



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
Y EMPRESARIALES

**VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL
VEHÍCULO ELÉCTRICO**
COMPARACIÓN CON EL COCHE DE COMBUSTIÓN

Autor: Inés Bernaldo de Quirós Aparicio
Director: Antonio Javier Ramos Llanos

Madrid
Abril 2018

Inés
Bernaldo de Quirós
Aparicio

**VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO. COMPARACIÓN CON EL COCHE
DE COMBUSTIÓN**



RESUMEN

Es *vox populi* que el vehículo eléctrico es la alternativa ecológica al coche de combustión y que se acabará imponiendo con el paso de los años con el fin de proteger el planeta de las emisiones contaminantes de automóviles no “verdes”. Sin embargo, pese al auge que está experimentando en los últimos años, el crecimiento que muestra es tímido y moderado. Por ello, este trabajo tiene el propósito de ilustrar, no solo las diversas ventajas que presenta el coche eléctrico, si no también las desventajas que aún se tienen que solucionar, al igual que realizar una comparación con el coche de combustión para facilitar futuras decisiones de compra.

Palabras clave: vehículo eléctrico, ventajas, desventajas, España, medio ambiente, coste, batería, historia, coche de combustión, coche híbrido, gasolina.

ABSTRACT

It is commonly known that the electric vehicle is the ecological alternative to the combustion car and that it will be imposed in a few years in order to protect the planet from the polluting emissions of non-green cars. Nevertheless, despite the growth that is experiencing these days, the rise is still timid and moderate. Consequently, this project has the purpose of showing, not only the different advantages of the electric car, but also the disadvantages that still have to be solved, as well as comparing it with the combustion car with the aim of making future purchasing decisions easier.

Key words: electric car, advantages, disadvantages, Spain, environment, cost, battery, history, combustion car, hybrid car, gasolina.

Índice

1. Introducción, 7
 - 1.1. Propósito y contextualización, 7
 - 1.2. Justificación, 9
 - 1.3. Objetivos, 11
 - 1.4. Metodología, 12
 - 1.5. Estructura, 13
2. Marco teórico, 15
 - 2.1. Concepto, 15
 - 2.2. Breve historia, 17
3. Factores determinantes para la demanda, 22
 - 3.1. Ecológicos, 22
 - 3.2. Económicos, 24
 - 3.2.1. Ayudas, 25
 - 3.3. Tecnológicos, 27
 - 3.4. Otros, 30
 - 3.5. Nuevos problemas, 31
4. Situación en Europa, 32
5. Comparativa con el coche de combustión interna, 37
 - 5.1. Ejemplo práctico, 45
6. El futuro del coche eléctrico, 49
7. Conclusiones, 50
8. Bibliografía, 52

Índice de tablas y gráficos

Tabla 1: Ventas coche eléctrico en España, 7

Tabla 2: Asociaciones entre empresas, 34

Tabla 3: Comparativa Renault ZOE y Renault Megane, 46

Tabla 4: Costes de mantenimiento, 47

Tabla 5: Costes de la energía, 48

Gráfico 1: Evolución de la cuota de mercado (turismos y todoterrenos), 8

Gráfico 2: Cuota de mercado del coche eléctrico en 2017, 33

Gráfico 3: Puntos de carga de coches eléctricos, 34

Gráfico 4: Evolución de los precios de la gasolina en España, 40

Gráfico 5: Evolución de los precios de la electricidad en España, 40

Gráfico 6: Incentivos para adquirir un coche eléctrico, 44

Gráfico 7: Vehículos eléctricos más vendidos 2017, 45

Gráfico 8: Coches de combustión más vendidos 2017, 46

Glosario de abreviaturas y acrónimos

AEDIVE: Asociación Empresarial para el Desarrollo e Impulso del Vehículo Eléctrico.

ANFAC: Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones.

AVERE: Asociación Europea del Vehículo Eléctrico.

EAFO: European Alternative Fuels Observatory.

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

MINETAD: Ministerio de Economía, Turismo y Agenda Digital.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

TIC: Tecnologías de la Información y Comunicación.

VAO: Vehículos de Alta Ocupación.

WWF: World Wildlife Fund.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Propósito y contextualización

Este trabajo tiene como propósito estudiar la situación en la que se encuentra el vehículo eléctrico en España actualmente con el fin de comprobar si las condiciones para su adquisición son favorables. Se trata, en definitiva, de analizar las características del automóvil eléctrico en España con la finalidad de elaborar un informe que contenga una evaluación de las mismas.

El mercado de vehículos eléctricos en España ha ido creciendo en los últimos años, tal y como refleja el portal de información sobre el sector del vehículo eléctrico Movilidad Eléctrica (2017). Si atendemos a los informes realizados por el mismo, podemos observar que en el año 2015 el número de coches eléctricos vendidos en España fue 2.839 llegando a los 4.515 en 2016, lo que supone un incremento del 59%. Por su parte, en el año 2017 las ventas han ascendido a 8.588, lo que indica que existe una tendencia al alza, puesto que el incremento ha sido de casi el doble en comparación con el año anterior, alcanzando el 0,60% de la cuota de mercado. De hecho, desde el año 2014, existe en España un Grupo de Trabajo interministerial cuya finalidad principal es fomentar el uso de vehículos propulsados por energías alternativas, actuando conjuntamente con los demás departamentos ministeriales en el ámbito de sus competencias. La siguiente tabla muestra cómo han variado las ventas del coche eléctrico en España:

Tabla 1

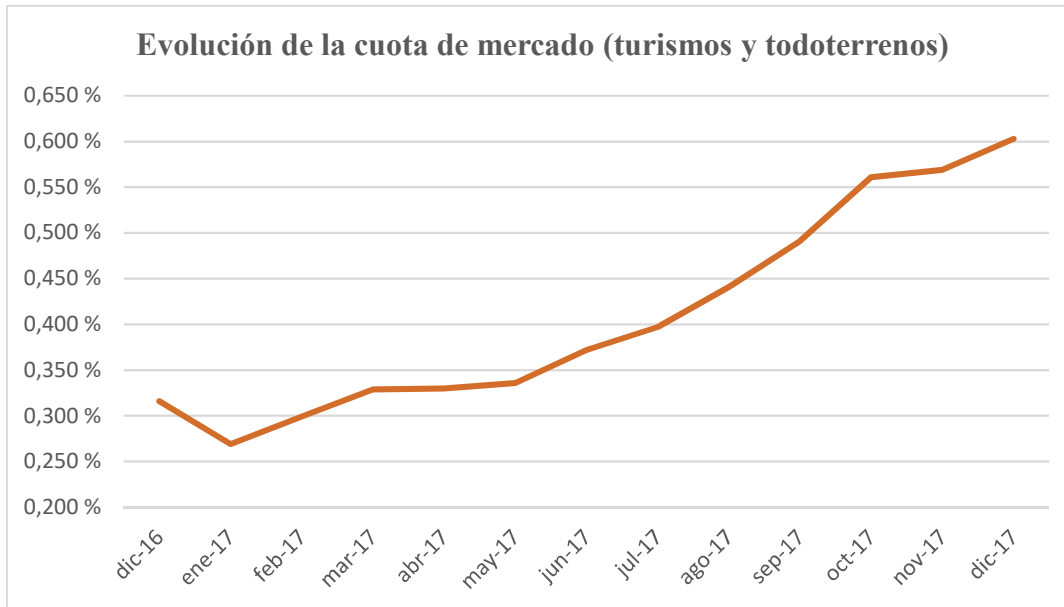
VENTAS COCHE ELÉCTRICO EN ESPAÑA

	2014	2015	2016	2017
Ventas	1.763	2.839	4.515	8.588
Tasa de variación		61%	59%	90,2%

Fuente: Elaboración propia con datos de Movilidad Eléctrica (2017)

Más en profundidad, la variación respecto a la cuota de mercado de eléctricos e híbridos enchufables, tomando en consideración datos de turismos y motocicletas, es la siguiente:

Gráfico 1



Fuente: Ventas de vehículos eléctricos en 2017 (2018).

Podemos observar que la cuota de mercado a diciembre del año 2017 es de casi el doble que la de diciembre del año anterior, pasando de un 0,316% a un 0,603%. Además, si bien sufre una pequeña caída en enero de 2017 con una cuota de mercado de 0,269%, se recupera para en marzo alcanzar el 0,329%.

Sin embargo, a pesar de lo esperanzador de estos datos, existen diversas trabas al auge de este tipo de vehículos. La implantación del coche eléctrico requiere, por un lado, una posición activa por parte de las administraciones para financiar las nuevas infraestructuras que son necesarias, tales como puntos de recarga o estaciones de cambio de batería, además de leyes y normas (Ceña y Santamarta, 2009). En este sentido, una de las medidas adoptadas por el gobierno español fue el plan MOVELE (posteriormente sustituido por el plan MOVEA) con el que se consiguió la creación de diversos puntos de recarga tanto en la vía pública como en aparcamientos en Madrid y Barcelona (Sanz, 2015).

Otro obstáculo es el coste de las baterías (Ceña y Santamarta, 2009), que genera impedimentos psicológicos en compradores potenciales, haciéndoles reevaluar sus opciones de compra. No obstante, un factor a tener en cuenta es que el coste de la electricidad es inferior al del combustible permitiendo, además, la recarga de las baterías durante las conocidas como “horas valle” (Bergera, 2014), consiguiendo un abaratamiento del consumo de energía.

Constituyen un importante impulso para el vehículo eléctrico las iniciativas tomadas por la Unión Europea, que buscan favorecer el uso de energías alternativas para, en primer lugar, reducir la dependencia energética de los Estados europeos que se ven obligados a importar energía (En España se importa casi un 70%). En segundo lugar, se ha convertido en una exigencia de cada vez mayor peso el reducir la emisión de gases de efecto invernadero, por lo que se ha marcado como objetivo para el año 2030 lograr que la disminución alcance el 40%. Por último, el marco legislativo de la UE cuenta con medidas para limitar no solo la polución si no también la contaminación acústica y mejorar, de esta forma, la salud de los ciudadanos europeos (Ministerio de Industria, Energía y Turismo, 2015).

Para concluir, hay que destacar que más de un 50% de los españoles se plantearía la opción del vehículo eléctrico en sus futuras compras, debido a determinados incentivos como las ventajas fiscales. Sin embargo, el factor que mayor incidencia causa en la población española es el respeto al medio ambiente ya que el 91% de los encuestados afirma que la utilización de energías renovables para cargar el vehículo supondría un aliciente en su decisión de compra (Accenture, 2011).

1.2. Justificación

La preocupación por el medio ambiente es uno de los temas que más relevancia está adquiriendo en los últimos años puesto que los efectos de su degradación están comenzando a hacerse visibles. En el año 2006, las emisiones de gases de efecto

invernadero por el sector transporte alcanzaron más del 25%, con un crecimiento del 88% desde 1990 (Cestau, 2014). Las consecuencias de la utilización de vehículos eléctricos en grandes ciudades serían evidentes en un breve lapso de tiempo, reduciendo considerablemente las emisiones de CO₂ (Bergera, 2014).

La demanda de movilidad aumenta a medida que crece la población mundial y la riqueza de los países, de manera que, si la renta per cápita se incrementa, la demanda de movilidad lo hace en mayor proporción (Candil, 2010). Por tanto, está en nuestras manos gestionar esta coyuntura buscando alternativas que no dañen el entorno en el que habitamos. Una de esas soluciones es la utilización de medios de transporte “verdes”.

Existen diversos factores que impulsan a la población a comprar este tipo de vehículos, tales como la presión social por la protección del medio ambiente, una latente crisis de las principales fuentes energéticas o las todavía presentes repercusiones de la crisis económica en el sector automovilístico (Montoro y Romero, 2010) y, por ello, el número de matriculaciones de coches eléctricos está creciendo en los últimos años. Así, este estudio pretende incidir en mayor profundidad en los motivos de compra que impulsan a la población a adquirir estos vehículos intentando averiguar qué atributos del mismo son los más valorados.

Sin embargo, la realidad es que la mayor parte de la población desconoce las prestaciones que ofrecen este tipo de vehículos (Sanz, 2015), lo que hace necesario una mayor intervención por parte de las administraciones públicas. Asimismo, existe un porcentaje de la población que ni siquiera se plantea esta posibilidad por considerarla fuera de su alcance (Freyssenet, 2011), como es el caso de parejas jóvenes que adquieren coches de segunda mano, más contaminantes, pero también más económicos a corto plazo.

Por ello, este trabajo pretende ilustrar las diversas características del vehículo eléctrico de forma que la información resulte más accesible para la población, así como realizar una evaluación del mismo en relación con el vehículo de combustión, no solo desde el punto

de vista ecológico, si no también económico y social, de forma que resulte más sencillo para los futuros compradores efectuar la opción de compra.

La elección de este trabajo se debe, asimismo, a la importancia personal que tiene el medio ambiente para su autora, que intenta influir, aunque sea levemente, en la población para que esta adquiriera cierta conciencia ecológica y así, procurar frenar el daño que le estamos causando al entorno en el que habitamos.

Finalmente, este trabajo aspira a formar parte del Observatorio del Coche eléctrico de la Universidad Pontificia Comillas, en el cual los alumnos de empresariales analizamos el vehículo eléctrico desde un punto de vista tanto público como privado, es decir, el de las Administraciones Públicas además de empresas y particulares. De esta forma, podemos estudiar el potencial y la situación en la que se encuentran estos vehículos con el fin de impulsar su utilización e implementación.

1.3. Objetivos

El objetivo general, ya explicado en el primer apartado, consiste en analizar las características del vehículo eléctrico en España. En cuanto a los objetivos específicos, podemos enumerar los siguientes:

- Definir el concepto de vehículo eléctrico

Resulta necesario realizar una primera introducción en la que se ponga de manifiesto qué se entiende por coche eléctrico y qué atributos del mismo permiten diferenciarlo de otro tipo de vehículos como los coches híbridos enchufables o eléctricos de autonomía extendida.

- Explicar brevemente la historia del vehículo eléctrico

Conocer la evolución del coche eléctrico a lo largo de la historia permitirá una mayor comprensión del punto en el que se encuentra actualmente, así como del funcionamiento del mismo. Asimismo, proporcionará una mejor perspectiva de los avances que se han hecho para mejorar el vehículo y que resulte más rentable y menos perjudicial tanto económica como ecológicamente.

- Analizar las ventajas y desventajas del coche eléctrico

Lo que se pretende en este apartado es clarificar las diversas prestaciones que puede ofrecer este tipo de vehículos, pero también los posibles inconvenientes que se pueden encontrar.

- Comparar el vehículo eléctrico con el coche tradicional

La realización de esta comparativa permitirá conocer cuál de estos dos tipos de vehículos resulta más rentable comprar al igual que advertir cuáles son las ventajas derivadas de su adquisición tanto en el corto como en el largo plazo.

1.4. Metodología

En primer lugar, la principal fuente de información consistirá en la revisión de literatura de los diversos textos que existen sobre el vehículo eléctrico con el fin de obtener una base teórica que resulte suficiente para cubrir los objetivos descritos anteriormente. Concretamente, se utilizarán textos que se centren en la situación de este tipo de vehículos en España, por lo que la inmensa mayoría de ellos serán de autores españoles. En cuanto al ámbito temporal se utilizarán textos con una antigüedad inferior a 10 años puesto que

la industria tecnológica tiende a cambiar en breves periodos de tiempo y el sector automovilístico se encuentra en constante transformación.

Las palabras clave utilizadas serán coche o vehículo eléctrico. Asimismo, se utilizarán, acompañados de booleanos (AND) las siguientes palabras clave: ventajas, desventajas, España, medio ambiente, coste, historia, coche de combustión o híbrido. También se utilizarán para la búsqueda estos mismos términos en su versión inglesa.

En cuanto a las bases de datos utilizadas se pueden mencionar Business Source Complete, Dialnet o Google Scholar. De la misma forma, se utilizarán recursos como portales de información sobre el vehículo eléctrico como la página web “Movilidad Eléctrica” o “Electromovilidad” así como la revista “Economía Industrial” del Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital.

Consideramos que la revisión de literatura es amplia dado que se utilizan, no solo publicaciones académicas de las principales bases de datos disponibles, si no también datos de organismos públicos oficiales, así como informes de portales especializados en el tema a tratar y recursos tales como entrevistas de la principal red social dedicada exclusivamente a este sector.

1.5. Estructura

El trabajo de investigación se estructura en cinco partes. La primera de ellas es el capítulo denominado “Introducción” en el que se incluye la contextualización, así como la motivación del proyecto, los objetivos del mismo y la metodología empleada.

A continuación, se sitúa el capítulo “Marco teórico” en el que consta la definición del vehículo eléctrico y los criterios utilizados para diferenciarlo de los demás tipos de automóviles. Asimismo, se hace referencia a la evolución de este tipo de vehículos y se

realiza una conclusión final en la que se establece cómo es el coche eléctrico en la actualidad.

El tercer capítulo, “Factores determinantes” hará referencia a las ventajas y desventajas que presentan los vehículos eléctricos. Asimismo, se incluye un capítulo denominado “Situación en Europa” en el que se analiza la condición en la que se encuentra el coche eléctrico en la Unión Europea, realizando una comparación con España.

En cuanto al siguiente capítulo, “Comparativa con el coche de combustión” se aborda la cuestión sobre la rentabilidad presente y futura que presentan ambos modelos de automóviles.

Para finalizar en análisis de estos vehículos ecológicos, se incluye un capítulo en el que se estudia la posible evolución a seguir y lo que se espera que suceda en un futuro., denominado “El coche eléctrico en el futuro”.

El último capítulo es el de “Conclusiones” donde se recogen las principales impresiones obtenidas con el proyecto.

Finalmente, se incluyen las referencias bibliográficas utilizadas para la investigación, ordenadas alfabéticamente.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Concepto

De acuerdo con el Ministerio de Industria, Energía y Turismo (2015), el vehículo eléctrico puro es aquel que está completamente propulsado por un motor eléctrico, el cual se alimenta a través de baterías, que deben ser recargadas con electricidad tomada de una red eléctrica, por lo que su autonomía está limitada por la capacidad de la batería. Asimismo, pueden disponer de un sistema de frenos regenerativos, que sirven para recargar la batería en los momentos de desaceleración y frenado. Sin embargo, la batería es la causa principal de que resulte más caro. Los vehículos más comunes de este tipo son turismos, furgonetas, motocicletas o cuadriciclos, pudiendo encontrar ocasionalmente autobuses o camiones de uso urbano, suponiendo un total de diez mil vehículos.

Se distinguen de los coches eléctricos de autonomía extendida en que estos contienen un generador para recargar las baterías, el cual se acciona mediante un motor térmico que se recarga a través de un sistema auxiliar de combustión. En consecuencia, tienen un mayor grado de autonomía que el eléctrico puro.

Por otro lado, los híbridos son coches que utilizan, tanto electricidad como combustión interna, siendo esta última su primordial fuente de energía que, además, pueden utilizar para cargar las baterías, aunque también pueden disponer del sistema de freno regenerativo. Dentro de este tipo de vehículos están los híbridos enchufables que, al contrario que los híbridos convencionales, utilizan la propulsión eléctrica como motor principal, por lo que necesitan baterías con una capacidad superior, lo que les proporciona mayor autonomía y generan menores niveles de contaminación (MINETAD, 2015).

Dentro de los vehículos con energías alternativas encontramos, además del vehículo eléctrico, los coches que utilizan combustibles GLP, Gas Natural, Biocombustible e

Hidrógeno. De acuerdo con la estrategia para el Transporte Limpio de la UE, estas son las energías alternativas que se deberían potenciar en el sector del transporte en Europa, puesto que producen menores niveles de contaminación que el coche de combustión interna.

En primer lugar, el combustible GLP o gel licuado del petróleo procede en un 30% del proceso de refinado del petróleo y en un 70% de los yacimientos de gas natural o petrolíferos. El coche, que normalmente utiliza gasolina, dispone de un sistema separado que le permite funcionar con gas, de forma que puede elegir utilizar uno u otro carburante. Resulta entre un 5% o 10% más caro que la variante de gasolina y En España solo se ofrecen turismos y furgonetas, habiendo un total de cuarenta mil vehículos en circulación (alrededor del 0,2% de la flota total), mientras que en Europa la cifra asciende a diez millones de vehículos, alcanzando un 4% de la flota total (MINETAD, 2015).

En segundo lugar, el gas natural consiste en una combinación de hidrocarburos, siendo su principal componente el metano (70-90%). Existen dos tipos de gas natural: el gas natural comprimido (GNC) y el gas natural licuado (GNL). Este tipo de vehículos tiene un precio superior en comparación con los de combustión interna (sobre un 10%). En cuanto a la oferta comercial, se incluyen tanto turismos, camiones y autobuses como vehículos pesados de transporte interurbano suponiendo un total de cuatro mil seiscientos automóviles en España (MINETAD, 2015).

En cuanto al biocombustible, existen surtidores que disponen de este tipo de combustible mezclado con gasóleo (biodiesel) o con gasolina (bioetanol), que son los más utilizados.

Por último, en el vehículo de hidrógeno, el gas se emplea tanto en el mecanismo de combustión interna como en el proceso de conversión de la pila de combustible, a través del cual se convierte en electricidad que mueve el coche. Aunque las emisiones de esta fuente de energía se reducen a vapor de agua, el proceso de obtención del hidrógeno resulta perjudicial para el medio ambiente, puesto que genera altas cantidades de dióxido

de carbono. Presenta, además, un inconveniente económico debido al elevado coste de la pila de combustible. La demanda de estos vehículos es muy escasa en España y por ello se están llevando a cabo proyectos de demostración (MINETAD, 2015).

2.2. Breve Historia

La historia del vehículo eléctrico empieza en 1828, año en el que el inventor de origen húngaro Ányos Jedlik crea el primer motor eléctrico, sin embargo, es Thomas Davenport quien le introduce una batería a través de la cual se pueda alimentar, aunque eran de un solo uso. A partir de este momento, el motor eléctrico comienza a tener utilidad práctica a través de su incorporación a distintos medios de transporte de la época. De esta forma, Robert Anderson introduce el motor eléctrico en un carruaje, dando lugar al primer vehículo de la historia, el cual, podría considerarse el primer coche eléctrico puro al constar con tracción eléctrica y pila de energía, si bien, no recargable. Posteriormente, en el año 1837, Robert Davidson desarrolla la primera locomotora eléctrica, la cual alcanzaba una velocidad de 6 km/h (Bergera, 2014).

El auge de este tipo de vehículos queda demostrado por las diversas exposiciones realizadas en Francia. En primer lugar, se celebró la Exposición Mundial de París de 1867, en la que el inventor austriaco Franz Kravogl presentó un ciclo de dos ruedas con motor eléctrico. Posteriormente, en la Exposición Internacional de la Electricidad de París de 1881, el francés Gustave Trouvé presentó lo que para muchos se considera el primer automóvil eléctrico de la historia, puesto que se trataba de un automóvil funcional de tres ruedas (Valenzuela, 2012).

La primera batería recargable apareció en 1859 con la invención de la batería de plomo-ácido, posteriormente mejorada en 1881 dotando a la misma de una mayor capacidad. Hay que destacar, asimismo, la contribución del físico Nikola Tesla, de origen serbio, que presenta por primera vez el motor de corriente alterna en 1888 en el Instituto de Ingenieros

de la Universidad de Columbia, participando, de esta forma, en los inicios de la Segunda Revolución Industrial. A partir de entonces, comienza la producción en serie de vehículos eléctricos a escala mundial y, en 1894, aparece el primer vehículo eléctrico funcional, conocido como el Electrobat. Sus creadores, Henry Morris y Pedro Salom, presentaron el coche en Philadelphia y, tras su éxito, fundan la primera empresa de vehículos eléctricos en Estados Unidos (Cestau, 2014).

El porvenir del coche eléctrico comienza a ser prometedor, especialmente a partir de la creación de *La Jamais Contente* en 1899, el primer vehículo de este tipo en superar los 100 km/h. Así, la marca Tribelhorn, de Suiza, comienza a fabricar autobuses eléctricos que realizan recorridos a 25 km/h con una autonomía de entre sesenta y cien kilómetros. Igualmente, a comienzos del siglo XX, el 90% de los taxis de Nueva York eran eléctricos y las ventas de los coches eléctricos superaban, con un amplio margen, las de los vehículos de combustión y de vapor juntos. Asimismo, la posterior desaparición de los coches de vapor conllevó un incremento de la cuota de mercado para el vehículo eléctrico (Bergera, 2014). En España, comienza con la producción de automóviles la sociedad La Cuadra, que fabrica algunos prototipos de coche eléctrico pero su alto coste y el bajo rendimiento de las baterías provocó su fracaso (Sanz, 2015).

Es Thomas Edison quien añade a las baterías modelos recargables de níquel-hierro en 1911, lo que supone una mejora en la calidad de las mismas. Es entonces cuando se introduce en el mercado el motor de arranque, además de producirse el abaratamiento del combustible debido a la proliferación de yacimientos petrolíferos al sur de Estados Unidos, dando lugar a un cambio en el funcionamiento del mercado, que genera una reducción de la producción de automóviles eléctricos (Bergera, 2014). También tuvo influencia en este periodo la llegada de la cadena de montaje de Henry Ford, que causaba una bajada de precios en sus coches de combustión y lo hacía más accesible para la clase media, llegando a reducir su precio de 600\$ en 1909 a 250\$ en 1925. Otro factor a considerar es el género del comprador, ya que el vehículo de combustión tenía más éxito entre hombres que entre mujeres, las cuales preferían los limpios y fiables vehículos

eléctricos (Electromovilidad, 2018). Como la historia nos demuestra, el coche de gasolina se acabó imponiendo sobre el de batería eléctrica.

En 1925 se crea en Francia una Sociedad de Vehículos Eléctricos cuyo principal objetivo es depender menos del petróleo, por lo que se empiezan a fabricar camiones y furgonetas eléctricas (Bergera, 2014). Sin embargo, el giro que se acababa de producir en la industria automovilística años atrás es de tal envergadura que provoca la casi completa desaparición del automóvil eléctrico puesto que los pocos fabricantes que quedaban difícilmente podían enfrentarse a coches que valían tres veces menos y su producción queda reducida a carretillas elevadoras o carritos de golf (Electromovilidad, 2018). La imagen cambia con la llegada de la Segunda Guerra Mundial, momento en el que el petróleo es un bien escaso, lo que da lugar a un resurgimiento del vehículo eléctrico. En consecuencia, determinadas empresas empiezan a indagar en el desarrollo de estos vehículos, pero se encuentran con un impedimento que es la dificultad en la obtención de cobre y plomo, que supone un freno para la investigación llevada a cabo por compañías como Renault y Peugeot, entre otras (García, 2015).

Problemas similares relacionados con el petróleo también ocurren años más tarde, siendo especialmente importante la crisis del petróleo de 1973, que impulsa la investigación de motores eléctricos dado que el precio de la gasolina se había multiplicado por diez. Es en este momento en el que, además, se empieza a tomar conciencia del mal uso que se estaba dando a los recursos naturales y por ello los fabricantes de coches empiezan a buscar reducir la contaminación que generan los automóviles, a la vez que se investiga sobre energías alternativas al petróleo. De esta forma, se crean numerosas organizaciones alrededor del mundo como Electric Vehicle Council en Estados Unidos, The Electric Council en Inglaterra o la Tokyo Electric Power de Japón (García, 2015).

En 1974, comienza a producirse en serie el vehículo eléctrico CitiCar de la compañía americana Sebring-Vanguard, del que se llegaron a producir dos mil unidades hasta 1977. En la década de los 80, las marcas Renault y Peugeot tenían en su oferta un modelo

eléctrico, el Renault Express y el Peugeot 205, con una velocidad máxima de 100 km/h. El coche eléctrico comienza, de esta forma, a hacerse un hueco en la sociedad (García, 2015).

En la década de los 90, sale al mercado el primer modelo eléctrico de gran acogida entre el público: el EV-1 de General Motors, con una velocidad máxima de 130 km/h. A General Motors le siguieron otros fabricantes como Toyota, Honda y Ford para cumplir con la iniciativa californiana de que los coches no fueran contaminantes para el año 1998, lo que produjo, además, un cambio en la sociedad que adaptó sus vehículos para que funcionaran con electricidad. Finalmente, la presión ejercida por la industria petrolera en Estados Unidos fue más fuerte y desbancó al coche eléctrico y lo relegó, de nuevo, a flotas para servicios de limpieza o elevadores (Electromovilidad, 2018).

Posteriormente, en 2007, tiene un gran impacto en el mercado el Prius de Toyota, el coche híbrido que combina el motor eléctrico con el de combustión y que genera un elevado número de ventas, superando el millón de unidades vendidas. A partir de entonces, la industria de vehículos eléctricos comienza un momento de auge, debido especialmente a la proliferación de programas de reducción de la contaminación atmosférica (Bergera, 2014).

Actualmente, la oferta de coches eléctricos es muy amplia incluyendo marcas por todos conocidas como son Citroën, Mitsubishi o Peugeot, siendo el Nissan Leaf el vehículo eléctrico más vendido de la historia. Por otro lado, la exclusiva marca de coches Jaguar, ha presentado su primer coche totalmente eléctrico: el I-PACE, con una autonomía de cuatrocientos ochenta kilómetros y capaz de alcanzar los 100 km/h en 4,8 segundos. Asimismo, incorpora una aplicación para el móvil llamada Amazon Alexa que permite a sus usuarios comprobar el estado del coche y el nivel de batería, entre otras opciones (Movilidad eléctrica, 2018).

En cuanto a la producción, España se sitúa como el segundo fabricante europeo de automóviles después Alemania, si bien se encuentra más orientado a la manufactura de vehículos de combustión que de coches eléctricos. Así lo demuestran las diversas peticiones hechas por el Gobierno a la Comisión Europea solicitando moratorias a la aplicación de la normativa sobre emisiones contaminantes. Por otro lado, se trata uno de los países europeos que dispone de menos ayudas a la adquisición del vehículo eléctrico (Sabaté, 2017).

Como conclusión, podemos decir que el vehículo eléctrico se encuentra actualmente en plena época de crecimiento ya que las ventas siguen un ritmo de evolución progresiva a lo largo de los últimos años. Las energías alternativas están adquiriendo un gran protagonismo debido al deterioro que está sufriendo el medio ambiente y que requiere llevar a cabo una serie de actuaciones inminentes para frenar su paulatina destrucción. Asimismo, la presión por encontrar energías alternativas al petróleo, accesibles para todos y que permitan reducir las importaciones energéticas, se encuentra presente en todas las economías occidentales para evitar que se produzca una situación similar a las anteriores crisis del petróleo. En esta línea, el profesor Francisco Martín Moreno (2016), indica que el número de coches pasará en los próximos años de setenta y cinco millones en 2010 a dos mil quinientos millones en 2050, de forma que, si todos estos vehículos son impulsados por motores de combustión, no quedarán suficientes recursos fósiles en el planeta para todos ellos.

3. FACTORES DETERMINANTES PARA LA DEMANDA

El vehículo eléctrico presenta una serie de atributos que podemos diferenciar en ventajas y desventajas según resulten favorables o causen un perjuicio no solo para el comprador en particular, si no para la sociedad en general.

3.1. Ecológicos

Empezando por las ventajas, la más clara y patente de todas ellas es el beneficio medioambiental que suponen, al no generar contaminación mediante emisiones de CO₂, puesto que no requieren de combustión. De esta forma, el uso masivo de vehículos eléctricos, sustituyendo a los vehículos de motor de combustión, tendría un efecto de limpieza en las ciudades, no solo respecto a la emisión de gases contaminantes, si no también a la contaminación acústica. Así, a modo de ejemplo, en un trayecto de quince kilómetros, mientras un coche de gasolina genera 2,4 kg de gases contaminantes, el coche eléctrico únicamente emite 0,7 kg, por lo que la diferencia es evidente (Bergera, 2014). Asimismo, de acuerdo con un informe de emisiones de Gases de Efecto Invernadero de World Wildlife Fund (WWF, 2013), un 22% de dichos gases provienen del transporte por carretera. La reducción de las emisiones contaminantes supondría, igualmente, un beneficio para la salud de la población ya que, tal y como indica un informe realizado por la OMS en 2014, cerca de 2,7 millones de personas habrían muerto prematuramente en 2012 en todo el mundo debido a la contaminación atmosférica proveniente de los motores de los coches, tanto por enfermedades respiratorias o cardiovasculares, como por cáncer (Sabaté, 2017).

No obstante, para que el efecto limpieza funcione eficientemente, es necesario que la energía eléctrica provenga, en su mayor parte de fuentes de energía alternativas como puede ser la energía eólica, ya que la electricidad también genera gases de efecto invernadero (un 24% según el informe de WWF). De esta forma, según Bergera (2014), el exceso de energía eólica nocturna podría utilizarse para recargar los coches eléctricos durante la noche de forma que “en este momento del día, cuando el resto de consumos

disminuye y se produce un valle en la curva de demanda, la recarga del coche eléctrico corregiría esta diferencia y potenciaría aún más el beneficio medioambiental” (Bergera, 2014: 30). Con todo, hay que destacar que la contaminación que generan los coches eléctricos se produce en lugares alejados de núcleos urbanos, como fábricas de baterías, mientras que los de combustión interna emiten gases nocivos para la salud en el centro de la ciudad (Álvarez, 2014). Con todo, el principal inconveniente medioambiental de estos vehículos es el reciclaje de las baterías, como las de litio, ya que solo unas pocas organizaciones pueden llevar a cabo su reciclaje, aunque pueden reutilizarse (Un-Noor et al, 2017).

En cuanto a la contaminación acústica, este se genera porque el motor de combustión realiza una serie de procesos que generan ruido como el escape de gases o el propio mecanismo de combustión. Sin embargo, el motor del coche de batería es silencioso y no genera ruido a velocidades reducidas lo que, a su vez puede suponer un inconveniente a la hora de advertir estos vehículos por los viandantes. Esto es, el ruido que emiten los coches de gasolina sirve para que los peatones perciban que un coche se está aproximando y que deben prestar atención. Por ello, la Comisión Europea está estudiando la posibilidad de incorporar sistemas de aviso acústico en los vehículos eléctricos con el fin de ayudar a los ciudadanos a identificarlos fácilmente (Cestau, 2014).

Finalmente, destacar la aparición de una nueva modalidad de Fórmula 1 denominada Fórmula E en la que se compite con vehículos eléctricos en lugar de utilizar gasolina, con el fin de apoyar la sostenibilidad ecológica y el desarrollo tecnológico de estos vehículos. Asimismo, en cuanto al transporte de un circuito a otro, se emplean, únicamente, transportes sostenibles como el barco o el tren, en lugar de aviones y vehículos de carretera, más contaminantes. El resultado de este lento transporte supone que solo se dispute una carrera de Fórmula E al mes, en un solo día y siempre en circuitos urbanos para impulsar la utilización del coche eléctrico como solución a la movilidad en las ciudades. El principal inconveniente sería la limitada velocidad a la que se compite (225 km/h frente a los 350 km/h de coches de Fórmula 1) que generan reticencias en los aficionados a este deporte (Barbieri, 2016). Además, se trata de un acuerdo de

exclusividad, por lo que la Fórmula 1 no podrá disponer de monoplazas eléctricos hasta 2040, fecha en la que finaliza dicho privilegio (Vidal, 2018).

3.2. Económicos

En lo referente al aspecto económico, el vehículo eléctrico presenta tanto ventajas como inconvenientes. En primer lugar, hay que destacar que el coste de la fuente de energía es menor que en el caso de la gasolina, especialmente si se utilizan las conocidas como “horas valle” para cargar la batería, en las que la electricidad resulta más barata. Igualmente, el coste de su mantenimiento es menor debido a que está compuesto por menos piezas que, además, se estropean con menor frecuencia (Bergera, 2014).

Sin embargo, el coste del vehículo de batería eléctrica es superior al de su equivalente de combustión interna. Por ello, algunas Comunidades Autónomas, entre ellas Andalucía o el País Vasco, están dando subvenciones independientes de las que ofrece el Gobierno con la finalidad de incentivar su compra (Bergera, 2014). En cualquier caso, el precio de estos vehículos disminuiría si aumentase la producción y reduciendo el coste de las baterías (Un-Noor et al, 2017). Así, para un 26% de los españoles, el coste de la carga de la batería es un factor determinante a la hora de decidir la opción de compra, mientras que para un 23% lo más relevante es el tiempo de carga. Finalmente, un 15% se preocupa por el coste total del vehículo, es decir, el coste de compra y mantenimiento (Accenture, 2011).

Existe la posibilidad de, en lugar de comprar la batería, alquilarla a cambio de una cuota mensual y adquirir el coche sin batería, ya que esta supone un 20% o 30% del coste total del vehículo. Este es el caso de Renault, que ofrece un sistema de alquiler de baterías en el que la cuota a pagar depende del kilometraje anual del vehículo, del tipo de batería y del tipo de cliente. Si tomamos como ejemplo el Renault ZOE, el ahorro que conllevaría no comprar la batería sería de unos siete mil quinientos euros y el coste de alquilar una se encontraría entre los cincuenta y nueve y ciento diecinueve euros al mes, según el contrato

escogido. Igualmente, ofrece, además de asistencia gratuita en carretera en caso de avería o descarga total de la batería, una garantía ilimitada, de manera que si surge algún problema o su capacidad se reduce al 75%, Renault cambiaría la batería sin coste adicional (Fernández, 2016a, 2016b). Con todo, la producción en serie del motor eléctrico abarataría los precios puesto que es más simple que un motor de combustión interna, el cual precisa de un circuito de refrigeración, aceite, y mayor mantenimiento. Además, el motor eléctrico es más eficiente, situándose alrededor del 90% frente al 40% del motor diésel, que tiene una eficiencia superior al motor de gasolina (García, 2015).

3.2.1. Ayudas

En España, existen diversos tipos de ayudas para potenciar el uso de vehículos respetuosos con el medio ambiente. Así, en primer lugar, podemos encontrar ayuda a la compra de vehículos eléctricos, donde se encuentra el plan MOVEA para la adquisición de vehículos de energías alternativas y la implantación de puntos de recarga de vehículos eléctricos. En el año 2017, el presupuesto del plan fue de 14,26 millones y las ayudas se encontraban entre los quinientos euros para turismos y los dieciocho mil euros para autobuses y camiones. Por otro lado, las ayudas para la instalación de puntos de carga en zonas públicas alcanzarían un importe equivalente al 40% de su coste (MINETAD, 2017). Supone una menor financiación en comparación con el año 2016, cuando la ayuda ascendía a 16,6 millones de euros (MINETAD, 2016).

En el año 2018 se ha instaurado un nuevo plan que sustituye al plan MOVEA y que recibe el nombre de plan MOVALT, cuyo importe ascendía a veinte millones de euros para la compra de vehículos y quince millones de euros para la implantación de puntos de carga para los vehículos eléctricos. Asimismo, el plan incluye un nuevo objetivo, que es el desarrollo de iniciativas de I+D+i relacionadas con la movilidad eficiente energéticamente y sostenible, para lo que se ha dotado a este proyecto con otros quince millones de euros (Movilidad eléctrica, 2017). El éxito del plan MOVALT fue de tal calibre que se agotó en apenas veinticuatro horas, lo que evidencia la necesidad de prolongar el plan para poder hacer frente a toda la demanda existente, tal y como exige la

patronal española de fabricantes de vehículos (ANFAC). Asimismo, pedía que estas ayudas se convirtieran en estructurales, como sucede en algunos países europeos como son Francia o Reino Unido (Heras, 2017). La periodicidad de los planes haría que desaparecieran los picos de solicitudes que generan inestabilidad tanto para los solicitantes de las ayudas como para los fabricantes, que no pueden prever las necesidades del público (Movilidad eléctrica, 2017).

Igualmente, existen una serie de incentivos fiscales a la compra de vehículos eléctricos. En primer lugar, podemos destacar que hay determinados impuestos a los que el coche eléctrico no está sometido por no emitir CO₂. Se trata del Impuesto de Matriculación, cuyo importe se calcula teniendo en cuenta las emisiones de CO₂ del coche. Así, los automóviles que emiten inferiores a 120 gr/km no están sujetos al impuesto. En segundo lugar, se han establecido en algunos ayuntamientos bonificaciones de hasta el 75% para el Impuesto sobre Vehículos de Tracción Mecánica (IVTM). En cuanto al Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas (IRPF), para el caso de coches adquiridos por las empresas, pero destinados al uso de sus empleados, se han incorporado una serie de reducciones en función del tipo de vehículo del que se trate, aumentando el porcentaje de la reducción a medida que aumenta la eficiencia ecológica del coche (Expansión, 2017). Finalmente, ANFAC se encuentra en un proceso de negociación con la Unión Europea para conseguir una reducción del Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA) en España del 4% para los vehículos eléctricos. Actualmente, el coche eléctrico no se encuentra sujeto al IVA únicamente en Noruega, donde la cuota de estos vehículos asciende al 37%, mientras que en Holanda se aplica un tipo reducido del 7% y la cuota de mercado se estanca en el 10% (Movilidad eléctrica, 2017).

En cuanto a los peajes, aunque se trate de una competencia nacional, la Comisión Europea ha propuesto que el importe de estos comience a basarse en el nivel de emisiones de CO₂ que genere el automóvil en cuestión. Se pretende, así, cumplir con el Acuerdo de París contra el cambio climático y mejorar la salud y bienestar de los ciudadanos comunitarios, buscando ampliar el número de usuarios de vehículos menos contaminantes. De esta forma, el descuento podría llegar al 75% para aquellos dueños de vehículos que no

generen emisiones, como el caso del coche eléctrico. Asimismo, se plantea la posibilidad de calcular el importe a pagar en función de la distancia recorrida en lugar de emplear el tiempo de duración del viaje, ya que dicha forma de cálculo proporciona una imagen más realista de los niveles de polución. Otra idea que se plantea el proyecto es imponer recargos por la contaminación sonora y congestión de tráfico (El Español, 2017). Por su parte, en Cataluña, los coches eléctricos pueden circular por las autopistas de la Generalitat sin tener que pagar peajes desde septiembre de 2015, siempre y cuando se encuentren registrados en el portal EcoviaT. Se trata de un portal en el que se registran aquellos turismos que cumplan con los requisitos de baja emisión (La Vanguardia, 2015).

3.3. Tecnológicos

La principal limitación de los vehículos eléctricos es la batería, puesto que dependen de la capacidad y autonomía de la misma. Con el paso del tiempo, la autonomía de los coches eléctricos ha ido aumentando, pero todavía es limitada a la energía contenida en la batería. La duración de la carga depende, asimismo, de la velocidad de circulación, el estilo de conducción, el peso que soporta el vehículo, el terreno y otros servicios como el aire acondicionado. Por otro lado, otra desventaja que presenta la batería es que necesita mucho tiempo para cargarse, si bien esto depende del tipo de punto de recarga que se utilice (Un-Noor et al, 2017). No obstante, también existe la posibilidad de cambiar la batería descargada por otra totalmente cargada en lugar de recargarlas, lo que supone un ahorro de tiempo al no tener que esperar a que la batería se cargue completamente. Los datos muestran, sin embargo, que un 61% de los españoles prefiere cargar la batería antes que cambiarla, frente a un 39% que se inclinaría por la segunda opción (Accenture, 2011). En cualquier caso, hay que tener en cuenta que, de acuerdo con datos de Eurostat, en la Unión Europea en 2007, cuatrocientos sesenta millones de ciudadanos realizaron un total de tres trayectos diarios que suponen un total de veintisiete kilómetros en coche al día. En España, los datos se muestran similares o incluso inferiores. Por tanto, el vehículo eléctrico parece cubrir las necesidades diarias de sus conductores, aún con las limitaciones que presenta, puesto que, en trayectos de esta distancia, la autonomía no supondría ningún problema (Santamarta, 2009).

En cuanto a los puntos de recarga, podemos distinguir distintos tipos de carga según el lugar en el que se encuentren (AEDIVE, citado por El País, 2017):

- ❖ En primer lugar, encontramos la carga vinculada, que es aquella que se realiza en una plaza de garaje privada, con una potencia de hasta 7,5 kW y que puede llegar a costar entre veinte y veintitrés euros al mes.
- ❖ Por otro lado, está la carga de oportunidad que se lleva a cabo en puntos de destino como pueden ser el lugar de trabajo, una vía pública o en infraestructuras del sector terciario como restaurantes y centros comerciales. Alcanza una potencia de entre 2,3 y 22 kW y puede ser gratuita o de pago.
- ❖ Por último, los puntos de carga rápida son aquellos ubicados en gasolineras aparcamientos y en la vía pública, capaces de recargar el 80% de la batería en veinte minutos, en comparación con los puntos de carga lenta que pueden tardar entre seis y ocho horas. La potencia que alcanzan es superior a los 50 kW y el precio oscila en función de tiempo de carga y de los kW consumidos, pero suele rondar los cinco o seis euros por cien kilómetros.

En España, había un total de 2.137 puntos de recarga en enero de 2017, de los cuales únicamente doscientos sesenta son de recarga rápida, frente a los ochocientos de Francia y los dos mil trescientos de Reino Unido (El País, 2017). Por su parte, en Japón el número de puntos de carga públicos y privados alcanzó los cuarenta mil en 2016 (Gutiérrez, 2017). No obstante, la ayuda para la instalación de puntos de carga del plan MOVALT parece indicar que su número se incrementará próximamente. Asimismo, el Ayuntamiento de Madrid ha prometido incorporar quince puntos de carga rápida y semirrápida para el año 2020 (El País, 2017).

El principal inconveniente para la instalación de puntos de carga es, por un lado, el alto coste de la energía, especialmente debido al reducido número de usuarios que hace difícil rentabilizar estos espacios. Asimismo, aquellas empresas que quieren disponer de esta instalación deberán incluir en los estatutos de la empresa la compra y venta de energía

como una actividad propia, lo que provoca que muchas compañías no lo hagan por temor a no cumplir dicho requisito y tener que regalar la carga (El País, 2017).

Por otro lado, a través de la tecnología V2G (Vehicle to Grid) el propietario del vehículo puede vender la energía acumulada en la batería del coche en horas punta, cuando la electricidad resulta más cara. Para ello, el coche deberá almacenar energía en aquellas horas en que resulte más barata, es decir, en horas valle (Ceña y Santamarta, 2009). Es un sistema todavía en periodo de prueba y solo algunos países como Reino Unido o Dinamarca están probando la viabilidad del sistema. Asimismo, precisa del desarrollo de una legislación, todavía carente en España. En Dinamarca, han sido Nissan, la compañía eléctrica Enel y la sociedad californiana Nuvve las que se han asociado para crear el primer centro mundial en utilizar esta tecnología que, de acuerdo con Nissan, podría suponer un beneficio de hasta mil trescientos cincuenta euros anuales para el propietario del vehículo. Esto es así porque las compañías eléctricas comprarían la energía sobrante a los usuarios de coches eléctricos a cambio de un precio y luego la usarían como apoyo para solventar posibles caídas en la red eléctrica. De esta forma, de acuerdo con David Barrientos (2017, citado por El País, 2017), el portavoz de movilidad inteligente de Nissan, “las compañías eléctricas optimizarían sus costes, aumentarían el ratio de uso de la electricidad y reducirían el gasto de las energías renovables” (El País, 2017).

En cuanto a la iniciativa privada, existen una serie de empresas que han puesto en marcha proyectos de interés para las ciudades. Así, Iberdrola dispone del Plan Movilidad Verde y del Proyecto Electric Powered Vehicle, con el fin de impulsar la introducción de este medio de transporte en el ámbito urbano. Por otro lado, la eléctrica Endesa ha participado en el Proyecto Smartcity, que incide en el desarrollo tecnológico del vehículo eléctrico, así como en la instalación de puntos de recarga rápida (IDAE, 2011).

Finalmente, los coches eléctricos no tienen caja de cambios ya que los motores eléctricos, generalmente, operan a mayores revoluciones que los térmicos. Poseen, no obstante, un grupo reductor que sirve para reducir el número de vueltas del motor. Actualmente, existen cajas de cambios destinadas a vehículos eléctricos, que suponen un aumento de la

eficiencia al tiempo que permiten reducir el consumo energético (García, 2015). Tampoco necesita embrague ni marcha atrás, ya que esta se genera a través de un inversor de corriente (Alguacil, 2016).

3.4. Otros

Con el objetivo de fomentar el uso y adquisición de vehículos eléctricos, determinados Ayuntamientos de España están instaurando diferentes medidas que suponen una discriminación positiva. En primer lugar, en Barcelona pueden estacionar sin coste alguno en zonas reguladas como el Área Verde y el Área Azul, pueden circular por el carril bus-VAO y algunos municipios están ofreciendo recargas gratuitas en la vía pública de manera transitoria (Live, sin fecha). Seguidamente, en Madrid pueden aparcar en plazas verdes y azules (Servicio de Estacionamiento Regulado) sin limitación temporal cuando alguna norma no establezca lo contrario, previa autorización “Cero Emisiones”. Esta autorización también incorpora el libre acceso a áreas de prioridad residencial, como el barrio de las Letras, y amplía el horario de carga y descarga en dos horas para vehículos industriales y comerciales. Asimismo, están autorizados para circular por el carril bus-VAO y se les permite el tránsito por la ciudad durante episodios de alta contaminación (Movilidad eléctrica Madrid, 2015). Por su parte, La Coruña ha instalado quince puntos de carga en plazas de estacionamiento de la zona azul reservadas para coches eléctricos y sin coste alguno. En Málaga y Sevilla tiene acceso al Centro Histórico sin ningún tipo de limitación. Finalmente, en Tenerife, se han instalado puntos de recarga gratuitos (E-Move, sin fecha).

Por último, existe una ventaja para las empresas en cuanto a su Responsabilidad Social Corporativa, ya que cada vez son más las exigencias que estas políticas contienen. Por tanto, si las sociedades comenzasen a utilizar vehículos eléctricos para contribuir a la reducción de gases de efecto invernadero, estarían construyendo una imagen de sostenibilidad y compromiso con el medio ambiente, lo cual repercutiría en la opinión de la sociedad (Cestau, 2014).

3.5. Nuevos problemas

El auge del vehículo eléctrico puede provocar la generalización de nuevos problemas si no se insta una legislación eficaz y se acompaña de medidas que impulsen los beneficios de estos automóviles.

Si no se gestiona correctamente y se acude a fuentes de energía renovables, la electricidad necesaria para cargar el coche eléctrico puede generar mayores niveles de contaminación que los coches de combustión interna. De esta forma, una mayor demanda de electricidad llevaría a aquellos países defensores de la energía nuclear a relanzar su consumo, si bien se trata de un recurso limitado. Conllevaría, asimismo, una sobreexplotación de materias primas y generaría problemas de residuos si las baterías no se reciclan correctamente. Otro inconveniente es que el número de automóviles aumente en lugar de sustituir los vehículos de combustión por sus semejantes eléctricos, lo que acentuaría la sobreexplotación de recursos naturales para hacer frente a una mayor cantidad de vehículos, cuya estimación para 2050 es de tres mil millones de automóviles en el mundo, en comparación con los ochocientos millones presentes actualmente. Finalmente, puede surgir una percepción de que el aumento de coches eléctricos conlleva una mayor limpieza y producirse un efecto rebote en el que la población utilice de forma más habitual del coche en lugar de acudir al transporte público, generando atascos y consumiendo mayores cantidades de energía (Irurzun y García, 2009).

4. SITUACIÓN EN EUROPA

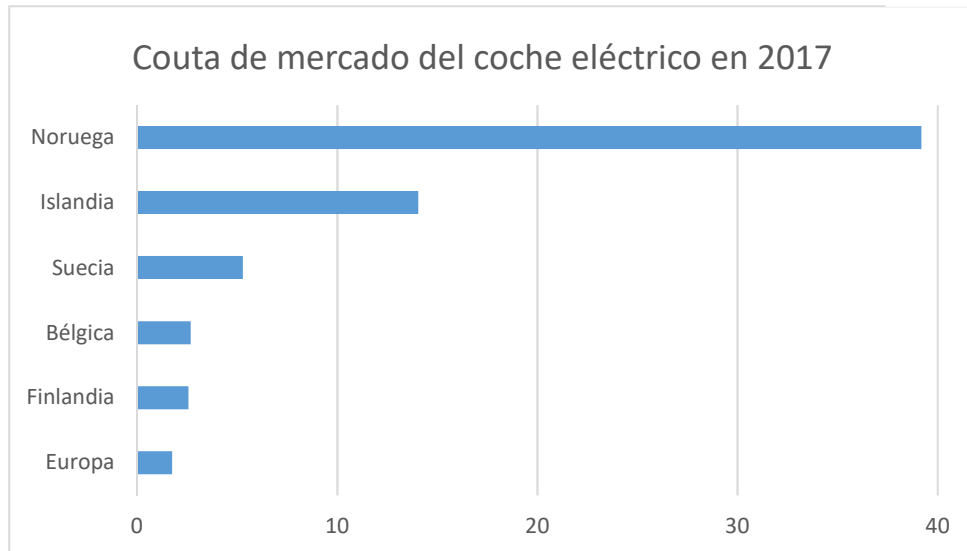
A continuación, se analizarán las condiciones en las que se encuentra el vehículo eléctrico en los países de la Unión Europea, prestando especial atención a aquellos en los que se estén implementando medidas favorables que busquen la implantación definitiva del coche eléctrico.

La Unión Europea se ha centrado principalmente en el desarrollo de motores eléctricos, dejando a un lado la fabricación de baterías. No obstante, se encuentra en una buena posición competitiva respecto a otros países pioneros como Estados Unidos o países asiáticos. De esta forma, Alemania se sitúa a la cabeza de la producción europea, de acuerdo con el informe “Competitiveness of the EU Automotive Industry in Electric Vehicles” elaborado por la Universidad de Duisburgo-Essen. La compañía que lidera la producción de componentes electrónicos es el grupo Bosch, aunque también destacan el grupo Continental, Siemens e Infineon (Sanz, 2015).

En cuanto a las ventas, se mantiene una tendencia de crecimiento, donde Francia lidera las ventas de eléctricos puros y Reino Unido las de híbridos enchufables, superando las doscientas mil matriculaciones en Europa. En 2017, se vendieron ciento cincuenta mil coches eléctricos puros, lo que supone un crecimiento del 43,9% respecto al año anterior. Es en Holanda donde más se ha notado este incremento puesto que ha alcanzado el 97,5%, con una cuota de mercado del 1,73%, lo que lo convierte en el segundo país europeo en penetración de mercado. Por su parte, en unidades vendidas, Noruega se sitúa en primera posición con 33.791 coches matriculados (incremento del 35,9%); en segundo lugar, se encuentra Francia con un crecimiento de 13,2%, esto es, 30.291 registros; seguidamente, Alemania alcanza los 28.493 vehículos, duplicando los resultados de 2016; por último, en Reino Unido se han registrado 14.681 coches nuevos, lo que supone un crecimiento del 30%. La suma de las ventas de estos cinco países representa el 70% de los coches eléctricos puros vendidos en Europa en 2017 (Movilidad, eléctrica, 2018).

Noruega es el país con mayor cuota de mercado, próximo al 40%, seguido de los principales países escandinavos, si bien en menor medida, como se muestra a continuación:

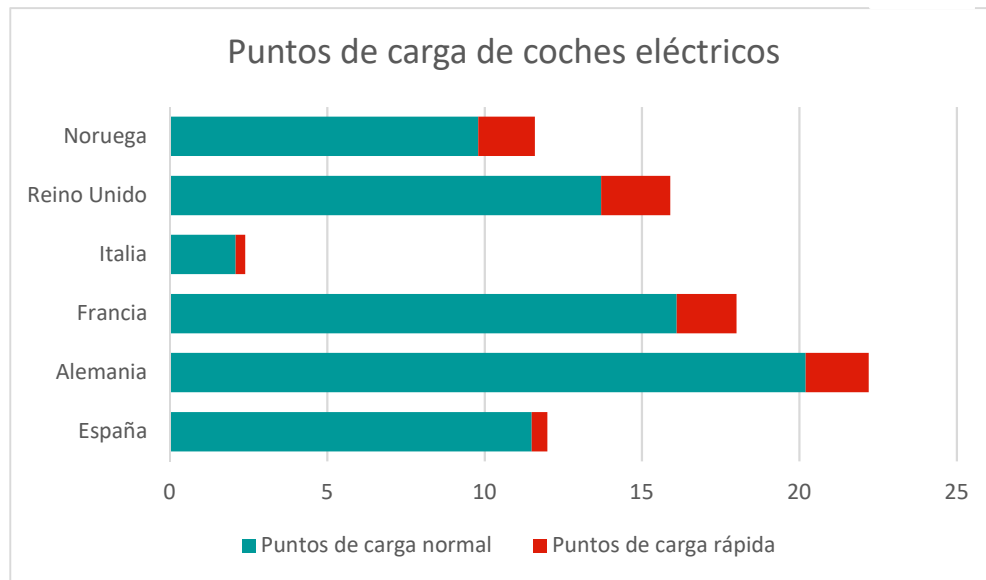
Gráfico 2



Fuente: EAFO, 2017

La causa de que el coche eléctrico esté tan extendido en Noruega son los incentivos económicos que ofrece el gobierno, ya que, por ejemplo, no pagan tasas de circulación ni peajes al igual que no pagan por aparcar. Igualmente, están autorizados para circular por el carril bus y pueden viajar en los barcos que atraviesan los fiordos noruegos sin coste adicional. Sin embargo, en cuanto a puntos de recarga, es Alemania el país que más tiene, superando los veinte mil frente a los cerca de diez mil de Noruega, del total de ciento veinte mil puntos de carga que existen en la Unión Europea (Europa Press, 2017).

Gráfico 3



Fuente: EAFO, citado por Europa Press, 2017

Por otro lado, en Dinamarca e Israel se llevó a cabo una iniciativa denominada *Better Place* destinada a aumentar la autonomía del coche eléctrico. Se trataba de una sociedad de capital riesgo, nacida en California en 2007, que permitía cambiar la batería descargada del vehículo eléctrico en estaciones de recarga a través de un sistema de suscripciones. A pesar de haber firmado acuerdos con compañías como Renault o Nissan, la empresa quebró en 2013 debido a problemas financieros derivados de una mala gestión. No obstante, esto no ha perjudicado la iniciativa privada y los fabricantes europeos están realizando acuerdos de colaboración con otras empresas para mejorar su competitividad (Sanz, 2015). A modo de ejemplo se muestran los siguientes:

Tabla 2

ASOCIACIONES ENTRE EMPRESAS

Compañías Asociadas	Países	Objetivo	Tipo de colaboración
PSA y General Electric	Francia y Estados Unidos	Desarrollar la oferta de movilidad eléctrica para los clientes corporativos	I+D

Toyota y BMW	Japón y Alemania	Tren eléctrico, componentes ligeros y motores convencionales	I+D Producción
Renault y Continental	Francia y Alemania	Continental produce motores y la electrónica de potencia para los vehículos de Renault	Producción
BMW y Siemens	Alemania	Desarrollo de recarga por inducción	I+D
Ibil, Opel, PSA y Renault	Alemania, Francia y España	Ibil se encarga de los puntos de recarga y la infraestructura eléctrica en colaboración con las empresas automovilísticas	Producción

Fuente: Sanz (2015: 31-32)

En cuanto a las medidas adoptadas por la Unión Europea para fomentar el uso y adquisición de vehículos eléctricos, la Comisión Europea ha presentado un paquete de movilidad que contiene diferentes objetivos para acelerar la transición hacia vehículos de bajas y cero emisiones. Así, en virtud del Acuerdo de París para evitar el cambio climático, la principal finalidad es la de reducir las emisiones de CO₂ en un 40% para 2030. El paquete de movilidad contiene los siguientes documentos (Comisión Europea, 2017):

- ❖ En primer lugar, dispone de nuevas normas sobre emisiones de CO₂ que buscan favorecer la puesta en el mercado de vehículos de bajas emisiones ayudando a los fabricantes con objetivos específicos para 2025 y 2030.
- ❖ Asimismo, dispone de un plan de actuación y de inversiones para el despliegue de la infraestructura para los combustibles alternativos.
- ❖ Por último, consta de una serie de Directivas, a saber:

- Directiva sobre vehículos limpios para promover las soluciones de movilidad limpia en las licitaciones públicas.
- Directiva sobre servicios de transporte de pasajeros en autocar, que busca fomentar la instauración de una red de autobuses de larga distancia en toda Europa con el fin de reducir las emisiones contaminantes y la congestión de carreteras.
- La revisión de la Directiva del transporte combinado para el transporte de mercancías.

De esta forma, ochocientos millones de euros se invertirán en la instalación de puntos de carga de coches eléctricos en los países que son parte de la Unión Europea. Por otro lado, doscientos millones de euros están destinados a la innovación y desarrollo de baterías y nuevos modelos (Maldonado, 2017).

Otro tipo de iniciativa europea, menos reciente, es el Acuerdo de Implementación para vehículos híbridos y eléctricos de 1993 para difundir información relacionada con este tipo de automóviles. Elaborado por un grupo de trabajo de la Agencia Internacional de Energía, presenta entre sus objetivos mejorar la calidad del aire, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del sector transporte, disminuir la dependencia de los combustibles fósiles y aumentar la eficiencia energética de los vehículos. Asimismo, la asociación europea AVERE (European Association for Battery, Hybrid and fuel cell electric vehicles) fundada en 1978, tiene el propósito de promocionar el uso de coches híbridos y eléctricos mediante la promoción y el networking, la monitorización, la participación en proyectos europeos e internacionales y la investigación y el desarrollo. Por otro lado, la Iniciativa del Vehículo Eléctrico (EVI), ofrece un foro para la cooperación mundial en el desarrollo y despliegue de vehículos eléctricos con el fin de que en 2020 haya en el mundo veinte millones de vehículos eléctricos. Finalmente, la Iniciativa Europea de Coches Ecológicos busca que el sector del transporte sea más respetuoso con el medio ambiente y competitivo internacionalmente, de forma que, en 2020, el 20% de los vehículos europeos sean híbridos o eléctricos (IDAE, 2012).

5. COMPARATIVA CON EL COCHE DE COMBUSTIÓN INTERNA

En primer lugar, como se ha señalado anteriormente, la eficiencia del motor eléctrico es superior a la del motor de combustión. En este tipo de vehículos, la energía se obtiene mediante la quema del combustible para transformar la energía química en energía mecánica que mueva el coche. El problema radica en que no es posible convertir toda esa energía térmica en trabajo ya que hay un porcentaje de la misma que se acaba perdiendo. En consecuencia, la eficiencia de los motores de combustión queda limitada a un 25% o 30%, puesto que el resto de la energía se esfuma en forma de calor a través de la calefacción o el tubo de escape, entre otros. Esto se traduce en una pérdida de combustible, de forma que de cada cuatro litros que consume el vehículo, tres de ellos no se aprovechan eficientemente y solo uno sirve para ponerlo en circulación. Por el otro lado, la eficiencia del coche eléctrico se sitúa en el 95% al eliminar el proceso de combustión interna (Mártil, 2017).

Asimismo, se han destacado los beneficios que supondría para el medio ambiente la proliferación de automóviles eléctricos, mejorando la calidad del aire y eliminando la contaminación acústica. Resultan especialmente beneficiosos para aquellas ciudades que poseen cascos históricos protegidos y centros urbanos peatonalizados, donde las vibraciones y el ruido que emiten los coches de gasolina son especialmente dañinos (IDAE, 2011). Además, ciudades como Madrid o Barcelona están valorando la posibilidad de prohibir la circulación de coches con más de quince años de antigüedad, especialmente si son diésel, debido a los altos niveles de contaminación que emiten (Sabaté, 2017).

La expansión del vehículo eléctrico proporcionaría, además, nuevas oportunidades para la industria, no solo en el sector del transporte, si no también en aquellas actividades relacionadas con las TIC y equipos electrónicos, aumentando su valor añadido (MINETAD, 2010). De esta forma, se produciría la aparición de nuevos nichos de actividad relacionados con la instalación y reparación de puntos de carga y gestión de infraestructuras avanzadas, además de favorecer a aquellos negocios dedicados a la

distribución y comercialización del vehículo eléctrico (IDAE, 2011). Otra ventaja del coche eléctrico son las numerosas ventajas fiscales que se están llevando a cabo, tanto a nivel autonómico como estatal. Hay que destacar, por otro lado, la comodidad que supone conducir un coche eléctrico frente a uno de combustión, ya que el eléctrico prescinde del embrague y de la caja de cambios, haciendo que la conducción resulte más sencilla.

Sin embargo, el coche tradicional sigue manteniendo su hegemonía en tres puntos esenciales, como son: la autonomía, el tiempo de recarga o de repostaje y el coste (Ceña y Santamarta, 2009).

Comenzando con la autonomía, en vehículos conocidos como el Nissan Leaf, las baterías disponen de una autonomía limitada de casi cuatrocientos kilómetros, alcanzando los seiscientos kilómetros en modelos de alta gama de Tesla como el nuevo Model S P100D. Por el contrario, el vehículo de combustión interna dispone de una mayor autonomía, llegando incluso a superar los mil kilómetros. Es importante recordar, sin embargo, que la autonomía del coche eléctrico ha ido evolucionando desde el nacimiento de este, incrementándose hasta doce veces para llegar a los niveles actuales (ABC, 2017), lo que hace pensar que la innovación tecnológica no tardará en solucionar este problema.

Relacionado con la autonomía se encuentra el tiempo de carga. De esta forma, si se incrementa la autonomía de los automóviles, será necesario parar menos veces a recargar en un mismo trayecto, si bien el tiempo de recarga dependerá del punto de carga a utilizar y siempre será más rápido repostar un coche de gasolina, que apenas tarda unos minutos.

En cuanto al coste, dejando a un lado el precio de la batería, el coche eléctrico resulta más económico que el de gasolina, ya que los costes operativos y de mantenimiento son menores (Bergera, 2014). Asimismo, el desgaste es menor debido a la ausencia de vibraciones o sobrecalentamientos, entre otros (Sabaté, 2017). Atendiendo al coste total, los vehículos de combustión son más baratos, existiendo modelos que rondan los diez mil euros, mientras que un coche eléctrico como el Nissan Leaf ronda los treinta mil euros y

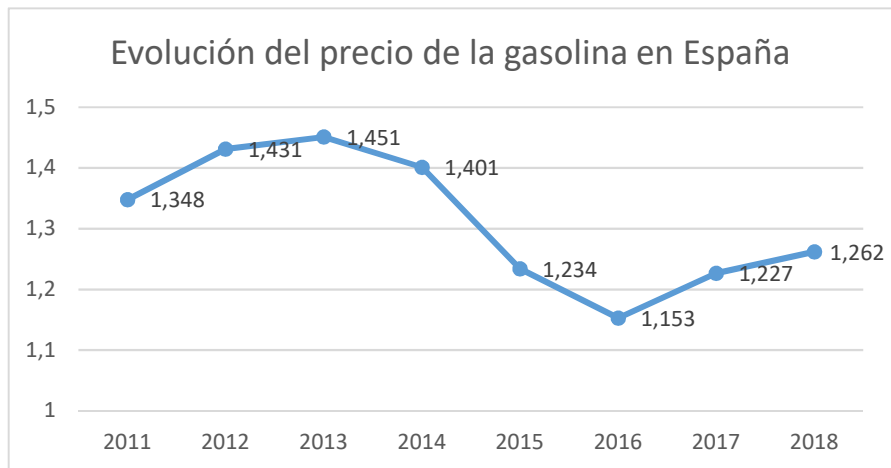
el modelo estándar de Tesla ronda los setenta mil euros. Sin embargo, Tesla está preparando para 2019 el lanzamiento en Europa de su modelo más económico, el Tesla Model 3, que tendrá un precio inicial de treinta y cinco mil euros, aproximadamente (García, 2018).

Una posible alternativa para evitar los altos precios del automóvil eléctrico sería lo que se conoce como *carsharing*. A través de este sistema, el usuario alquila el coche y paga en función del tiempo de uso. A modo de ejemplo, en Madrid hay actualmente mil seiscientos coches de *carsharing* pertenecientes a diversas empresas como Car2go, Emov o Zity. De acuerdo con la asociación AEDIVE (2018), cada coche de *carsharing* elimina entre diez y quince vehículos privados, lo que también supone un beneficio para el medio ambiente y ayuda a reducir el tráfico.

También hay que tener en cuenta en referencia con el coste el precio de la gasolina y de la electricidad. Respecto al primero, el precio medio se sitúa en los 1,21 euros, pasando a 1,08 euros para el caso del diésel. Si consideramos que en ciudad un coche consume alrededor de ocho litros a los cien kilómetros, cada kilómetro costaría sobre 0,10 euros. En términos de electricidad, tomando como base que el coche tarda nueve horas en cargar, aproximadamente, a un precio medio de 0,08225 €/kWh durante las horas valle, la carga completa costaría unos 2,23 euros de media, lo que supone un coste de 0,013 euros por cada kilómetro recorrido. En conclusión, la diferencia es de 0,087 euros. Por otro lado, el coste de la electricidad durante horas supervalle ronda los 0,063966 €/kWh, por lo que el precio final resultaría más barato. Por último, habría que añadir los impuestos sobre la electricidad y el IVA, pero el resultado final seguiría favoreciendo al vehículo eléctrico (Factor Energía, 2017).

En cuanto a la evolución de los precios de la gasolina, los datos parecen indicar que la tendencia alcista se mantendrá en los próximos años.

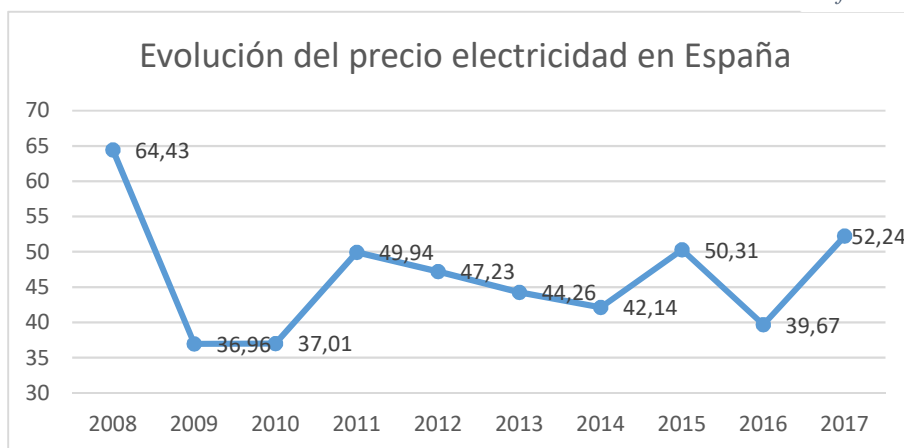
Gráfico 4



Fuente: adaptado de Diesel o Gasolina (2018)

Por otro lado, la evolución de la electricidad se muestra más voluble:

Gráfico 5



Fuente: Page D. (2018)

Igualmente, el escándalo dieselgate ha expuesto los altos niveles de contaminación de los coches que funcionan con diésel, demostrando que cuando más nuevo es un coche de este tipo, más se aleja de las emisiones máximas permitidas, haciendo necesaria la introducción de todo tipo de filtros para garantizar la reducción de la contaminación. Estos filtros obligan a rediseñar la configuración de los coches diésel debido al tamaño de los mismos, además de suponer un aumento del precio en, al menos, ochocientos euros adicionales (Sabaté, 2017).

En cuanto a las baterías, presentan otros problemas diferentes de su coste, como el peso o la vida útil de las mismas. Comenzando por el factor económico, el coste de la batería constituye aproximadamente la mitad del coste de los vehículos eléctricos (Ortega, 2017). Si tomamos como punto de referencia el Nissan Leaf, la batería en 2010 tenía un precio inicial de mil dólares (unos ochocientos euros) por cada kWh, lo que suponía unos veinte mil dólares en total, es decir, alrededor de dieciséis mil euros (Noya, 2017). Sin embargo, actualmente existe una tendencia a la baja que, de acuerdo con un informe realizado por McKinsey & Company, podría rebajar los precios hasta los 190\$/kWh (154€) a finales de esta década llegando incluso a los 100\$/kWh (80€) en 2030. Existe, no obstante, otro informe redactado por Ward's Auto que establece que, debido a la velocidad a la que están cayendo los precios, podrían alcanzar los 100\$/kWh en el año 2020. De esta forma, si el coste de las baterías alcanzase los 100\$/kWh, el precio de un coche eléctrico se equipararía al de uno de combustión, aunque de acuerdo con el Departamento de Energía de Estados Unidos sería suficiente con alcanzar los 125\$/kWh. Con este descenso en el coste de las baterías, las ventas de vehículos eléctricos se incrementarían, alcanzando un crecimiento de incluso un millón de unidades al año en Estados Unidos. Actualmente, el fabricante de coches estadounidense Tesla dispone de baterías a un precio inferior de 190\$/kWh, esto es, sobre 154€ (Movilidad Eléctrica, 2017).

En cuanto a la vida útil, hay que decir, en primer lugar, que el envejecimiento de la batería conlleva una pérdida de capacidad de almacenamiento. Dicho esto, las baterías de litio tienen una duración aproximada de tres mil ciclos de carga, teniendo en cuenta que el coche debe cargarse cada seis o siete días para el caso de automóviles con una autonomía de doscientos kilómetros y que realizan recorridos diarios de treinta kilómetros (IDAE, 2011). En cualquier caso, una vez agotada su vida útil, la batería puede reutilizarse para almacenar energía eléctrica proveniente de energías renovables para uso doméstico, si bien todavía se trata de un proyecto experimental. La vida de las baterías terminaría, finalmente, con el reciclaje de las mismas (Fernández, 2017).

Por último, el peso de las baterías este es superior al de los vehículos de combustión. A modo de ejemplo la batería del Tesla Roadster se encuentra en los cuatrocientos cincuenta kilogramos, frente a los trescientos kilogramos que suele pesar un motor de combustión. Asimismo, pierden eficiencia cuando deben trabajar a bajas temperaturas, a diferencia de los vehículos de combustión, que pueden rendir eficientemente tanto a bajas como a altas temperaturas (Vendrell, 2017).

Otro problema que se plantea es la disponibilidad de las reservas de litio, material del que están compuestas las baterías eléctricas no solo de estos automóviles, si no también de móviles y ordenadores portátiles. Existe una discusión acerca de si habrá suficientes reservas de este material para hacer frente a las exigencias del mercado si el vehículo eléctrico llega a imponerse. Las reservas de litio conocidas alcanzan los veinte millones de toneladas, encontrándose la mayor reserva en Bolivia (40%) y un coche eléctrico necesita, de media, 8,25 kilos de litio. No obstante, existen alternativas en caso de que las reservas de litio lleguen a agotarse, como el zinc (Ceña y Santamarta, 2009). Sin embargo, el petróleo sí es un bien escaso, que en un futuro podría resultar insuficiente para hacer frente a las demandas de la población.

Existen otros tipos de baterías que se están utilizando en los vehículos eléctricos. De esta forma, además de la batería de litio existen (Ceña y Santamarta, 2009):

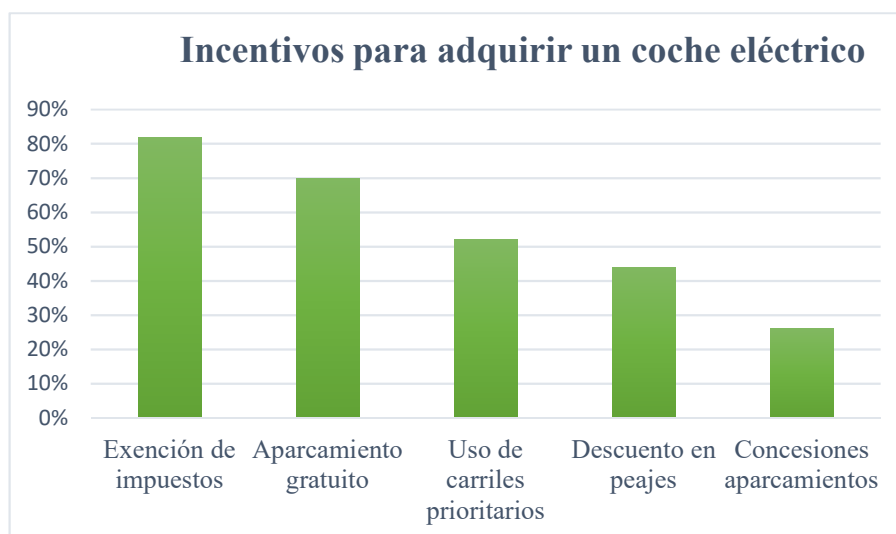
- ❖ La batería de plomo-ácido son las más antiguas, por lo que su volumen y peso es mayor que en el resto, pero son más baratas y duran más tiempo. Asimismo, su tasa de reciclaje supera el 90%. Como inconveniente, para alcanzar una autonomía de cincuenta kilómetros con una velocidad punta de 70 km/h, la batería deberá superar los cuatrocientos kilogramos de peso.
- ❖ La batería de níquel cadmio está prohibida en la Unión Europea debido a la toxicidad que caracteriza el cadmio.
- ❖ La batería de níquel-hidruro metálico presenta similitudes con la anterior, pero no es tóxica, por lo que genera un menor impacto ambiental. Así, su capacidad de almacenaje es entre dos y tres veces superior a la de níquel cadmio.

- ❖ Por último, se encuentran las baterías Zebra que presentan el gran inconveniente de que operan a temperaturas especialmente altas (entre los 272° y 350°), por lo que tienen que estar correctamente aisladas.

En el caso de las baterías de níquel existe otro inconveniente adicional, el cual se creía ausente en las baterías de litio hasta su descubrimiento en laboratorios de Toyota. Se trata del efecto memoria, que reduce la cantidad de energía almacenada con el paso del tiempo, al igual que hace más difícil establecer el estado de carga de forma fiable. Este efecto tiene su origen en la caída que sufre el voltaje de funcionamiento de la batería con el tiempo, a causa de ciclos incompletos de carga y descarga (Europa Press, 2013).

Se está estudiando, además, la posibilidad de introducir baterías en estado sólido, una evolución de la batería de iones de litio que elimina el riesgo de que se incendien. Además, aumenta la densidad de carga, por lo que su capacidad para acumular energía aumenta hasta tres veces en comparación con la de litio y el tiempo de carga se reduce a menos de una hora. Otra ventaja que presenta es que puede operar en ambientes con temperaturas de hasta veinte grados bajo cero. Así, la empresa Toyota estima que en el año 2022 podría lanzar la mercado el primer coche eléctrico con batería en estado sólido (Murias, 2017).

En cuanto a la opinión pública, el principal aliciente por el que se inclina la población a la hora de escoger entre un coche eléctrico o uno de gasolina es la exención de impuestos. También influyen factores como el aparcamiento gratuito, el uso de carriles prioritarios y el descuento en los peajes. Por último, el incentivo menos elegido son las concesiones sobre la ubicación del aparcamiento (Accenture, 2011). Los datos se muestran a continuación:



Fuente: Elaboración propia con datos de Accenture (2011)

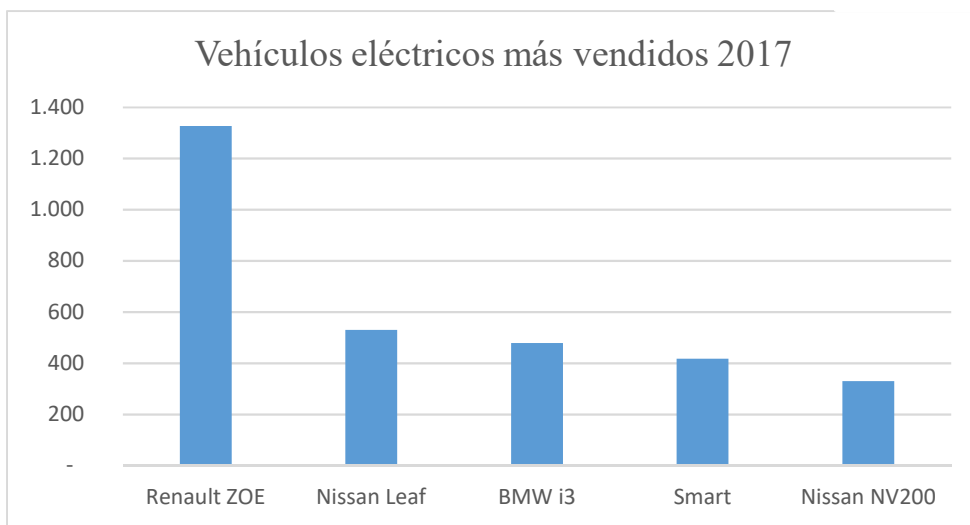
Hacemos así referencia a otro inconveniente para la instauración del coche eléctrico que apenas suele tenerse en consideración. Se trata de la barrera de la aceptación social, que se corresponde con la deficiente información de la que disponen los consumidores y usuarios sobre las prestaciones que ofrecen estos automóviles, lo que supone un gran impedimento para su expansión. Por ello, resulta especialmente necesario que tanto las Administraciones como las empresas automovilísticas que incluyen estos vehículos en su oferta, realicen campañas de difusión para informar a la población sobre los beneficios que presentan y sobre las ayudas que existen para su adquisición y uso (IDAE, 2011).

Finalmente, es necesario destacar que tanto el diésel como la gasolina verán su demanda reducida en el medio plazo. Comenzando por el diésel, además de la imagen de contaminación que lleva aparejada, no va a disponer de incentivos fiscales en el futuro, por lo que tanto oferta como demanda ha decrecido en el último año. De esta forma, la compañía Volvo ha sido la última en anunciar que ya no fabricará más coches diésel, tal y como hizo Renault a comienzos de 2017. Asimismo, Volkswagen, tras el escándalo por las emisiones contaminantes, prevé reorientar aquellos puestos de trabajo dedicados a la fabricación de coches diésel hacia la producción de vehículos eléctricos. Por otro lado, la gasolina cada vez será más cara debido a su limitada oferta (Sabaté, 2017).

5.1. Ejemplo práctico

Tomando como punto de partida dos modelos concretos de vehículos, se exponen, a continuación, los datos de ambos para clarificar la situación actual del mercado. En el lugar del coche eléctrico se sitúa el Renault ZOE, que ha sido el coche eléctrico más vendido en España con amplio margen de diferencia, de acuerdo con los siguientes datos:

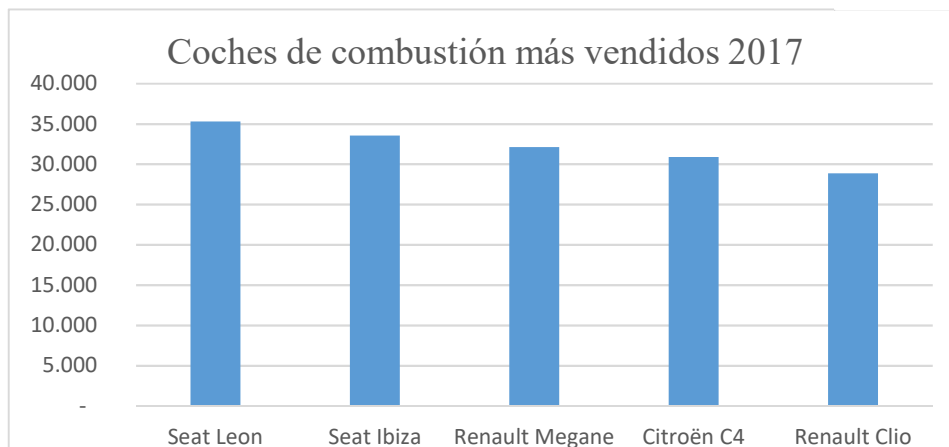
Gráfico 7



Fuente: adaptado de Sanz J. (2018)

En cuanto al vehículo de combustión, se encuentra un modelo de la misma marca que el anterior, esto es, el Renault Megan. Este es el tercer coche de motor de combustión más vendido en España en 2017, por detrás del Seat León y del Seat Ibiza, como se muestra a continuación:

Gráfico 8



Fuente: adaptado de Fernández P. (2018)

A continuación, se muestra una tabla con las diferentes características de ambos modelos con el objetivo de reflejar una imagen fiel que permita realizar una fácil comparación y una elección sencilla. Comenzaremos por datos básicos como el precio o la autonomía, para pasar a datos más complejos como pueden ser el consumo energético.

Tabla 3

COMPARATIVA RENAULT ZOE Y RENAULT MEGANE

	RENAULT MEGANE	RENAULT ZOE
PRECIO	13.990€	21.200€
AUTONOMÍA	758 km	300 km en verano 200 km en invierno
EMISIONES CO₂/KM	120g	0g
CONSUMO	5,4l/100km ¹	14,6kWh/100km
POTENCIA	100 cv	92 cv
VELOCIDAD MÁXIMA	182 km/h	135 km/h
0 A 100 KM	12,3 s	13,2 s

Fuente: elaboración propia con datos actuales

¹ 5,4 litros de gasolina equivalen a 50,11 kWh. En el otro sentido, 14,6 kWh son 1,57 litros de gasolina

En cuanto a los costes, serán mayores en el caso del Renault Megane ya que requiere un mayor mantenimiento. A modo ejemplificativo, se muestra una estimación de los costes de ambos coches en un plazo de cinco años para un vehículo que recorre veinte kilómetros diarios, por lo que en cinco años habrá recorrido 36.500 km. Así, el coche de combustión tiene, en primer lugar, unos costes propios derivados del sostenimiento del motor, que se pueden estimar de la siguiente forma:

Tabla 4

COSTES DE MANTENIMIENTO		
	RENAULT MEGANE	RENAULT ZOE
Cambio de aceite y de filtro cada 20.000 km	90€	X
Cambio del filtro del aire cada 10.000 km	26€ x 3 = 78€	X
Cambio del filtro del carburante cada 60.000 km	Todavía no procede	X
Cambio líquido de frenos y refrigeración cada dos años	(57€ + 40€) x 2 = 194€	194€
Cambio de pastillas de freno cada 20.000 km	123€	123€
Cambio de la correa de distribución cada cinco años	400€	X
Sustitución anual filtro habitáculo	45€ x 5 = 225€	225€
Cambio batería	80€ (en caso de avería o cada 4 años)	6.000€ (en caso de avería)
Cambio de ruedas (en su caso)	466€	466€
Revisión mecánica	282€	46€
Total	1.938	1.054
Ahorro		884€

Fuente: elaboración propia con precios actuales

El ahorro que supone el coche eléctrico es de, aproximadamente, ochocientos ochenta euros en un plazo de 5 años, sin incluir el cambio de batería en el coche eléctrico ni el coste del combustible. El valor de los costes de energía es el siguiente:

Tabla 5

COSTE DE LA ENERGÍA		
	RENAULT MEGANE	RENAULT ZOE
Precio	1,21€/l	0,08225 €/kWh
Coste 100 km	1,21 x 5,4 = 6,53€	0,08225 x 14,6 = 1,2€
Gasto diario (20 km)	1,3€	0,24€
Gasto mensual (600 km)	39,18€	1,44€
Gasto anual (7.300 km)	476,69€	105,12€
Gasto 5 años (36.500 km)	2.383,45€	525,6€
Ahorro		1.857,85€

Fuente: elaboración propia con precios actuales

El coche eléctrico proporciona un ahorro en el coste de la energía, en este caso de 1.857,85€ que, unidos al ahorro anterior nos proporciona un ahorro total del 2.741.85€.

Finalmente, destacar que el vehículo eléctrico tiene una bonificación del 75% en el Impuesto de Vehículos de Tracción Mecánica, por lo que en lugar de pagar 59€ que sería el importe a ingresar para el Renault Megane estudiado, el importe sería de 14,75€. Asimismo, deben tenerse en cuenta las bonificaciones en peajes de determinadas Comunidades Autónomas, así como la no sujeción al Impuesto de Matriculación. Por último, destacar las ayudas para la adquisición del vehículo eléctrico que ofrece el plan MOVALT.

6. EL FUTURO DEL COCHE ELÉCTRICO

El vehículo eléctrico está considerado como el coche del futuro, si bien es necesario que se den algunos cambios para facilitar su introducción en la sociedad, como las infraestructuras de recarga, cuyo número deberá incrementarse especialmente en España, al igual que el tiempo de recarga, el cual deberá reducirse para dotar al coche eléctrico de mayor flexibilidad y competitividad. Un componente adicional que se debe mejorar son las baterías, que deberán aumentar su autonomía, así como reducir costes y peso. Otro punto a favor del automóvil eléctrico para que se imponga en el futuro es, como ya se ha dicho, la tendencia alcista de los combustibles fósiles.

De esta forma, se espera que el número de vehículos eléctricos vendidos en 2030 sea superior al de coches de combustión. Así, aquellos países con altos niveles de industrialización y contaminación como pueden ser Estados Unidos, Canadá, Japón o Alemania ya han establecido una serie de objetivos para hacer frente a la emisión de gases de efecto invernadero procedentes del sector del transporte (García, 2015).

Por otro lado, la empresa de hidrocarburos Cepsa se muestra más pesimista respecto a la introducción del vehículo eléctrico. De esta forma, de acuerdo con un informe elaborado por la compañía, en 2030 se venderán alrededor de ciento seis millones de vehículos a nivel mundial, de los que un 59% continuarán siendo de motor de combustión interna. Asimismo, estima que para este año el total de automóviles presentes en todo el mundo será de mil quinientos millones, siendo el 85% de los mismos de combustión. Finalmente, el informe añade que en España el número de coches eléctricos no alcanzará el millón hasta el año 2030 (Patiño, 2017).

Sea como sea, estos cambios deben hacerse de forma paulatina, tal y como recomienda el grupo PSA, formado por la fusión de tres grandes compañías automovilísticas (Peugeot, Citroën y Opel). Por ello, los cambios deben producirse de forma pausada para que la industria sea capaz de asumirlos más fácilmente (Europa Press, 2017).

7. CONCLUSIONES

A la vista de los datos aportados, se puede concluir que, si bien el coche eléctrico presenta, actualmente, una serie de inconvenientes, estos se superarán en un futuro próximo. De esta forma, si se mejora la configuración de las baterías mediante el uso de otros materiales o bien desarrollo tecnológico, también se solucionarán los demás problemas que conlleva. Esto es, la producción de baterías con una mayor densidad que permitan acumular mayores niveles de energía generaría un aumento de la autonomía de las mismas permitiendo hacer trayectos más largos. Asimismo, el tiempo de carga caería. En cuanto al coste, el abaratamiento viene de la mano de la fabricación en serie que facilita la reducción de costes para los fabricantes. También influye el tipo de material utilizado para su creación. En cualquier caso, el alto precio de estos vehículos se compensa con el ahorro que generan en los años siguientes, además de otro tipo de beneficios como el medioambiental, para el que será necesario, no obstante, ampliar la utilización de energías renovables de forma que el impacto sea mayor.

El principal inconveniente es el reducido número de puntos de recarga existentes en nuestro país, lo que dificulta la realización de largos viajes a bordo de vehículos eléctricos. Superar este obstáculo está en manos de la Administración, que será la encargada de incentivar la instalación de puntos de carga públicos hasta que su número pueda, al menos, competir con el de las gasolineras. En ello influyen las diversas iniciativas europeas que buscan beneficiar la sostenibilidad medioambiental. No obstante, la población también puede apoyar dicho cambio empujando al Gobierno en esta dirección a través de un aumento en el número de coches eléctricos vendidos.

La evolución del mercado indica que la tendencia en el número de coches eléctricos vendidos se mantiene al alza, ya que el desarrollo de los mismos es cada vez mayor, especialmente gracias a la iniciativa privada de empresas como Tesla o el sistema de *carsharing* ya instaurado en muchas capitales europeas y que fomenta la difusión del vehículo eléctrico, especialmente entre la población más joven que muchas veces no dispone de un automóvil para circular por la ciudad.

Sin embargo, para que la expansión del coche eléctrico sea real y efectiva es necesario que se dé un cambio en la mentalidad de la sociedad, de manera que empiece a ver más allá del elevado coste del automóvil eléctrico, advirtiéndole los beneficios que puede suponer, no solo para el medio ambiente, si no también para la economía doméstica en el largo plazo. Además, como se ha señalado, el alto precio de este vehículo es tan solo una circunstancia que se superará en unos años. Pero, para ello, es esencial la actuación de los gobiernos, que deben establecer tanto incentivos fiscales, como ayudas a su adquisición, entre otro tipo de ventajas.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ABC (19 de diciembre de 2017). Los cinco coches eléctricos con mayor autonomía. Recuperado de http://www.abc.es/motor/reportajes/abci-cinco-coches-electricos-mayor-autonomia-201712191312_noticia.html
- Accenture (2011). Vehículos eléctricos: cómo cambiar las percepciones y aceptar los desafíos. Accenture, Madrid, España. Recuperado de [:https://www.accenture.com/t00010101T000000_w_/es-es/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Local/es-es/PDF_2/Accenture-Coche-El%C3%A9ctrico.pdf](https://www.accenture.com/t00010101T000000_w_/es-es/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Local/es-es/PDF_2/Accenture-Coche-El%C3%A9ctrico.pdf)
- AEDIVE (2018). Guerra del ‘carsharing’ en Madrid: Car2go, Emov, Zity, WiBLE... ¿hay mercado para todos? Recuperado de <http://aedive.es/guerra-carsharing-madrid/>
- Alguacil M. (7 de noviembre de 2016). ¿Por qué los coches eléctricos no tienen marchas? Corriente eléctrica. Recuperado de <https://corrienteelectrica.renault.es/por-que-los-coches-electricos-no-tienen-marchas/>
- Álvarez C. (31 de enero de 2014). ¿Qué contamina más un coche eléctrico o uno de gasolina? *El País*. Recuperado de <http://blogs.elpais.com/eco-lab/2014/01/que-contamina-mas-un-coche-electrico-o-uno-de-gasolina.html>
- Barbieri A. (24 de marzo de 2016). Fórmula E: el ‘circuito’ ecológico de F1 donde corren los coches del futuro. *La Vanguardia*. Recuperado de <http://www.lavanguardia.com/20160322/40615024059/formula-e-formula-1-ecologica-electrico.html>
- Bergera C. (2014, abril-junio). Ecología sobre ruedas: vuelve el coche eléctrico. *Nuestro tiempo*, n. 683, pp.28-34. Recuperado de <http://www.unav.es/nuestrotiempo/es/temas/ecologia-sobre-ruedas-vuelve-coche-electrico>
- Candil J. (2010). Peculiaridades de la Industria española de automoción y planes de actuación del gobierno relacionados con el sector. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Gobierno de España, Madrid, España. Recuperado de <http://www.minetad.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/376/13.pdf>

- Ceña, A., Santamarta, J. (2009). El coche eléctrico: el futuro del transporte, la energía y el medio ambiente. *Revista WorldWatch* n. 30, pp. 30-43. Recuperado de <https://www.nodo50.org/worldwatch/ww/pdf/cocheelectrico.pdf>
- Cestau S. (2014). Sostenibilidad técnica, económica y ambiental de flotas comerciales de vehículos eléctricos. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, Cataluña, España. Recuperado de <http://www.tdx.cat/handle/10803/286233#>
- Comisión Europea (2017). Unión de la Energía: La Comisión adopta medidas para reforzar el liderazgo mundial de la UE en el ámbito de los vehículos limpios. Recuperado de http://europa.eu/rapid/press-release_IP-17-4242_es.htm
- Diesel o Gasolina (2018). Histórico del precio de la gasolina y diésel en España. Recuperado de <http://www.dieselogasolina.com/historico-de-precios-gasolina-y-diesel-en-espana.html>
- EAFO (2017). Cuota de mercado del coche eléctrico en 2017. Recuperado de <http://www.eafo.eu/top-5>
- El Español (31 de mayo de 2017). Descuento del 75% en los peajes para los vehículos eléctricos. Recuperado de https://www.elespanol.com/ciencia/ecologia/20170531/220228374_0.html
- El País (24 de julio de 2017). Los usuarios de coches eléctricos reclaman una red de puntos de carga rápida en carretera. Recuperado de https://elpais.com/elpais/2017/07/18/masterdeperiodismo/1500387807_025312.html
- Electromovilidad (2018). Historia del vehículo eléctrico. Recuperado de <http://electromovilidad.net/historia-del-vehiculo-electrico/>
- E-move. Apostando por el vehículo eléctrico. Recuperado de http://e-move.es/es/encouraging_the_use_of_electric_vehicle
- Europa Press (15 de abril de 2013). Las pilas de litio-ion también sufren ‘efecto memoria’ euro. Recuperado de <http://www.europapress.es/ciencia/laboratorio/noticia-pilas-litio-ion-tambien-sufren-efecto-memoria-20130415134649.html>
- Europa Press (21 de noviembre de 2017). PSA pide “calma” sobre el futuro del coche eléctrico y alerta sobre “cambios raídos” que la industria “no pueda sumir”.

Recuperado de <https://www.20minutos.es/noticia/3193188/0/psa-pide-calma-sobre-futuro-coche-electrico-alerta-sobre-cambios-rapidos-que-industria-no-pueda-asumir/>

- Europa Press (2 de diciembre de 2017). España y Noruega: polos opuestos en la implantación del coche eléctrico. Recuperado de <http://www.europapress.es/sociedad/medio-ambiente-00647/noticia-espana-noruega-polos-opuestos-implantacion-coche-electrico-20171202092911.html>
- Factor Energía (10 de julio de 2017). Comparativa de gastos entre coche eléctrico y coche de gasolina. Recuperado de <https://www.factorenergia.com/es/blog/ahorrar-electricidad/comparativa-coche-electrico-y-gasolina/>
- Fernández P. (2 de enero de 2018). Renault y el Seat León son las marcas y el modelo más vendido en 2017. *ABC*. Recuperado de http://www.abc.es/motor/economia/abci-renault-y-seat-leon-marca-y-modelo-mas-vendidos-2017-201801021411_noticia.html
- Fernández S. (21 de noviembre de 2016). Diferencias entre alquilar la batería del vehículo eléctrico frente a la compra. *Corriente eléctrica*. Recuperado de <https://corrienteelectronica.renault.es/diferencias-entre-alquilar-la-bateria-del-vehiculo-electrico-frente-a-la-compra/>
- Fernández S. (28 de diciembre de 2016). ¿Cuánto cuesta alquilar la batería del Renault ZOE? *Corriente eléctrica*. Recuperado de <https://corrienteelectronica.renault.es/cuanto-cuesta-alquilar-la-bateria-del-renault-zoe/>
- Fernández S. (21 de junio de 2017). Así es la segunda vida de las baterías del coche eléctrico. *Corriente eléctrica*. Recuperado de <https://corrienteelectronica.renault.es/asi-es-la-segunda-vida-de-las-baterias-del-coche-electrico/>
- Freyssenet M. (2011). Movilidad sostenible y vehículo eléctrico, el motor de la innovación local. Fundación CEU-San Pablo Castilla y León, Ayuntamiento de Valladolid, Valladolid, España. Recuperado de <http://www.freyssenet.com/files/Lo%20mas%20dudoso%20no%20es%20lo%20mas%20improbable%20el%20coche%20electrico%20La%20nueva%20revolucion%20del%20automovil.pdf>
- García F. (27 de marzo de 2018). El Tesla Model 3 llegará a Europa en 2019, más tarde que el primer Porsche Mission E 100% eléctrico. *El Mundo*. Recuperado de <http://www.elmundo.es/motor/2018/03/27/5aba26bd268e3eb4438b45f5.html>

- García J. (1 de septiembre de 2017). Tu coche eléctrico puede pagarte la factura de la luz (si no vives en España). *El País*. Recuperado de https://retina.elpais.com/retina/2017/08/30/tendencias/1504087489_590733.html
- García M. (2015). Pasado, presente y futuro de vehículos eléctricos. Proyecto de grado, Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Recuperado de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5856/6292293G216.pdf;jsessionid=329DED508C0A7017360E5695D48BCD83?sequence=1>
- Gutiérrez J. (2017). Puntos de recarga: la energía necesaria para el impulso del vehículo eléctrico en España. Radio Televisión Española. Recuperado de <http://www.rtve.es/noticias/20170324/puntos-recarga-energia-necesaria-para-impulso-del-vehiculo-electrico-espana/1507045.shtml>
- Heras, I. de las (14 de diciembre de 2017). Las ayudas del Plan Movalt se volatilizan en 24 horas. *Expansión*. Recuperado de <http://www.expansion.com/empresas/motor/2017/12/14/5a326f6246163fb21f8b459f.html>
- IDAE (2011). Guía para la promoción del vehículo eléctrico en las ciudades. Recuperado de <http://www.famp.es/export/sites/famp/.galleries/documentos-lab-eficiencia-energetica-guias/GUIA-10.pdf>
- IDAE (2012). Mapa tecnológico movilidad eléctrica. Observatorio tecnológico de la energía. Recuperado de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Movilidad_Electrica_ACC_c603f868.pdf
- Irurzun R., García F. (2009, junio). Los coches eléctricos. *El Ecologista*, n. 61. Recuperado el 25/02/2018 de <https://www.ecologistasenaccion.org/article20334.html>
- La Vanguardia (15 de septiembre de 2015). Los coches eléctricos circulan sin pagar peaje por las autopistas de la Generalitat. Recuperado de <http://www.lavanguardia.com/vida/20150915/54436520866/coches-electricos-desde-hoy-autopista-gratis.html>
- Live. Ayudas e incentivos. Recuperado de: <http://www.livebarcelona.cat/es/ajuts-incentius/#promocion>
- Maldonado E. (8 de noviembre de 2017). La Unión Europea invertirá 1.000 millones para incentivar la fabricación de vehículos eléctricos. Híbridos y Eléctricos.

Recuperado de <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/sector/union-europea-destinara-1000-millones-mejoras-vehiculo-electrico/20171108122512015588.html>

- Mártel I. (2017). Comparativa del vehículo eléctrico con el tradicional de gasoil o gasolina. C de Comunicación. Recuperado de <http://blogs.cdecomunicacion.es/ignacio/2017/04/03/comparativa-del-vehiculo-electrico-con-el-tradicional-de-gasoil-o-gasolina/>
- Martín F. (2016, mayo). Vehículos eléctricos. Historia, Estado Actual y Retos. *European Scientific Journal*, edición especial, pp. 118-131. Recuperado de <https://eujournal.org/index.php/esj/article/viewFile/7393/7121>
- Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (2017). El Gobierno aprueba un programa de ayudas para la adquisición de vehículos con energías alternativas. Gabinete de prensa, Gobierno de España. Recuperado de <http://www.minetad.gob.es/industria/es-ES/Servicios/plan-movea/2017/Documents/nota-prensa-movea-170616.pdf>
- Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital (2010). Estrategia integral para el impulso del vehículo eléctrico en España. Gabinete de Prensa, Gobierno de España. Recuperado de <http://www.minetad.gob.es/es-ES/GabinetePrensa/NotasPrensa/Documents/estrategiaintegralveh%C3%ADculoelectrico060410.pdf>
- Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital (2017). Energía aprueba el Plan MOVALT para incentivar la compra de vehículos de energías alternativas y la instalación de puntos de recarga eléctrica. Gabinete de prensa, Gobierno de España. Recuperado de <http://www.minetad.gob.es/es-ES/GabinetePrensa/NotasPrensa/2017/Paginas/Energ%C3%ADaapruebaelPlanMOVALTparaincentivarlacompradeveh%C3%ADculosdeenerg%C3%ADasalternativasylainstalaci%C3%B3ndepuntosederecargael%C3%A9ctrica.aspx>
- Ministerio de Industria, Energía y Turismo (2015). Estrategia de Impulso del vehículo con energías alternativas (VEA) en España (2014-2020). Gobierno de España. Recuperado de <http://www.minetad.gob.es/industria/es-ES/Servicios/estrategia-impulso-vehiculo-energias-alternativas/Documents/Estrategia-Impulso-Vehiculo-Energ%C3%ADas%20Alternativas-VEA-Espa%C3%B1a-2014-2020.pdf>

- Movilidad eléctrica (27 de febrero de 2017). ¿Está cayendo el precio de las baterías más rápido de lo esperado? Recuperado de <https://movilidadelectrica.com/cayendo-precio-de-las-baterias-mas-rapido/>
- Movilidad eléctrica (18 de octubre de 2017). La reducción del IVA para los coches eléctricos, en manos del Gobierno. Recuperado de <https://movilidadelectrica.com/la-reduccion-del-iva-los-coches-electricos-manos-del-gobierno/>
- Movilidad eléctrica (14 de diciembre de 2017). Opinión: 24 horas y el Plan MOVALT Vehículos ya está a punto de agotarse. Recuperado de <https://movilidadelectrica.com/opinion-24-horas-y-el-plan-movalt-vehiculos-ya-esta-a-punto-de-agotarse/>
- Movilidad eléctrica (8 de enero 2018). Ventas de vehículos eléctricos en diciembre 2017. Datos finales del año. Recuperado de <https://movilidadelectrica.com/ventas-vehiculos-electricos-diciembre-2017-datos-finales-del-ano/>
- Movilidad eléctrica (30 de enero de 2018). 150.000 vehículos eléctricos vendidos en Europa en 2017. Recuperado de <https://movilidadelectrica.com/150-000-vehiculos-electricos-vendidos-europa-2017/>
- Movilidad eléctrica (2 de marzo de 2018). El Jaguar I-Pace ya es una realidad, desde 79.100€ en España. Recuperado de <https://movilidadelectrica.com/jaguar-i-pace-ya-una-realidad-desde-79-100e-espana/>
- Movilidad eléctrica Madrid (2015). Ventajas para el usuario. Recuperado de <http://www.movilidadelectricamadrid.es/m,295/ventajas-para-el-usuario>
- Murias D. (14 de noviembre de 2017). Qué son las baterías en estado sólido y por qué son el futuro del automóvil. Motorpasion. Recuperado de <https://www.motorpasion.com/industria/que-son-las-baterias-de-estado-solido-y-por-que-son-el-futuro-del-automovil>
- Noya C. (6 de diciembre de 2017). Las baterías para coches eléctricos nunca han sido más baratas. 209 dólares el kWh, un 24% menos que en 2016. Foro coches eléctricos. Recuperado de <http://forococheselectricos.com/2017/12/precio-baterias-coches-electricos-baratas-209-dolares-el-kwh.html>
- Page D. (2 de enero de 2018). El precio de la electricidad se dispara un 31% en 2017, el año más caro en una década. *EL Independiente*. Recuperado de

<https://www.elindependiente.com/economia/2018/01/02/precio-la-electricidad-se-dispara-31-2017-ano-mas-carro-una-decada/>

- Patiño M.A. (14 de noviembre de 2017). Cepsa aparca el coche eléctrico hasta 2030 y alimenta la polémica sobre su futuro. *Expansión*. Recuperado de <http://www.expansion.com/empresas/energia/2017/11/14/5a0af859268e3e50598b461a.html>
- Sabaté J. (19 de junio de 2017). Diez razones para que tu próximo coche sea eléctrico. *El diario*. Recuperado de https://www.eldiario.es/consumoclaro/sobre_ruedas/razones-proximo-coche-electrico_0_656185160.html
- Santamarta J. (2009, junio). El futuro del automóvil es eléctrico. *Técnica Industrial*, n.281, pp. 26-35. Recuperado de <http://www.tecnicaindustrial.es/tiadmin/numeros/63/39/a39.pdf>
- Sanz I. (2015). Análisis de la evolución y el impacto de los vehículos eléctricos en la economía europea. Trabajo de Fin de Grado, Universidad Pontificia de Comillas, Madrid, España. Recuperado de <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/3803/TFG001112.pdf?sequence=1>
- Sanz J. (3 de enero de 2018). ¿Cuál es el coche eléctrico más vendido en España? *El País*. Recuperado de https://cincodias.elpais.com/cincodias/2018/01/03/motor/1514978048_571989.html
- Un-Noor F., Padmanaban S., Mihet-Popa L., Mollah M., Hossain E. (2017). A Comprehensive Study of Key Electric Vehicle (EV) Components, Technologies, Challenges, Impacts, and Future Direction of Development. *Energies*, vol. 10, n.8, pp. 1-84. Recuperado de <http://www.mdpi.com/1996-1073/10/8/1217/htm>
- Vendrell D. (21 de diciembre de 2017). Coche de combustión vs. coche eléctrico. LeasePlan, Recuperado de <https://www.leaseplango.es/blog/comparativa/coche-combustion-vs-coche-electrico-gana/>
- Vidal M. (5 de marzo de 2018). No hay vuelta atrás. El futuro del motorsport pasa por los coches eléctricos. *Motorpasion*. Recuperado de <https://www.motorpasion.com/otras-competiciones/no-hay-vuelta-atras-el-futuro-del-motorsport-pasa-por-los-coches-electricos>

- WWF (2013). Informe de emisiones de Gases de Efecto invernadero en España 1990-2012. España. Recuperado de http://awsassets.wwf.es/downloads/informe_de_emisiones_de_gei_en_espana_1990_2012.pdf