espera deben ser mayores a las habitualmente utilizados en estaciones convencionales. También se podría pensar que estas estaciones requerirán servicios mínimos para los usuarios que esperan mientras sus unidades son recargadas.

Todo esto hace pensar que para la mayoría de las flotas dedicadas a un servicio, entendiendo esto por vehículos no particulares, se debería intentar adaptar sus servicios, distancia recorrida en una jornada, para poder realizarlo con una sola carga. Los puntos de carga entonces serían situados en puntos específicos como los depósitos de las unidades, por ejemplo ómnibus o transporte de carga, etc. Para el caso específico de los taxis en los que sí debe suponerse recargas durante su operación comercial, se debe considerar la instalación de estaciones equidistantes en el área que se quiere servir. De esta forma para el caso de los ómnibus, y posiblemente el transporte de carga urbano, el objetivo es mucho más desafiante y complejo al de cambiar el combustible de estas flotas, pero al buscar una solución integrada y optimizada los beneficios pueden ser muy superiores.

Se puede buscar mejorar el transporte público para que los usuarios lo opten en detrimento de los vehículos particulares y además que las estaciones de carga, y las baterías de los vehículos, se gestionen mejorando las condiciones de la red eléctrica, en vez de afectarlas.

En el caso de vehículos eléctricos particulares, sin duda se deben ir adaptando las residencias, sean casas o edificios, para que puedan cargar sus vehículos eléctricos durante la noche. Es allí, donde se piensa que la mayoría de los vehículos particulares serán finalmente recargados. También se puede pensar en estacionamientos en los lugares de trabajo y públicos con puntos de carga y en las actuales estaciones de servicio.

Pero si queremos por un lado favorecer que los desplazamientos en la ciudad y principalmente los de ir y volver del trabajo, sean utilizando el transporte público de pasajeros, y además entendemos que la mayoría de las recargas se podrán realizar en los domicilios particulares, no creemos necesario ni muy positivo invertir en maximizar en el cono urbano los puntos de carga dispersos en la ciudad.

Además de lo anterior, se deberá pensar en “ordenar” la carga y recarga de los vehículos eléctricos por el impacto que esto podría tener en la red eléctrica de UTE. Si pensásemos en que cada usuario, al llegar a su domicilio conecta su vehículo para ser cargado y que a la vez la mayoría de los ómnibus y unidades de carga hiciesen lo propio al finalizar la jornada, nos encontraríamos con un pico de consumo que además se suma en el momento donde hoy ya existe un pico de consumo, lo que redundaría en una saturación de las redes eléctricas incluso pudiendo hacerlas colapsar.

Este es un claro ejemplo donde, con una buena programación, buscando soluciones transversales e integradoras, podemos transformar un posible problema en una oportunidad, o externalidad positiva. Es así, que el problema de los picos de consumos en vez de incrementarlos los podemos reducir, al utilizar las baterías de los vehículos eléctricos y su eventual carga remanente.

Si por el contrario, el usuario de los vehículos eléctricos sigue haciendo lo mismo, conectándose a la red al culminar su jornada laboral, pero que por medio de un dispositivo de control la red escalona su carga durante la noche o incluso (con un medidor en ambos sentidos) toma de los vehículos la electricidad remanente hasta determinado horario, esto no sólo no

impactaría en la red eléctrica sino que además ayudaría a reducir el pico de consumo que hoy existe al final de la jornada.

Esto redundaría en una nueva externalidad que permitiría hacer las redes eléctricas y el sistema eléctrico en su conjunto más eficientes, permitiendo reducir costos de inversión.

## Adaptabilidad y fases de desarrollo, por modo de transporte

Como puede verse, los parámetros principales a considerar, para favorecer la utilización de la energía eléctrica como combustible substitutivo a los derivados del petróleo, son desde el punto de vista tecnológico, la autonomía en km de las baterías de los vehículos, y los recorridos que las unidades deben realizar entre dos cargas, idealmente una carga por día, para completar el servicio que cumplen. En segundo plano, deben considerarse, las posibles soluciones para extender dicha autonomía, la instalación de puntos de recarga, su ubicación, los efectos que estos provocarían y su inversión.

Por último, la penetración y tiempo de desarrollo también dependerá obviamente de los aspectos económicos propios a la adquisición y operación de las unidades de transporte eléctricos, y la forma de absorber dicha inversión inicial de cada unidad. Por un lado, la adquisición de los vehículos eléctricos supone una alta inversión de partida, principalmente debido al costo de las baterías, pero de mucho menor costo durante su operación. Esto debido a que el costo de la energía eléctrica es muy inferior al de los combustibles derivados del petróleo. A esto se le suma que dichas unidades tienen costos de mantenimiento también muy inferiores a las clásicas de combustión.

Creemos que se deben analizar varios instrumentos para resolver el aspecto de la inversión inicial. Por un lado la simple financiación por bancos u otras formas de crédito y por otro lado, la posibilidad de realizar la incorporación de estas unidades como parte de una política pública y/o empresarial, teniendo en cuenta que suponen grandes ventajas medioambientales y también, al completar su ciclo de vida, económicas por su reducido costo de explotación. Esto debería posibilitar líneas de crédito específicas para su compra, sabiendo que serán pagos con el ahorro durante su operación.

En base a estos conceptos, los requerimientos en autonomía, la necesidad en puntos de carga (infraestructura requerida) e inversión para la adquisición de cada vehículo, se entiende que la forma más efectiva de promocionar la utilización de los vehículos eléctricos es la de comenzar por las flotas cuyo servicio es el más homogéneo (en distancia y/o recorridos) posible cada día, o incluso, de no serlo, que puedan ser adaptables para adecuarse a las posibilidades que brinda esta nueva tecnología.

Entonces, los primeros modos de transporte en los que consideramos debe trabajarse para convertirlos a la energía eléctrica, abandonando los derivados del petróleo, son todos los de las flotas "cautivas". Dentro de estos, en primer lugar los del transporte público de pasajeros, ómnibus y taxis y también las de carga urbana. Los deliverys, por sus impactos y problemáticas particulares debe también ser transformados haciéndolos más seguro y de menor impacto. Dejamos en último término a los vehículos particulares y a las unidades que brindan servicios fuera del cono urbano, por creer que su transformación será paulatina para los primeros y que para los de carga de larga distancia, su transformación implica cambios mayores a nivel modal y de inversiones.

El orden de transformación que se indica tiene varias ventajas. En primer lugar, se fomentaría a la vez la conversión de los modos de transporte públicos antes que los privados, como ómnibus y taxis, luego los que se perciben con mayor impacto sobre la población, como lo son los de carga y delivery. De esta forma se favorece un mayor número de usuarios en primer lugar y en general a la población de la ciudad. Asimismo, al comenzar por el transporte público y las flotas cautivas en general, se optimiza la inversión en infraestructura de carga ya que se requieren, por vehículo y usuario, menos puntos de carga y en lugares específicos.

En este caso, los puntos de carga podrán instalarse en espacios específicos y dedicados a cada flota, tanto para los ómnibus, taxis, como también para las flotas de carga, en los que las unidades se recargarían cuando no están en servicio (principalmente en la noche). De esta forma, la utilización de la electricidad no se haría en detrimento del servicio, al no suponer esperas en medio de la jornada. Además y principalmente, no requeriría grandes infraestructuras de carga, dispersas en la ciudad.

Por último, el cambio propuesto además de suponer beneficios para el público en general, dentro de una política pública, deja al usuario particular la opción y libertad de optar por éste, por mantener su viejo automóvil, o de irse adaptando a su tiempo a este cambio al percibir todas sus ventajas.

En cuanto a las externalidades, favorecer inicialmente un cambio en los modos de transporte públicos y en segundo término en los de carga urbanos y deliverys, supone grandes ventajas medioambientales y de reducción de impactos, no sólo para los usuarios directos, sino además para todos los habitantes de la ciudad. Como indicado previamente, el cambio de combustible reduce enormemente el impacto que genera cada unidad en emisiones, ruido, etc., en los habitantes de la ciudad.

Además, para el caso del transporte público de pasajeros, si se logra mejorar substancialmente la calidad y seguridad del servicio, los usuarios particulares disminuirán el uso de los vehículos particulares para optar por el transporte público, generando un círculo virtuoso en el que el medioambiente y la matriz energética del transporte mejorarán cada vez más.

En cuanto a los vehículos particulares, como fuese indicado, se cree que su transformación a eléctricos, debe ser favorecida con incentivos del tipo de reducción de impuestos para acercar el precio de los vehículos eléctricos a los tradicionales. Asimismo, más que favorecer la instalación de puntos de carga por toda la ciudad, se cree muy importante generar políticas e invertir en la utilización de la carga remanente de las baterías de estos vehículos al conectarlos en los domicilios, favoreciendo y optimizando la gestión de la red eléctrica.

## Capítulo 5: Discusión y conclusiones

Este estudio presenta, por un lado la realidad nacional de los sectores de la energía, en lo referido a la producción de la energía eléctrica, y del transporte, en cuanto al consumo de combustible. Por otro lado la experiencia internacional y formas de promocionar la utilización de vehículos eléctricos, así como el desarrollo de la tecnología asociada a estos vehículos.

Luego, en función de esto se plantean diferentes propuestas y líneas de trabajo para poder desarrollar el uso de los vehículos eléctricos en Uruguay, con el objetivo de substituir los combustibles derivados del petróleo por la energía eléctrica.

Múltiples son las ventajas de substituir los combustibles derivados del petróleo por la electricidad. Por un lado, obviamente la electricidad es menos contaminante, pero además los vehículos eléctricos son también de mucho menor impacto, principalmente en cuanto al ruido, por no contar con un motor a combustión. A esto se suma una ventaja específica uruguaya, ya que la energía eléctrica es considerada abundante y proviene principalmente de fuentes autóctonas y renovables, luego de la exitosa política de promoción de estas fuentes de generación: eólica y solar además de la histórica producción hídrica.

En lo referido al cambio de la matriz energética y de la reducción de la dependencia del petróleo como combustible, la utilización de la energía eléctrica como combustible, tiene ciertos límites, al menos temporales. Como puede verse en este estudio, por lo menos en un primer momento, se entiende como factible que el cambio de vehículos a combustión por eléctricos llegue exclusivamente a los vehículos urbanos, y en un primer momento a los de transporte público, los que representan en la matriz de transporte “sólo” un 7% de consumo de derivados del petróleo.

Por esta razón se entiende necesario estudiar y poner en práctica otras soluciones. Por un lado políticas para mejorar el transporte público de pasajeros, para que los usuarios particulares opten por este modo de transporte y reducir la cantidad de vehículos en las ciudades. Asimismo, minimizar los frenos para que los particulares en el momento de cambiar de auto opten por tecnologías más limpias y amigables con el medioambiente, sin que esto implique aumentar el parque automotor.

Por último pero no menos importante, desarrollar el transporte ferroviario o la utilización de combustibles menos contaminantes que el petróleo, para lograr una substancial reducción de la dependencia del petróleo y sus impactos medioambientales y económico-financieros.

En cuanto a los frenos al uso de los vehículos eléctricos, sin duda el costo de adquisición de estas unidades, muy superior a los clásicos de combustión, puede verse como uno de los principales problemas. Pero, por ser su costo de operación significativamente menor, se entiende que esta dificultad debería ser resuelta con inteligentes formas de financiación. Es importante para ello estudiar posibles asociaciones con otros actores, como la banca y empresas con capacidad de inversión para la adquisición de estos vehículos, cuyo repago se asegura con los ahorros generados por el cambio a un combustible de costo menor.

Se ve entonces como principal freno a un desarrollo rápido y profundo de los vehículos eléctricos, al hecho de que el cambio tecnológico debería ir acompañado de una adaptación al servicio que las diferentes flotas cumplen en cada modo de transporte. Esto implica estudiar e implementar cambios en la mayoría de los servicios de transporte, asociando actores muy diversos y de diferentes disciplinas. La coordinación de acciones entre las empresas vinculadas a cada modo de transporte, la regulación por parte de las diferentes administraciones municipales y nacionales, así como la asociación de los técnicos del transporte urbano y suburbano, planes de desarrollo y aspectos medioambientales es a la vez imprescindible y un gran desafío.

Si bien esto puede verse como un freno al desarrollo, también se vislumbra como la oportunidad para que, a la vez de mejorar la calidad y seguridad de los diferentes modos de transporte, reduciendo sus impactos ambientales y en el tránsito, pueda ser percibido por los usuarios y la población en general como beneficioso para su calidad de vida en las diferentes ciudades.

Sin duda el modo de transporte a estudiar en forma prioritaria es el público de pasajeros, buses y taxis. De lograr mejorar la calidad, confort y seguridad de sus servicios, la población lo utilizará cada vez más dejando sus vehículos particulares. En esto los beneficios se multiplican, por un lado las empresas de transporte, al contar con más usuarios, mejoran sus condiciones económicas, pero además al reducir la cantidad de vehículos se reducen los impactos en cuanto a las emisiones, mejorando también las condiciones del tránsito al reducir el número de vehículos que circulan. A esto se suma que la reducción de emisiones se da por el cambio de los buses a eléctricos pero además y principalmente por la reducción de vehículos que circulan. En definitiva las ventajas son notables y múltiples al ir a formas de transporte más eficientes, económicas, y seguras. Si además son también percibidas como de mejor calidad y confort, el éxito está asegurado. Asimismo, se cree que al ir concentrando servicios y que los usuarios opten por el transporte público de pasajeros, se debería poder implementar servicios utilizando tecnologías aún más eficientes, económicas y amigables con el medioambiente, como son los trolebús y tranvías.

El transporte de cargas y deliverys también debe mejorar para reducir substancialmente su impacto en cuanto a emisiones ruido y el tránsito.

La dificultad que se vislumbra como un freno, y cuya solución debería venir de los fabricantes de estos vehículos, es la falta de confianza que las empresas tienen en esta tecnología y principalmente la durabilidad de las baterías. A esto ayudará además las experiencias que se están desarrollando tanto en Uruguay como en el mundo, pero que por el momento siguen siendo recientes.

Es así que creemos importante que al generar políticas públicas de promoción de los vehículos eléctricos, se busque por un lado que los fabricantes respalden y garanticen el buen funcionamiento de estos vehículos y la durabilidad de sus elementos principales, y por otro lado que las exigencias en calidad den por resultado que los vehículos que se adquieran generen una sensible mejora en el servicio que brindan. En particular en lo referido a sus baterías, es imprescindible que lleguen a una vida útil esperada, del orden de los 10 años, para poder repagar la alta inversión inicial de la adquisición de estas unidades.

Por todo lo anterior se cree que se debe trabajar no sólo en la promoción de los vehículos eléctricos, sino además en la regulación y reglamentación de políticas para que se utilicen tecnologías y componentes de un nivel adecuado, y también y principalmente en la adecuación y mejora de los servicios que cada modo de transporte cumple. Si bien esto podría enlentecer al principio el cambio o posiblemente encarecerlo, es imprescindible que a medida que se vayan poniendo a circular las primeras unidades eléctricas, estas respondan a las exigencias en cuanto a la calidad del servicio que cumplen, confort, seguridad y requisitos medioambientales. Sólo así las empresas, los usuarios y la población en general verán este cambio como algo positivo, reclamándolo y viendo como sus beneficios son multiplicativos.

Entendiendo los límites que esta transformación puede tener, así como el tiempo que puede llevar su implementación, creemos que también se debe trabajar, como se está haciendo sobre las flotas y combustibles que se utilizan actualmente. De esta forma mejorar la calidad de los combustibles y de los vehículos que los consumen, estudiando la aplicación de normativas que hoy se exigen en otros países como las *EURO 6* en vehículos pesados y la *EURO VI* en vehículos ligeros. La ventaja de mejorar la calidad de los combustibles es que tiene un impacto inmediato.

En definitiva y como conclusión de este estudio, se desean destacar los siguientes puntos:

- El cambio de motorización debe inexorablemente venir de la mano de una política mayor de transformación y mejora del sector de transporte.
- Es imprescindible avanzar en la regulación y exigencias en cuanto a calidad seguridad y medioambiente para que al momento de adquirir nuevas unidades, estas impliquen una verdadera reducción en las emisiones e impactos medioambientales del sector. Esto además irá aumentando las posibilidades del uso de vehículos eléctricos a medida que estas regulaciones se hagan cada vez más exigentes

- Para que el recambio sea bien percibido, la incorporación de vehículos eléctricos, en particular en el transporte público, debe venir acompañado de una mejora general en la calidad del servicio y en el confort y seguridad de las unidades.
- Se deben estudiar posibles asociaciones para financiar los costos de adquisición de las unidades eléctricas

En cuanto a los frenos y límites se destacan los siguientes puntos:

- Por un lado se debe estudiar en profundidad las tecnologías asociadas a este cambio, en particular la utilización de baterías que puedan asegurar una durabilidad esperada y su tratamiento al final de su ciclo de vida
- Por otro lado, se reconoce difícil substituir la flota del transporte de carga de larga distancia, que consume la mayor parte del combustible al uso de la electricidad, lo que sin duda limita la transformación de la matriz energética del transporte
- En cuanto a los vehículos particulares por sus diversos usos, y por el costo de los vehículos también se ve difícil transformar rápidamente

En suma se entiende que la vertiginosa irrupción en el mundo de las tecnologías asociadas al uso de vehículos eléctrico, y las actuales condiciones nacionales respecto a la disponibilidad de energía eléctrica, hacen que sea un excelente momento para encarar el uso de esta fuente de energía como combustible substitutivo del petróleo. Asimismo se entiende que estos cambios pueden y deben necesariamente venir asociados a una mejora en los diferentes modos de transporte y los servicios que sus flotas brindan.

En definitiva de esta forma, seguir transformando la matriz energética nacional reduciendo la dependencia del petróleo, y yendo a formas de energía de menor impacto y más amigables con el medio ambiente.

Más adelante se amplían estas conclusiones agrupándolas en 5 áreas de trabajo:

## **Análisis de las ideas planteadas, factores que pueden favorecerlas y límites al cambio**

Tanto el cambio de la matriz energética nacional como la utilización de combustibles alternativos al petróleo, son políticas que se impulsan a nivel nacional y departamental desde hace algunos años.

Muchos son los planes, a nivel nacional, que ponen en su eje la eficiencia energética, la incorporación de las energías renovables y la reducción de la utilización de los combustibles derivados del petróleo. También con éxito diverso, en Montevideo se ha intentado impulsar la utilización del transporte público de pasajeros, lo que redundaría *per se* en una reducción de emisiones al ir abandonando los autos particulares.

- Política Energética Uruguay 2030 – 2008
- Plan de Movilidad de Montevideo – 2010
- Plan Nacional de respuesta al cambio climático – 2010
- Plan Nacional de eficiencia energética – 2015

En base a esto, se percibe un buen clima, a nivel de las diferentes administraciones, para estudiar formas de incorporar la utilización de los vehículos eléctricos con el objetivo de reducir la cuota del petróleo en la matriz energética del transporte y por ende nacional. De hecho, a nivel nacional es de esperar que se haga hincapié en el transporte ya que en lo relativo a la generación energética, la transformación, en base a la promoción de la generación con fuentes renovables, ha sido más que exitosa.

El desafío entonces es sin duda encontrar instrumentos técnicos para convencer a los usuarios y empresas de las ventajas de esta tecnología, instrumentos financieros para viabilizar esta transformación energética, y que a la vez estos cambios vengán asociados a una mejora en los servicios de cada modo de transporte, para que esta transición la apoye los usuarios del transporte y la población en general.

Se ve como positivo que el Estado instrumente una política de promoción y regulación, dictando las principales prioridades por sector. Asimismo, que las empresas se mantengan como actores principales en sus respectivos sectores para viabilizar y ser motores de esta transformación. Para ello, deben ser consultadas en la forma en que sus servicios pueden y deben ser adaptados para efectivizar mejoras en sus servicios, a la vez que se adaptan para hacer viable la utilización de la energía eléctrica como combustible.

En cuanto a la viabilidad y velocidad que podían darse estos cambios, por lo que actualmente está sucediendo a nivel internacional, como por los beneficios que este cambio trae, se cree que la utilización de los vehículos eléctricos es un cambio que va a darse antes o después, pero inexorablemente. Entonces, en base a las políticas que se implementen, se podrá principalmente incidir en la velocidad en que dicha transformación llegue a cada sector del transporte y a la forma como la población pueda percibir y acompañar o no este cambio.

Uruguay, donde la producción de los combustibles derivados del petróleo y de la electricidad y la determinación de sus tarifas son controladas por el Estado, puede sin duda influenciar desde la Administración central en la velocidad en que esta transformación puede darse. Por eso es tan importante que el Estado esté acompañando este cambio y buscando instrumentos para promoverlo.

Por lo cual, además de lo mencionado en cuanto a los desafíos tecnológicos, se cree que la velocidad y penetración de esta transformación, por sector dependerá fundamentalmente de las políticas que el Estado defina en cuanto a las tarifas de los combustibles e impuestos, así como respecto a políticas de promoción y/o financiación para la adquisición de los nuevos vehículos. Asimismo, si se impulsa o no las inversiones para la instalación de estaciones de carga para dichos vehículos.

Según los lineamientos planteados en este estudio, se cree importante comenzar por los sectores en los que el cambio puede ser más efectivo, con mayores y más visibles beneficios para los usuarios y de inversión menor.

En primer lugar impulsar un cambio disruptivo en el transporte público de pasajeros, transformándolo de forma de mejorar en forma substancial la calidad, confort y seguridad de su servicio, para que cada vez más usuarios opten por este modo de transporte.

Luego, seguir impulsando el cambio de los taxis a vehículos eléctricos, también para reducir sus emisiones y además estudiando cómo mejorar la calidad y seguridad de sus servicios.

Finalmente en cuanto al transporte de carga urbano y servicios de delivery, es también importante buscar formas de fomentar su transformación, para reducir su impacto en las ciudades en cuanto a emisiones, ruido y tránsito. El servicio de delivery, como indicado en este estudio, debe inexorablemente además mejorar las condiciones en cuanto a la seguridad de sus conductores.

En definitiva, se percibe que Uruguay se encuentra en muy buena posición desde el punto de vista energético y también de las políticas públicas para poder impulsar y acelerar estos cambios. Los desafíos entonces vendrán de lograr convencer a los diversos actores sobre los beneficios del uso de esta tecnología y a la vez de ir adaptando y substancialmente mejorando sus servicios, coordinando además las necesarias acciones con este fin.

## **Implicancias en la matriz energética del transporte y nacional**

En cuanto a lo referido al cambio en la matriz energética, se ve que si bien la utilización de la energía eléctrica va en el buen sentido, no se puede esperar un cambio significativo, al menos en un primer momento. Como pudo verse en el Capítulo 2, el petróleo representa un 37% de las fuentes

primarias de energía, y el 60% de ello está asociado al transporte. Es por ello que, la transformación de la matriz energética del transporte es una prioridad.

A pesar de ello, como indicado previamente, los modos de transporte que utilizan más petróleo son los de larga distancia, sectores que con la autonomía que hoy cuentan las baterías no se puede adaptar a la energía eléctrica fácilmente. Para que este sector deje de utilizar combustibles derivados del petróleo, se debe esperar cambios mayores que implican altos niveles de inversión y plazos:

- Esperar desarrollos tecnológicos como la mayor autonomía en las baterías,
- Impulsar otros combustibles como el gas natural o hidrógeno lo que implicarían todo un desarrollo específico para importar, o producir, y distribuir estos combustibles
- modificar substancialmente el servicio de estos modos de transporte, cambiando recorridos y/o instrumentando zonas de recarga y espera
- buscar una también muy esperada transformación de la mano de la incorporación de servicios ferroviarios eléctricos

La promoción del transporte ferroviario como la incorporación de otros combustibles, por sus especificidades y necesidades de desarrollo, pueden ser analizados en otros estudios. Ambas soluciones implican la instalación de infraestructuras específicas y de gran costo, lo que debe ser analizado cuidadosamente. Creemos que en estos casos, como para la generación de energía eléctrica, no se debe perder de vista la inclusión de una política para favorecer la complementariedad de las diferentes soluciones para que cada solución pueda ser utilizada donde es más eficiente.

## Implicancias a nivel económico y en la política de impuestos

Dentro de los aspectos fundamentales que se plantean aquí, uno es estudiar las formas de promoción y financiamiento para la adquisición de los vehículos eléctricos, como forma de superar su alto costo de adquisición.

De acuerdo a la experiencia internacional y como planteado en el Capítulo 3, en todos los casos en que se ha querido promocionar la utilización de vehículos de menor emisión, híbridos y eléctricos, se implementó políticas de reducción de impuestos. En Uruguay, donde estos impuestos contienen un ingrediente recaudador y tal vez busquen además evitar la proliferación de los vehículos particulares, la suma de impuestos en la adquisición de un vehículo es particularmente alta. Dependiendo del tipo de vehículo y del sector asociado, los impuestos pueden variar substancialmente. En el caso de los vehículos particulares, además del IVA se deben considerar el IMESI, la patente de rodado y el seguro. Sólo el IMESI, como indicado en el Capítulo 4, varía del 23,5 al 115% para los convencionales, siendo del 5,75 % en los eléctricos.

Esto sin duda por un lado brinda un excelente margen de trabajo, ya que al reducir el impuesto de los vehículos eléctricos, esto acerca su costo de adquisición al de los convencionales. Si esta política tuviese el esperado éxito, y que cada vez más usuarios pasen a utilizar los vehículos eléctricos, se plantea el problema de la baja en la recaudación. De todas formas a nivel de impuestos nacionales no se cree que sea significativo, y mucho menos comparando con todos los beneficios y externalidades positivas que esto implicaría.

Asimismo, debe también considerarse una reducción en la recaudación específicamente debida al cambio de combustibles. Por un lado hoy los combustibles comercializados por ANCAP cuentan con una tasa impositiva del 45% por IMESI para el caso de las naftas y el 27% para el gasoil (IVA, fideicomiso y otras tasas), mientras que la energía eléctrica su imposición es muy variada dependiendo del usuario e incluso de la hora en que se consume.<sup>32</sup> Se deberá así reflexionar además de la posible reducción en la recaudación por impuestos y también a la forma en que podría variar el

---

<sup>32</sup> <http://www.ursea.gub.uy/inicio/combustibles>



precio de un mismo servicio, la recarga de los vehículos, si esto se hace en una empresa, domicilio y/o en horas diferentes.

En definitiva, a la luz de los enormes beneficios que implican estos cambios, en reducción de emisiones e impactos, tanto la reducción en la recaudación como los costos asociados a esta transformación deben ser estudiadas con una clara visión de inversión, sopesando también los beneficios económicos que a término se irán obteniendo.

## Implicancias en las principales empresas energéticas del Uruguay: UTE y ANCAP

Siendo las empresas UTE y ANCAP dos empresas del Estado y obviamente los actores principales en el sector de la energía nacional, éstas serán sin duda un actor principal de esta transformación. El rol que desempeñarán y su complementariedad es esencial en este cambio. ANCAP como actual empresa de producción y distribución de combustibles derivados del petróleo, cuenta sin duda con la ventaja de su red de distribución y conocimiento del mercado. Asimismo, enfrenta el enorme desafío de transformarse, ya que el combustible con el que trabaja debería ir reduciendo su consumo. De no transformarse será cada vez, como empresa, menos competitiva.

Por otro lado UTE seguirá sin duda siendo el actor principal en la producción y distribución de la energía eléctrica, sus desafíos vendrán substancialmente de la forma en que debería ir incorporando estos nuevos actores. La suma de vehículos eléctricos implica entre otras cosas, incorporar a la red, no solo un nuevo consumo sino y principalmente formas de consumo que pueden ser manejadas en beneficio de la red o distorsionar su operación. La capacidad de almacenamiento que implican todos estos vehículos eléctricos debe ser estudiada por UTE para potenciar los beneficios de este cambio. Por ejemplo definir horas de carga precisas, e incluso se podría pensar en momentos en que al conectarse los vehículos, la red podría tomar su energía remanente. También estudiar la ubicación de los centros de carga principales en función de los usuarios y de la red eléctrica.

Como fuese dicho antes, los cambios en un primer momento no implicarán grandes transformaciones en estas empresas, ya que la cantidad de combustible que se podrá pasar a la electricidad no variará substancialmente sus ventas. A pesar de ello, también como un efecto positivo de este cambio, ambas empresas, pero principalmente ANCAP podrá plantearse un estudio para hacerla más eficiente y proactiva a los cambios que se vienen. Para ello sería importante analizar y valerse de la experiencia internacional de otras empresas que otora eran exclusivamente “petroleras” y fueron cambiando su perfil a empresas del sector de la energía. Muchas son las empresas que fueron posicionando sus negocios hacia otras fuentes de energía, como las renovables. Sin duda ANCAP, en función de los ejemplos de cambios a nivel de la generación y usos de la energía, donde cada día se hace más imprescindible integrar conceptos como eficiencia energética y sostenibilidad, debe estudiar e impulsar formas de energía que respondan económicamente a estos principios.

Asumiendo que UTE seguirá abarcando la generación y usos de la energía eléctrica, incluso en lo relativo a su uso como combustible, ANCAP podría concentrarse en estudiar y desarrollar las otras alternativas al uso del petróleo que en el mundo se está analizando: biocombustibles de segunda y tercer generación, gas natural y el GNL como combustible vehicular y marítimo y el hidrógeno en sus diversos usos y aplicaciones. De todos estos, el hidrógeno, por las condiciones de producción de energía eléctrica en Uruguay, que genera excedentes en la noche, es sin duda un caso a ser analizado. El hidrógeno podría ser generado en los momentos de exceso de energía eléctrica, pudiendo utilizarlo como combustible de vehículos sin emisión, o almacenarlo y usarlo para la producción de energía eléctrica cuando esta falta.

Para cada una de las alternativas de combustibles, estudiando la viabilidad de su producción y uso en las condiciones locales, la infraestructura e inversión necesaria para su desarrollo, como la complementariedad con la disponibilidad de energía eléctrica que cuenta hoy Uruguay, es que se

podría analizar un mix energético que, además de ser substitutivo al petróleo, más ecológico, podría ser también más eficiente y económico. De esta forma ANCAP pasaría a ser una empresa abierta a diferentes formas de energía siempre en el rubro de los combustibles, pero vinculada a productos de última generación, ecológicos y eficientes.

Se puede pensar además que a medida que los cambios avancen y que cada vez más actores del transporte utilicen la electricidad como combustible, estas empresas deberán verdaderamente plantearse su complementariedad y porqué no transformación en un único gran actor de la energía, moderno y eficiente que promocióne el uso de formas de energía eficientes y amigables con el medio ambiente, como la energía eléctrica a partir de fuentes renovables.

## **Externalidades asociadas a estos cambios: nivel político y económico, medio-ambiental y en la sociedad**

Como fuese presentado en este documento, la utilización de la energía eléctrica como combustible substitutivo del petróleo tiene grandes beneficios. Por un lado los más directos asociados a la reducción de emisiones y de ruido, pero además esta transformación tiene el potencial de mejorar enormemente los diferentes sectores del transporte.

En cuanto a las emisiones, el hecho de que la generación de energía eléctrica, en Uruguay sea con fuentes renovables, da una ventaja substancial a nivel de reducción de emisiones. No sólo se reducen al substituir un motor a combustión por uno eléctrico, pero además esta electricidad se produce básicamente a partir de fuentes autóctonas y renovables, por lo que el beneficio es doble.

En cuanto a los ruidos, es notoria la necesidad de reducir este impacto en las ciudades, principalmente en Montevideo. Tanto los buses como los camiones de carga y otros servicios que a veces circulan en la noche, si cambiasen su motorización a eléctrica eliminarían este impacto. De igual forma, las motos que se han multiplicado en los últimos tiempos, son una enorme fuente de ruidos, que de cambiarse a eléctricas se eliminaría. Todo esto haría que las ciudades sean más amigables para sus habitantes.

Si bien estas reducciones en contaminación y ruido son muy importantes, creemos que el cambio mayor se podría dar en cuanto a las externalidades. Entendiendo éstas como las mejoras o beneficios asociados al uso de la electricidad independientemente de lo anterior. Como indicado previamente, se entiende que esta transformación debe venir asociada a la mejora de los diferentes servicios que brinda cada modo de transporte. Cada modo de transporte, público de pasajeros, taxis, de carga y deliverys, deben buscar la forma de, al irse transformando a la electricidad, mejorar substancialmente la calidad y seguridad de sus servicios.

Además de ello, si se logra potenciar, como aquí propuesto, el transporte público de pasajeros y de taxis frente al particular, a la vez que reducimos el número de vehículos eliminando sus emisiones, también se irá a modos de transporte más eficientes económicos y seguros. Igualmente si el transporte de carga y deliverys utiliza vehículos más seguros para sus usuarios y para la población, los efectos a nivel de la salud pueden ser muy importantes.

En definitiva, como conclusión, las externalidades de este cambio pueden ser aún mayores que los beneficios que se buscan con la substitución de combustibles. En resumen esta transformación puede implicar, seguir reduciendo la dependencia al petróleo, ir a fuentes de energía autóctonas y renovables, reducir las emisiones, reducir los impactos asociados al ruido en las ciudades, mejorar el tránsito y su seguridad, pudiendo disminuir el número de accidentes y sus consecuencias, pero además lograr que las ciudades sean más amigables, mejorando sus servicios y mejorando la calidad de vida de su población.

## Otras referencias bibliográficas

<http://elperiodicodelaenergia.com>

<http://www.iea.org>

<http://portal.ute.com.uy>

<http://movilidad.ute.com.uy>

<https://www.ancap.com.uy>

<http://www.miem.gub.uy/energia>

<http://www.mtop.gub.uy>

<http://www.montevideo.gub.uy>

<http://www.inalog.org.uy/es/home/>

<http://www.iadb.org>

<https://www.caf.com>

<http://www.worldbank.org>

<http://www.cutcsa.com.uy>

<http://www.ucot.net>

<http://www.come.com.uy>

<http://www.coetc.com>

[https://www.ft.com/topics/themes/Electric\\_Vehicles](https://www.ft.com/topics/themes/Electric_Vehicles)

<https://www.thegef.org/project/towards-sustainable-and-efficient-urban-mobility-system-uruguay>

## Anexos

Electricity Information 2017: Overview, IEA <sup>33</sup>

Global EV Outlook 2017, IEA <sup>34</sup>

Uruguay Análisis del Sector Transporte, CAF <sup>35</sup>

Evolución de los sistemas de transporte urbano en América Latina, BID <sup>36</sup>

Balance energético nacional 2016, MIEM – BEM <sup>37</sup>

Electric vehicles, technology brief, IRENA <sup>38</sup>

Decreto No 426/012 del 2 de Agosto 2012 – Referido a vehículos automotores - IMESI <sup>39</sup>

---

<sup>33</sup> <https://webstore.iea.org/electricity-information-2017-overview>

<sup>34</sup> <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/GlobalEVO Outlook2017.pdf>

<sup>35</sup> [http://publicaciones.caf.com/media/1131/IS\\_URUGUAY.pdf](http://publicaciones.caf.com/media/1131/IS_URUGUAY.pdf)

<sup>36</sup> <https://publications.iadb.org/handle/11319/8532>

<sup>37</sup> <http://www.ben.miem.gub.uy/descargas/1balance/Informe%20general.pdf>

<sup>38</sup> [http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2017/IRENA\\_Electric\\_Vehicles\\_2017.pdf](http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2017/IRENA_Electric_Vehicles_2017.pdf)

<sup>39</sup> <http://www.dgi.gub.uy>