



**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y
EMPRESARIALES**

**EL VEHÍCULO ELÉCTRICO, EL
CARSHARING COMO FORMA DE
IMPLANTARLO Y EL VEHÍCULO DE
HIDRÓGENO. EUROPA.**

Autor: Mariana de Solís O'Neill
Director: Antonio Javier Ramos Llanos

Madrid
Mayo 2018



**EI VEHÍCULO ELÉCTRICO, EL CARSHARING COMO FORMA DE
IMPLANTARLO, Y EL VEHÍCULO DE HIDRÓGENO. EUROPA.
TRABAJO DE FIN DE GRADO**

Mariana
De Solís
O'Neill

RESUMEN

En los últimos años las emisiones de gases de efecto invernadero han experimentado un crecimiento exponencial. Al ser el transporte por carretera uno de los principales emisores de gases de efecto invernadero en Europa, su transición hacia una movilidad urbana sostenible es de suma importancia. En este estudio se presentan las principales características de dos vehículos sostenibles que ya se comercializan a día de hoy: el vehículo de hidrógeno y el vehículo eléctrico. Para el desarrollo del vehículo eléctrico, trataremos en profundidad el carsharing como uno de los posibles métodos de implantación. Asimismo, este trabajo supone una contribución a la literatura existente sobre los potenciales escenarios de Europa en 2050 en cuanto a la movilidad urbana.

Palabras clave: Movilidad sostenible, vehículo eléctrico, vehículo de hidrógeno, carsharing, cambio climático.

ABSTRACT

In the past years, gas emissions have experienced an exponential growth. Road transports trigger the most the so called “greenhouse effect”, therefore the need of a transition into an eco-friendly road transport is of vital importance. Ergo, this research paper highlights the main features of the eco-friendly vehicles that are being commercialised nowadays: the electric motor vehicles and the hydrogen motor vehicles. In the same line, this paper aims to promote the use of these eco-friendly vehicles by implementing the “carsharing” alternative. Likewise, this paper is contributing to the development of the potential scenarios in Europe by 2050, regarding road transportation.

Keywords: Sustainable mobility, electric vehicle, hydrogen vehicle, carsharing, climate change.

ÍNDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	5
1. Justificación del tema. Contaminación.....	5
1.1.1. Contaminación del transporte.....	6
1.1.2. Petróleo escaso, incertidumbres políticas.....	8
1.2. Propósito del estudio.....	9
1.3. Objetivos.....	10
1.4. Metodología.....	10
1.5. Estructura del trabajo.....	11
CAPÍTULO II: EL VEHÍCULO ELÉCTRICO	12
2.1. Origen.....	12
2.2. Tipos de vehículos eléctricos.....	13
2.3. Crecimiento de las ventas.....	14
2.4. Principales obstáculos.....	17
2.5. Ayudas y subvenciones.....	19
2.6. Carsharing.....	24
2.6.1. Una forma de introducir el VE.....	25
2.6.2. Factores motivacionales del carsharing.....	27
2.6.3. El Carsharing en cifras.....	29
CAPÍTULO III: EL VEHÍCULO DE HIDRÓGENO	31
3.1. Introducción.....	31
3.2. Funcionamiento.....	32
3.3. El mercado del vehículo de hidrógeno.....	34
3.4. Invertir en infraestructuras.....	35
3.5. Efecto en el medioambiente.....	36
3.6. Almacenamiento del hidrógeno.....	37
CAPÍTULO IV: POSIBLES ESCENARIOS EUROPEOS EN 2015	38
CAPÍTULO V: REFLEXIONES Y CONCLUSIÓN	45
BIBLIOGRAFÍA	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y TABLAS

1. PIB mundial, demanda energética y emisiones CO ₂ . _____	6
2. Matriculaciones coches eléctricos 2017. _____	16
3. Cargadores eléctricos Europa. _____	17
4. Ventas vehículos de hidrógeno por marca. _____	34
5. Ventas vehículos de hidrógeno por región. _____	34
6. Posibles escenarios 2050 Europa. _____	38
7. Curva de Hubbert. _____	40

GLOSARIO DE ABREVIACIONES Y ACRÓNIMOS

CO₂: dióxido de carbono.

IPCC: Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático.

EAFO: European Alternative Fuels Observatory.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

EEA: Agencia Europea del Medioambiente.

END: Directiva de Ruido Ambiental.

OPEP: Organización de Países Exportadores de Petróleo.

APA: American Psychological Association.

BEV: Vehículos eléctricos de batería.

HEV: Vehículos híbridos no enchufables.

PHEV: Vehículos híbridos enchufables.

EREV: Vehículo eléctrico de autonomía extendida.

VE: Vehículo eléctrico.

IFA: Instituto Alemán para la Industria Automotriz.

AEH: Asociación Española del Hidrógeno.

PTE HPC: Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y Pilas de Combustible.

SUV: Vehículo deportivo utilitario.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1. Justificación del tema. Contaminación.

Actualmente, convivimos diariamente con la contaminación atmosférica. Según el Instituto Scripps de Oceanografía de la Universidad de California, durante 2017 se ha registrado niveles de dióxido de carbono de más de 450 ppm. Antes de la Revolución Industrial la cantidad de CO₂ en la atmósfera nunca llegó a exceder los 280 ppm (NOAA, 2017). Por consiguiente, desde la Revolución Industrial el dióxido de carbono ha subido un 40% a nivel mundial. El geoquímico Ralph Keeling (director del programa Scripps CO₂) asegura que la explicación de estos elevados niveles es muy sencilla: “Seguimos quemando combustibles fósiles. El dióxido de carbono (CO₂) se acumula en el aire. Es tan simple como eso”.

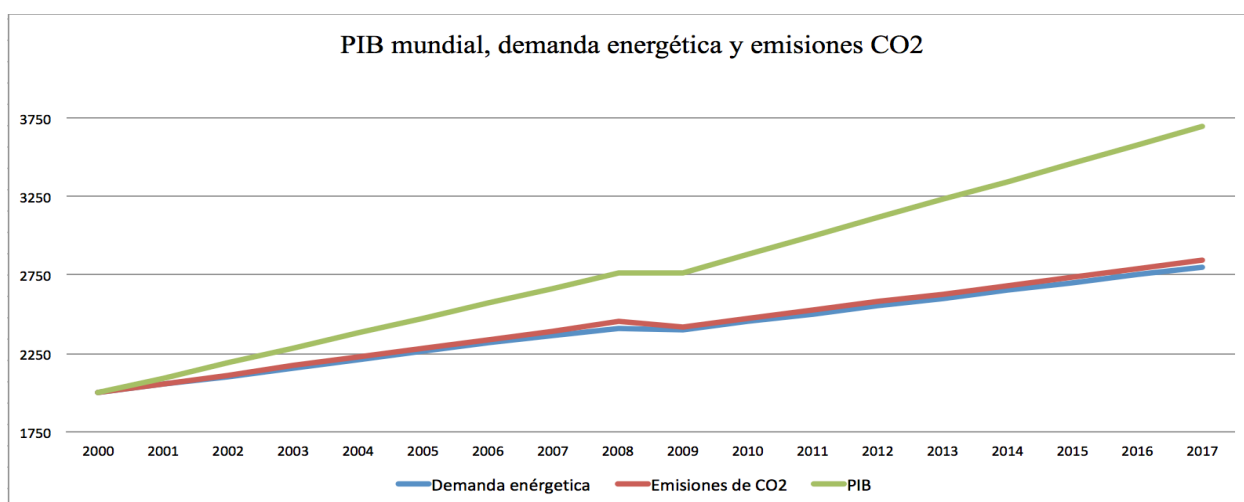
Para hablar de contaminación hacemos referencia al dióxido de carbono ya que es uno de los principales gases causantes del cambio climático y del efecto invernadero. Este gas provoca un aumento de la temperatura global debido a la gran capacidad que posee de mantener la radiación solar dentro de la atmósfera. “El CO₂ es el más prevalente entre todos los gases de efecto invernadero producidos por actividades humanas, atribuidos a la quema de combustibles fósiles”, señalan investigadores del Instituto Scripps de Oceanografía.

El cambio climático tiene efectos observables y medibles en el medioambiente: reducción de los glaciares, el hielo de ríos y lagos se está disgregando antes, ha habido cambios en la fauna y flora y los árboles están floreciendo antes. Estos efectos corresponden con los previstos por especialistas años atrás. Actualmente, los científicos afirman que las temperaturas globales continuarán aumentando en las próximas décadas, en gran parte debido a los gases de efecto invernadero producidos por las actividades humanas. Según el IPCC (IPCC, 2017) los costes netos de daño del cambio climático serán significativos y aumentarán con el tiempo. Predicciones de Naciones Unidas hablan de refugiados climáticos, un rango de entre 50 y 200 millones de

personas desplazadas. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018) actualmente siete millones de muertes cada año son por culpa de la contaminación atmosférica, lo cual supone el 12% de los fallecimientos.

1.1.1. Contaminación del transporte

Según la Agencia Europea del Medio Ambiente (de sus siglas en inglés EEA), el transporte por carretera es una de las mayores fuentes de emisiones de carbono de Europa y contribuye a un quinto del total de las emisiones de efecto invernadero en la Unión Europea (Comisión Europea, 2017). El transporte es el único sector en el que las emisiones crecieron desde 1990, contribuyendo al aumento de las emisiones globales de la UE en 2015. Las emisiones relacionadas con el transporte aumentaron aún más en 2016. En 2017 el consumo de petróleo en la Unión Europea (buen indicador del transporte) aumentó a un ritmo muy acelerado, no llegaba a estos niveles desde 2001. Las emisiones que emiten automóviles son proporcionales a la riqueza del país en cuestión; las emisiones de CO₂ per cápita están correlacionadas con el PIB per cápita del país (IEA, 2018). Podemos observar esta correlación positiva entre ambas variables en el siguiente gráfico.



1. PIB mundial, demanda energética y emisiones CO₂. Fuente: elaboración propia a partir de datos de IEA (IEA, 2018). Cifras redondeadas.

Asimismo, durante los últimos años ha habido escándalos respecto a la manipulación de la medición de gases por parte de distintas empresas automovilísticas. Una razón por la cual la industria del automóvil ha sido capaz de manipular las pruebas de emisiones es la regulación del sistema de pruebas y aprobación. La capacidad de los fabricantes de automóviles para seleccionar sus propios servicios de prueba influyó en estas manipulaciones. Tampoco se había establecido una agencia independiente a la Unión Europea. Sin embargo, actualmente hay muchas mejoras en las pruebas y en la legislación correspondiente. Esta legislación entrará en vigor en 2020.

Por otro lado, un aspecto que la mayoría de las veces cae en el olvido es la contaminación acústica. El exceso de ruido en las ciudades es una amenaza para la salud. Así lo estima la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017), que establece en 65 decibelios diarios el máximo nivel al que debemos estar expuestos. Entre las principales fuentes de ruido se encuentra el tráfico en carretera. Los vehículos eléctricos y de hidrógeno aportan una conducción agradable y evitan al máximo el ruido que emiten.

La exposición al ruido provocada por los medios de transporte puede ocasionar molestias, reacciones de estrés, alteraciones del sueño y un aumento del riesgo de hipertensión y enfermedades cardiovasculares. La OMS (EEA, 2017) identificó el ruido como la segunda causa ambiental que más daños de salud provoca, siendo la primera la contaminación del aire. La Agencia Europea del Medioambiente (EEA, 2017) estima que el ruido ambiental causa aproximadamente 16.600 muertes prematuras en Europa cada año, que casi 32 millones de adultos sufren molestias y que ocasiona trastornos de sueño a más de 13 millones de adultos.

Se estima¹ que 100 millones de personas en la Unión Europea están expuestas a niveles de ruido por el tráfico en carretera que supera los 55 dB. El tráfico por la carretera durante la noche es otra fuente importante de exposición al ruido, con aproximadamente

¹ EEA (2017). *Environmental noise*. Obtenido de <https://www.eea.europa.eu/airs/2017/environment-and-health/environmental-noise#tab-based-on-indicators>

69 millones de ciudadanos de la Unión Europea expuestos a niveles dañinos superiores a 50 dB.

La Directiva de Ruido Ambiental (END, por sus siglas en inglés) es el principal instrumento de la Unión Europea que se encarga del seguimiento de las emisiones de ruido y de desarrollar las acciones necesarias. La END impone a los países miembros de la UE la obligación de evaluar los niveles de ruido produciendo mapas estratégicos de ruido para todas las principales carreteras, ferrocarriles, aeropuertos y zonas urbanas. A partir de estos resultados, se preparan planes de acción que contengan medidas que aborden los problemas de ruido y sus efectos en aquellas áreas donde los umbrales específicos del indicador END (55 dB promediados durante el día y 50 dB promediado durante el período nocturno) han sido superados. Por último, los países miembros deben seleccionar y preservar áreas de buena calidad ambiental acústica, denominadas zonas tranquilas, para proteger el paisaje sonoro europeo.

1.1.2. Petróleo escaso, incertidumbres políticas

Hoy en día tenemos una dependencia directa de los combustibles fósiles. Durante los últimos años se ha observado una gran transformación de la industria petrolera. Los principales desencadenantes de esta transformación son el mercado de petróleo en Estados Unidos y la reacción estratégica de la OPEP (Organización de Países Exportadores de Petróleo). Esto se traduce en una reducción de la oferta debido a la bajada de los precios de esta materia prima y también en una retracción de la demanda dada por el aumento de la eficiencia de productos alternativos al petróleo y la concienciación social sobre sus externalidades negativas.

Acontecimientos desde 2007 como la crisis financiera, el tan volátil precio del petróleo, la inestabilidad internacional y el terrorismo, el Brexit, el resultado de las elecciones en Estados Unidos y las tensiones geopolíticas entre oriente y occidente tienen una influencia severa e impactante en la industria automotriz. El pasado año 2017 se ha realizado por decimotercero año consecutivo el Informe anual de KPMG, en el cual se

pregunta a 2.400 altos ejecutivos de empresa de distinta categoría (KPMG, 2017). Los ejecutivos contestaron a la pregunta de que en qué medida los cambios geopolíticos y macroeconómicos influyen en la estrategia de su compañía. La mayoría de los encuestados siguen decantándose por temas más tradicionales y relacionados con la macroeconomía. Las crisis financieras y económicas se califican con el 56% como los factores que más pueden afectar a los planes de desarrollo y producción automovilística, seguidos por la volatilidad del precio del petróleo y la inestabilidad en los costes de las materias primas. Con el Brexit representando un acercamiento hacia la caída de la Unión Europea, más del 80% de los ejecutivos del Reino Unido no piensan que la Unión Europea sobrevivirá más allá de 2025 (KPMG, 2017). El colapso de la Unión Europea no solo pondría en peligro la zona de libre comercio dentro de la Unión Europea, sino que también afectaría negativamente a toda la industria automotriz a nivel mundial. Al elegir los países con mayor riesgo de confusión política y económica, los ejecutivos encuestados han calificado los siguientes países en el correspondiente orden: Estados Unidos, China, Brasil, Reino Unido, Alemania y Francia.

1.2. Propósito del estudio

El propósito general de este trabajo es realzar la importancia de la necesidad de un cambio drástico en el transporte actual europeo, desarrollando la movilidad sostenible. Para alcanzar los objetivos del acuerdo de París, las emisiones de gases de efecto invernadero deben reducirse en un 80% para 2050² (Comisión Europea, 2018). Un cambio tan radical no puede lograrse mediante mejoras graduales en los vehículos existentes. Se necesita de un cambio drástico en la movilidad urbana. De ahí la importancia de los vehículos no contaminantes como son el vehículo eléctrico y el de hidrógeno.

² en relación con los niveles de 1990.

1.3. Objetivos

El objetivo general formulado al comienzo del capítulo como propósito del trabajo, se concreta en los siguientes objetivos específicos:

- Plantear la situación actual en cuanto a movilidad urbana y sus respectivas emisiones de gases de efecto invernadero, para así realzar la necesidad de un cambio drástico en la movilidad urbana.
- Definir y profundizar en el conocimiento sobre el vehículo eléctrico, mediante su conceptualización.
- Analizar la industria del vehículo eléctrico desde una perspectiva empresarial, determinando así las condiciones del mercado.
- Detallar los mayores fabricantes además de la exposición del volumen de ventas y factores determinantes.
- Conocer una de las amenazas del vehículo eléctrico dentro del sector de la tecnología sostenible: el vehículo de combustión de hidrógeno.
- Exponer detalladamente las características del vehículo de combustión de hidrógeno, empezando por su funcionamiento y obtener así una imagen global para luego profundizar en su mercado.
- Definir cuatro posibles escenarios para 2050 en Europa, que reflejen las distintas formas de afrontar los retos que estas estimaciones plantean.

1.4. Metodología

Para la consecución de los objetivos anteriormente citados, se realizará una investigación deductiva comenzando por un estudio del sector automovilístico en su vertiente eléctrica. De esta forma, se logrará obtener una visión global para luego enfocarse en profundidad en sus principales características y condiciones. Asimismo, una importante alternativa al vehículo eléctrico cobrará especial importancia en esta investigación: el vehículo de hidrógeno.

En relación a las técnicas de investigación a aplicar, se pretende llegar a una detallada

descripción de la situación del vehículo eléctrico a través de un estudio de ventas y producción. Además, esta investigación se basará en una metodología secundaria de revisión bibliográfica y cualitativa, mediante la búsqueda de información en artículos académicos, revistas especializadas, manuales de planificación estratégica y gestión de marca e informes, entre otros.

1.5. Estructura del trabajo

Este estudio se divide en cinco capítulos principales. El primero de ellos es la introducción, la cual contextualiza el tema tratado en la comunicación del estudio. Se presenta el propósito y objetivos del mismo y se explica la metodología.

El segundo capítulo se titula “El vehículo eléctrico”. Este capítulo abarca las características principales, la evolución, los principales fabricantes y el volumen de ventas, sin olvidar los factores determinantes.

El tercero es el capítulo titulado “El vehículo de hidrógeno”. Se expone éste como fuente alternativa sostenible al vehículo convencional. Se analiza sus características, expectativas e inconvenientes.

Le sigue un cuarto capítulo en el que se estimarán cuatro posible escenarios de la movilidad urbana en 2050 en Europa.

En el quinto capítulo se expondrán las reflexiones y conclusiones del estudio.

Finalmente, un último apartado denominado Bibliografía recoge todas las fuentes bibliográficas utilizadas para la realización del estudio usando el sistema de citas American Psychological Association (APA) y ordenándose alfabéticamente.

CAPÍTULO II: EL VEHÍCULO ELÉCTRICO

2.1. Origen

El vehículo eléctrico no es un invento reciente. Los motores eléctricos se desarrollaron a partir del estudio de Michael Faraday (1821). De ahí ya, quién inventara el coche eléctrico no está especialmente claro pues hay diferentes opiniones. Uno de los creadores pudo ser en 1828 Ányos Jedlik, ingeniero y sacerdote húngaro. Otros señalan la contribución del matrimonio estadounidense Davenport, que desarrolló en 1834 un prototipo de vehículo de pequeña escala equipado con un motor eléctrico alimentado por una batería, que posteriormente patentaron en 1837. Al mismo tiempo, el inventor escocés Robert Anderson diseñó un carruaje dotado de dicho motor entre 1832 y 1839 en Escocia.

A principios del siglo XX, todo apuntaba a que el vehículo eléctrico sería el medio de transporte urbano por excelencia. De hecho, a nivel de rendimiento, éstos superaban a sus rivales, el vehículo de motor convencional actual y el de vapor. El vehículo eléctrico era relativamente fiable y comenzó instantáneamente, mientras que los vehículos de motor convencional en ese momento no eran tan fiables, desprendían gases y necesitaban ser accionados manualmente para arrancar. El otro competidor principal en el momento era el vehículo de la máquina de vapor. Éste necesitaba iluminación y la eficiencia térmica del motor era relativamente baja.

Por entonces, se fabricaron cientos de vehículos eléctricos para su uso como automóviles, furgonetas, taxis, vehículos de reparto y autobuses. Todo apuntaba a que el vehículo eléctrico sería un éxito. Sin embargo, el petróleo se abarató y estaba ampliamente disponible. Henry Ford desarrolló la cadena de montaje en serie, provocando una bajada de precios en los modelos de combustión, llegando así a la clase media que era el potencial público más amplio del momento. Además, en 1911 se inventó el arrancador automático para el motor convencional (1911, aunque patentado por Charles Kettering en 1912), principal inconveniente que tenía hasta entonces. Por

todo esto, el vehículo de motor de combustión pasó a ser una opción más atractiva. Hasta la fecha, uno de los actores determinantes para el triunfo del vehículo de motor de combustión tradicional es su energía específica (energía almacenada por kilogramo). La energía específica de los motores de combustión es de alrededor de 9.000 vatios por kilogramo, con una eficiencia del motor completo del 20% puede obtener 1.800 vatios por kilogramo de energía útil de gasolina. Sin embargo, teniendo en cuenta que la eficiencia del motor eléctrico es del 90%, solo se puede obtener 27 vatios por kilogramo de energía útil de una batería.

2.2. Tipos de vehículos eléctricos

- Vehículos eléctricos de batería (BEV):

Funciona completamente con un motor eléctrico y batería. Debe ser conectado a un motor externo como fuente de electricidad para recargar su batería. Es el modelo básico de vehículo eléctrico. A diferencia de los otros tres tipos de vehículos en esta lista, el BEV no tiene ningún motor de combustión interna. Estos vehículos deben enchufarse a una fuente de energía para cargarse. Dependiendo del vehículo, tienen diferentes tiempos de carga y autonomía.

- Híbridos no enchufables (HEV)

Combinan un motor de combustión interna con y uno o varios motores eléctricos. Además, sus baterías se auto-recargan. La ventaja de estos vehículos está principalmente en el ciclo urbano ya que pueden usar únicamente el motor eléctrico. Hoy en días son los modelos más comunes.

- Híbridos enchufables (PHEV)

Usan un motor eléctrico y una batería pero también tiene el apoyo de un motor de combustión interna que puede ser utilizado para recargar la batería del vehículo y/o para reemplazar el motor eléctrico cuando el nivel de batería es bajo. La principal diferencia

con los HEV es que pueden ser conectados a la red eléctrica para recargar su batería. Como resultado, los PHEV tienen mayor autonomía que el resto de vehículos eléctricos. Los PHEV funcionan con electricidad hasta alcanzar entre 10 y 50 km, a partir de ahí cambian a gasolina, aunque consumen menos combustible y producen menos emisiones que los vehículos similares de gasolina.

- Vehículo eléctrico de autonomía extendida (EREV)

Estos automóviles funcionan únicamente con la energía de sus baterías (como los BEV) hasta que la carga de la batería es baja. Entonces, y solo entonces, se enciende un motor de gasolina, no para alimentar las ruedas, sino solo para recargar la batería.

2.3. Crecimiento³ de las ventas

En el Informe anual de KPMG sobre automóviles (KPMG, 2017), se expone que durante los dos últimos años la movilidad eléctrica ha avanzado significativamente. El BEV saltó de la posición nueve en el ranking de 2015, cuando las consecuencias de la movilidad eléctrica en los modelos comerciales se subestimaron, hasta convertirse en la tendencia clave número uno en 2017. Las fuertes restricciones regulatorias han aumentado la presión para reaccionar y, por lo tanto, convertir a la movilidad eléctrica en la principal tendencia clave vista por los altos ejecutivos de empresa.

En 2017 las ventas de BEV Y PHEV en Europa fueron de 307.400 unidades, lo cual supone un 39% más que en 2016. Dentro de estas 307.400 unidades el 51% se trataba del BEV. Apenas se vendieron 174 unidades de vehículos de pila de combustible, 40 unidades más que en 2016. Al hablar de estas cifras se incluyen tanto las categorías de automóviles de pasajeros como los vehículos comerciales ligeros.

³ EV (2017). *Europe Plug-in Vehicle Sales for Q4 and 2017 Full Year*. Obtenido de www.ev-volumes.com: www.ev-volumes.com/country/total-euefta-plug-in-vehicle-volumes-2/

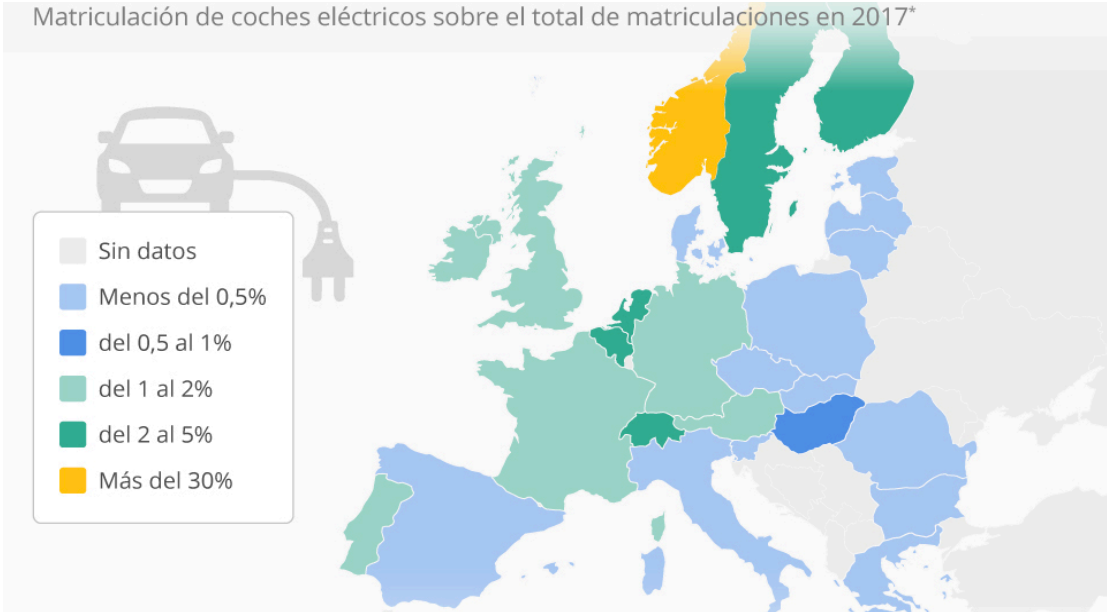
Según el centro European Alternative Fuels Observatory (EAFO), las ventas de coches eléctricos están directamente relacionadas con las políticas a las que se pretende llegar en cada país europeo. Aparte del tratado de París, se están tomando distintas medidas en los diferentes países. Los gobiernos británico y francés anunciaron sus objetivos de transición a una flota de automóviles sin emisiones. Ambos países pretenden prohibir la venta de automóviles que utilicen únicamente motores de combustión interna para 2040.

Lo cual sitúa las previsiones de sus flotas de vehículos eléctricos hasta los 280 millones para 2040, desde los dos millones actuales (IEA, 2017). Además, el gobierno holandés anunciará sus objetivos próximamente, que se asemejan a los anteriores pero con una fecha prevista para 2030. Al igual, Noruega apunta a 2025 como el año a tomar medidas de la misma índole. Los incentivos son principalmente a nivel de cada país individualmente y, como resultado, las ventas se distribuyen de forma muy desigual en Europa. Los primeros 5 países: Alemania, Francia, Noruega, los Países Bajos y el Reino Unido, representan el 75% de las ventas de EV, lo que favorece a BEV o PHEV en función de los incentivos específicos disponibles. Para los BEV, cinco modelos representan el 75% de las ventas y para los PHEV, los 5 mejores representan alrededor del 45% de las ventas.

Respecto a los distintos modelos, comentaremos los tres más vendidos en Europa en 2017. El Renault Zoe fue el más popular con 30.000 matriculaciones. En segundo lugar se posiciona el modelo Nissan Leaf con 17.293 matriculaciones. Esto supone un decremento del 7% de las ventas respecto al año anterior pero se debe al lanzamiento del nuevo modelo que se estima que elevará las ventas durante 2018. En tercer lugar, el BMW i3 de autonomía extendida ha alcanzado las 14.785 unidades vendidas. Destacar que más del 30% de estas unidades provienen de las ventas en Noruega.

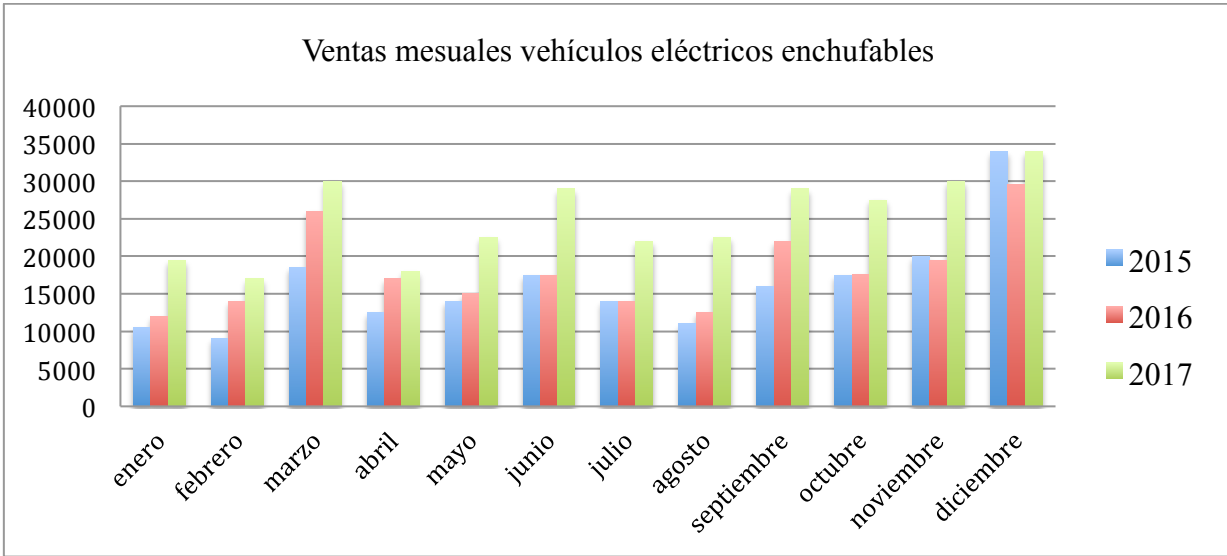
Actualmente el stock de vehículos eléctricos es ajustado. Encontramos largas listas de espera en varios BEV de distintas marcas como Renault Zoe, VW e-Golf, el nuevo Nissan Leaf y el próximo Hyundai Kona.

A continuación presentamos una imagen en la que se representan el total de las matriculaciones de coches eléctricos en 2017 respecto al total de coches.



2. Matriculaciones coches eléctricos 2017. Fuente: ACEA 2018.

Como vemos en el mapa expuesto, Noruega (al igual que en años anteriores) es en el país con mayor número de matriculaciones. También destacar que en 2015 los Países Bajos fue el mayor mercado de vehículos enchufables de Europa debido a los incentivos fiscales para PHEV. Esto fue seguido por un descenso drástico en las ventas de PHEV en 2016. Poniéndolo en cifras, las ventas de vehículos enchufables en los Países Bajos se contrajeron de 43.300 unidades en 2015 a 9.700 en dos años. Aún así, las ventas europeas aumentaron un 39% el año pasado, gran porcentaje se atribuye al crecimiento en Alemania.



3. Ventas mensuales VE enchufables. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de E.V.

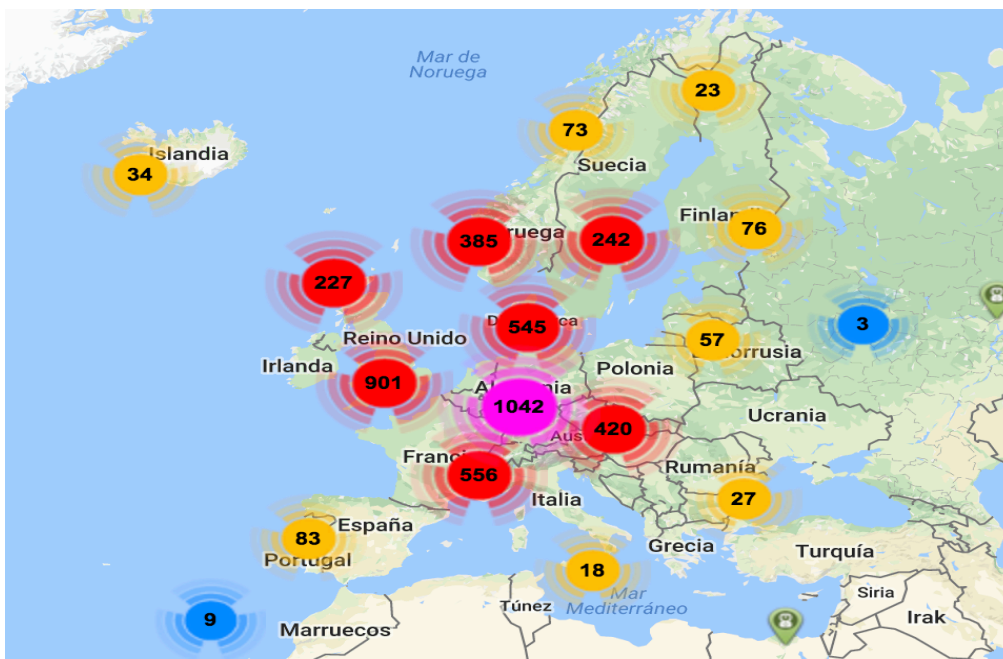
El gráfico presenta una comparación de las ventas de los vehículos eléctricos enchufables durante los años 2015, 2016 y 2017. Vemos como se ha producido un notable aumento de ventas en este periodo de tiempo.

2.4. Principales obstáculos

Dos factores determinantes que han impedido el desarrollo del vehículo eléctrico son los escasos puntos de recarga y la reducida autonomía si los comparamos con los vehículos de combustible tradicionales.

❖ Puntos de recarga:

Hace unos años uno de los principales inconvenientes a la hora de comprarse un coche eléctrico era la escasez de puntos de recarga. Mucha gente sigue pensando así pero en los últimos años se ha producido un gran proceso de expansión lo cual ha supuesto un gran avance en cuanto a puntos de recarga. Actualmente, encontramos más de 4.200 cargadores rápidos repartidos por Europa (RACE, 2018). En el siguiente mapa podemos ver el número de cargadores por país.



3. Cargadores eléctricos Europa. Fuente: RACE 2018.

Los puntos de carga pueden ser privados, semi-públicos o públicos:

Los puntos de recarga privados se encuentran en lugares particulares como las casas de los dueños de los vehículos. Éstos están compuestas por cajas de carga conectadas a los enchufes usuales de electricidad. La carga doméstica no tiene ninguna complicación ya que no hay tarifas especiales de inscripción. La carga doméstica normalmente tiene una tendencia inminente más común en las zonas rurales o del interior que en los centro de la ciudad, ya que en el centro de la ciudad es más difícil tener accesibilidad a un garaje o espacio apto para ello.

Los puntos de carga semi-públicos están situados en terrenos privados, pero los usuarios externos pueden acceder a ellos. Algunos ejemplos son puntos de carga ubicados en aparcamientos comerciales, centros comerciales o instalaciones de ocio. El acceso a estos puntos de carga normalmente está restringido a clientes. Los operadores a menudo consideran los puntos de carga como un servicio complementario o una oportunidad para hacer publicidad, por lo que no cobran a los clientes por la potencia utilizada. En otros casos, la electricidad utilizada está incluida en la factura del estacionamiento del cliente o en la tarifa de uso de los esquemas de uso compartido del automóvil. La mayoría de las instalaciones de carga rápida son semipúblicas y, al igual que las gasolineras convencionales, están construidas en terrenos privados pero están abiertas a todos los usuarios que pagan.

Los puntos de carga públicos normalmente se encuentran en estacionamiento públicos de calle o en aparcamientos públicos subterráneos. En algunos casos, los servicios municipales proporcionan estos puntos de carga. Sin embargo, las autoridades locales se están encargando cada vez más de que los proveedores comerciales faciliten la construcción y el funcionamiento de la infraestructura pública de carga.

❖ Autonomía:

Para que la autonomía dejase de ser un obstáculo, sería necesario un cambio de mentalidad en la sociedad. Sí que es verdad que los vehículos eléctricos poseen menos autonomía que los vehículos convencionales, pero no poseen menos autonomía que la

necesaria para los desplazamientos que las personas generalmente realizan. Actualmente los ciudadanos suelen realizar trayectos de cortas distancias. Es simplemente la costumbre de repostar cada más tiempo lo que les hace reacios al cambio, cuando simplemente implicaría un cambio de rutina. Además, con el vehículo convencional uno está obligado a desplazarse a la gasolinera para repostar; el vehículo eléctrico se puede recargar incluso desde casa.

Ciudadanos reacios al vehículo eléctrico, a pesar de que la mayoría de vehículos eléctricos tienen suficiente alcance para cubrir su viaje promedio varias veces. La autonomía es un factor en el que los fabricantes han trabajado mucho durante los últimos años ya que eran conscientes de que es uno de los principales motivos por los que los consumidores no entraban en el mercado del vehículo eléctrico. De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental, en el año 2011 únicamente había tres modelos diferentes de vehículos totalmente eléctricos disponibles y su autonomía con carga completa abarcaba desde 101 a 151km. Para el 2017, el número de modelos de VE aumentó a 15 y con él su autonomía: desde 93 km del Smart fortwo Electric Drive Coupe hasta 539 km para el Tesla Model S 100D. En definitiva, de 2011 a 2017 la media de los rangos de autonomía de vehículos eléctricos aumentó en 66 kilómetros, de 117 a 183 km.

2.5. Ayudas y subvenciones⁴

Existen distintos tipos de incentivos en Europa para fomentar el desarrollo del vehículo eléctrico. Fundamentalmente, estos incentivos consisten en reducciones y exenciones de impuestos y pagos de primas. Cada país europeo esta regulado de una manera distinta por lo que comentaremos a continuación las principales características de cada uno de los países.

⁴ European Automobile Manufacturers Association (2018). *ACEA Tax Guide*. Recuperado el 2018, de www.acea.be/uploads/news_documents/ACEA_Tax_Guide_2018.pdf

- Austria:

Los vehículos eléctricos están exentos del impuesto sobre el consumo de combustible/contaminación, el impuesto sobre la propiedad y el impuesto sobre vehículos de la empresa. Además, se aplica una deducción del IVA para los automóviles que emiten cero emisiones de CO₂ (tanto los automóviles eléctricos como los de hidrógeno). El club automovilístico austriaco ÖAMTC publica los incentivos otorgados por las distintas autoridades locales en su sitio web.

- Bélgica:

Los vehículos eléctricos pagan la tasa más baja atendiendo al impuesto anual de circulación. En Bruselas capital, los incentivos financieros se aplican a las empresas de vehículos eléctricos, híbridos o de pilas de combustible. En Flandes, los vehículos híbridos eléctricos y enchufables (hasta el 31 de diciembre de 2020) están exentos del impuesto de matriculación. Asimismo, se otorgan incentivos (bonos de emisión cero) para la compra de automóviles y furgonetas eléctricos y de hidrógeno. La tasa de deducibilidad de los ingresos corporativos de los gastos relacionados con el uso de automóviles de la empresa es del 120% para vehículos con cero emisiones.

- Bulgaria:

Los vehículos eléctricos están exentos del impuesto a la propiedad.

- Chipre:

Los vehículos que emiten menos de 120 gramos de dióxido de carbono por kilómetro están exentos del impuesto de matriculación y pagan la tasa más baja de impuestos según el impuesto anual de circulación.

- República Checa:

Los vehículos eléctricos, híbridos y otros vehículos de combustible alternativo están exentos del impuesto de circulación.

- Dinamarca:

En 2017 los vehículos eléctricos pagaron solo el 40% del impuesto de matriculación. En 2018 este porcentaje se incrementará gradualmente en un 65%, en 2019 un 90% y en 2020 alcanzará el 100%. Los vehículos propulsados por hidrógeno y pilas de combustible están exentos del impuesto de matriculación hasta finales de 2020.

- Finlandia:

Los vehículos eléctricos puros pagan el nivel mínimo del impuesto de registro.

- Francia:

Las distintas regiones tienen la opción de proporcionar una exención del impuesto de registro (total o del 50%) para vehículos de combustible alternativo. Vehículos de combustible alternativos incluye a eléctricos, híbridos, vehículos de gas natural, GLP (gas licuado del petróleo) y E85 (85% etanol). Los vehículos eléctricos y los vehículos que emiten menos de 60 gramos de dióxido de carbono por kilómetro no están sujetos al impuesto sobre los automóviles de la empresa. Los vehículos eléctricos e híbridos que emiten 20 g/km o menos de dióxido de carbono se benefician de una prima de 6.000 € en concepto de bonificación. Además, existe un plan de incentivos que concede un extra de 4.000 € para cambiar un vehículo diesel de once años o más por un nuevo BEV (o 2.500 € en caso es un PHEV).

- Letonia:

Los vehículos eléctricos puros pagan la tarifa más baja por las inspecciones técnicas anuales y el importe menor por el impuesto de automóviles de la compañía.

- Luxemburgo:

Los vehículos eléctricos y de pila de combustible se benefician de una desgravación fiscal sobre las tasas de registro de 5.000 euros. Los vehículos eléctricos también pagan la tasa mínima del impuesto anual de circulación. Los automóviles eléctricos y de hidrógeno puros pagan el impuesto más bajo sobre los beneficios en especie para el uso privado de vehículos de empresa.

- Malta:

El impuesto de matriculación se basa en la longitud de los vehículos, las emisiones y la edad. Para vehículos eléctricos puros, el impuesto a las emisiones es cero.

- Países Bajos:

Los automóviles con cero emisiones están exentos del pago del impuesto de matriculación. Los automóviles de pasajeros con cero emisiones de dióxido de carbono están exentos del impuesto a los vehículos de motor hasta 2020 inclusive. Los autos de cero emisiones pagan el porcentaje más bajo (4%) del impuesto sobre la renta sobre el uso privado de un vehículos de empresa.

- Polonia:

Los vehículos eléctricos y eléctricos enchufables están exentos del impuesto de registro.

- Portugal:

El IVA es deducible para vehículos eléctricos cuyo precio de adquisición sea inferior a 62.000€ e híbridos enchufables cuyo precio de adquisición sea inferior a 50.000€. Los automóviles eléctricos puros están exentos del impuesto de registro (Imposto Sobre Vehículos o ISV). Los vehículos híbridos enchufables con modo eléctrico de hasta 25 km se benefician de una reducción del 75% del impuesto.

- Rumanía:

Un plan de incentivos concede 10.000 € para la compra de un nuevo vehículo eléctrico puro (más 1.500 € para el desguace de un vehículo con antigüedad superior a ocho años) y € 4,500 para la compra de un nuevo vehículo híbrido. Los vehículos eléctricos están exentos del impuesto de propiedad.

- Eslovaquia:

Los vehículos eléctricos puros pagan la cantidad más baja para el impuesto de matriculación (33€) y están exentos del impuesto a los vehículos de motor. Los híbridos y los vehículos de gas natural (GNC) se benefician de una reducción del 50% del impuesto.

- Eslovenia:

Un programa de incentivos otorga 7.500€ para un nuevo vehículo eléctrico con cero emisiones, 4.500 € para un nuevo vehículo eléctrico con cero emisiones o un vehículo impulsado por electricidad, 4.500 € para un nuevo híbrido enchufable o un nuevo vehículo eléctrico con un extensor de alcance, con emisiones inferiores a 50 gramos de CO₂/km, 3.000€ por un nuevo vehículo eléctrico con cero emisiones o un vehículo impulsado por electricidad, 1.000€ por un nuevo vehículo eléctrico con cero emisiones, 500€ por un nuevo vehículo eléctrico con cero emisiones, 200€ por un nuevo vehículo eléctrico con cero emisiones. Además, los BEV pagan la tasa más baja (0,5%) de impuestos sobre vehículos de motor.

- España:

Los principales ayuntamientos, como son Madrid, Barcelona, Zaragoza y Valencia, están reduciendo el impuesto anual de circulación (impuesto de propiedad) para vehículos eléctricos y de bajo consumo en un 75%. Se aplican reducciones en los impuestos a los vehículos de empresa para vehículos híbridos eléctricos y enchufables (30%) y para vehículos híbridos, de GLP y de gas natural (20%).

- Suecia:

El Klimatbonus es un bono que se otorga por la compra de vehículos nuevos con emisiones de CO₂ de un máximo de 60 g/km. Se extiende desde 60.000 coronas suecas para vehículos eléctricos con cero emisiones a PHEV con emisión de 60 g/km. Los automóviles eléctricos y los híbridos enchufables están exentos de pagar el impuesto anual de circulación durante cinco años. Se aplica una reducción del 40% en los impuestos a los automóviles de la compañía para vehículos eléctricos e híbridos enchufables.

- Reino Unido:

Desde abril de 2018 hasta marzo de 2021, la medida 100% “First Year Allowance” se extiende a todos los negocios que adquieran vehículos de bajas emisiones (menos de 50 g/km). Además, los vehículos de cero emisiones conllevan un impuesto nulo especial sobre vehículos. Las emisiones ultra bajas y los vehículos eléctricos pagan tasas reducidas de impuestos sobre automóviles.

Croacia, Estonia y Lituania no cuentan con ningún incentivo económico para el desarrollo del vehículo eléctrico.

2.6. Carsharing

El carsharing es un servicio de alquiler de vehículos por horas, distanciándose así de los alquileres vacacionales en los que se posee un vehículo durante días o semanas (alquiler tradicional). Asimismo, a diferencia con el carpooling (compartir coche), mediante el carsharing el usuario siempre tendrá acceso a un vehículo que dispondrá de forma privada.

2.6.1. Una forma de introducir el VE

Las mega-tendencias, la tecnología punta y con ella las nuevas regulaciones, están transformando la movilidad urbana. El futuro del transporte urbano es incierto; podría decirse que nos encontramos en un momento de transición. Estamos ante una nueva era en la que hay cabida para nuevos modelos de negocio.

El uso compartido del automóvil también permite a las personas beneficiarse del uso del vehículo evitando los costes fijos y las responsabilidades asociadas a la propiedad, ya que el mantenimiento, las reparaciones y los costos del seguro están incluidos en la tarifa de uso compartido del automóvil. El carsharing ofrece a los consumidores la oportunidad de convertir los costes fijos de poseer automóviles corporativos en costes variables, al alquilar pagando en función del tiempo. Gracias al carsharing el usuario unicamnete es responsable del vehículo el tiempo de uso, por lo que la carga disminuye.

Relacionado con lo anterior, contribuye también a la reducción del impacto mediambiental no sólo porque frena el consumo masivo sino también porque el uso compartido de automóviles está evolucionando como un servicio más flexible. Hablamos del servicio de sólo ida que ofrece actualmente. El uso del automóvil de ida y vuelta requiere que uno regrese a la estación designada desde la cual se alquiló el vehículo. Sin embargo, el uso compartido de automóviles en un solo sentido permite devolver un automóvil a una estación diferente a la que se alquiló, reduciendo así la congestión urbana. Shaheen (MDPI, 2018) examinó esta cuestión y determinó que el principal beneficio del uso compartido de automóviles en un solo sentido fue la flexibilidad del servicio, mientras que la principal limitación fue una menor certeza en la reserva y la disponibilidad de estacionamiento. Firnkorn y Müller (2011) analizaron los efectos medioambientales del servicio de Car2go de un solo sentido en Ulm, Alemania. En su estudio, se tomó en consideración el cambio del transporte público o el uso del automóvil privado para contrastarlo con el compartir vehículos, lo que resultó en una reducción promedio de 312 a 146 kg de dióxido de carbono al año para los que comparten el automóvil.

Por otro lado, las flotas de vehículos suelen ser modelos pequeños como Smart y Mini entre otros, ya que las áreas de negocio del carsharing suelen ser los centros de las ciudades, lo que asegura al usuario aparcar fácilmente. Además, las empresas tienen acuerdos con las autoridades de las distintas ciudades. Lo que ganan las autoridades de estos acuerdos es reducir las emisiones de gases contaminantes. De hecho, tanto es así que en 2014 Car2go paró su negocio en Londres tras doce meses por falta de permiso de aparcamiento.

Por añaditura, el carsharing pretende enganchar a los conductores al coche eléctrico; podemos considerarlo como un acelerador del crecimiento del coche eléctrico. El carsharing eléctrico es una forma de comprender y comprobar el funcionamiento de los vehículos eléctricos en relación al vehículo de combustión: facilidad de conducción, ausencia de ruido y consumo, la comprobación de que la autonomía no es un problema para el día a día. Otro factor clave que proporciona el e-carsharing respecto al vehículo eléctrico en general es que poco a poco va creando las infraestructuras necesarias para su uso y facilita su introducción. Los e-carsharing son la primera toma de contacto entre usuarios y vehículos eléctricos.

Desde otro punto de vista, supondría un gran avance que las empresas adquiriesen sus flotas de vehículos a base de vehículo eléctricos. Según el IFA (Instituto Alemán para la Industria Automotriz) para 2020 se espera que los costes totales de propiedad de un vehículo eléctrico (esto incluye costes de adquisición, consumo de energía eléctrica, mantenimiento y reparación) sigan disminuyendo, hasta llegar a ser un 3,2% más económicos que los vehículos convencionales de combustión y esto excluyendo las ayudas y subvenciones que las administraciones ofrecen a los consumidores (Power2Drive, 2018). La flota de vehículos eléctricos es rentable desde la adquisición. En la reciente publicación de Power2Drive (Power2Drive, 2018) se pone de manifiesto lo siguiente: “hoy el precio de compra apenas supone diferencia entre coche de combustión y uno eléctrico. Y en el caso de los vehículos industriales que se utilizan y amortizan en régimen de leasing, a las empresas cada vez les es más ventajoso optar por la variante eléctrica”. Esto en cuanto a porqué beneficia a las empresas el adquirir sus flotas de vehículos eléctricos, pero la razón por la que a la sociedad en general le interesa es porque, al igual que con el carsharing, supone una inversión en estructuras,

aumentando así los puntos de recarga. Al proporcionar las empresas a sus trabajadores vehículos eléctricos no solo añaden puntos de recarga en sus hogares sino también en las oficinas, como mínimo. Produciéndose así un aumento de infraestructuras y fomentando la transformación en la movilidad urbana.

“Nuestros usuarios hacen un uso más responsable y racional del coche, ya que al percibir el coste del trayecto de forma inmediata, lo utilizan exclusivamente cuando es necesario. La mayor parte de sus viajes los realizan en transporte público, taxi, bicicleta o a pie”, asegura Jorge González-Iglesias (Ethic, 2015), consejero delegado de la española Blue Move.

2.6.2. Factores motivacionales del carsharing

La forma de consumo actual se resume en lo siguiente: clientes que obtienen propiedad comprando productos y con ello el derecho de usarlos. Por el contrario, el servicio de alquiler permite a los clientes usar el producto en un periodo de tiempo específico. La base del servicio de alquiler es que los activos se pueden usar continuamente para más de un individuo (es decir, compartiendo) durante un período de tiempo. En cambio el dueño de un bien, goza del uso ilimitado del activo. Los servicios que permiten a los clientes acceder a los bienes, como el carsharing, están ganando terreno como alternativa a la propiedad. Poseer un bien conlleva a una serie de riesgos y responsabilidades y el carsharing permite a sus usuarios evitarlo.

Las principales diferencias entre compras y alquileres se especifican en la teoría “Burden of Ownership”, en español, *Carga de la propiedad* (Moeller y Wittkowski, 2010) y trata los posibles riesgos relacionados con la adquisición de bienes. La percepción de riesgo que tenga el cliente estará basada en los resultados cuyas consecuencias son impredecibles, normalmente consecuencias negativas. Sweeney (Sweeney, J., Soutar, G.N., & Johnson, L.W., 1999) señaló que la percepción del riesgo es una predicción subjetiva del alcance de las pérdidas. Jacob y Kaplan (Association for Consumer Research, 1972) desarrollaron algo más la percepción del riesgo, que

definieron como un concepto multidimensional que incluye riesgos económicos, de rendimiento, físicos, psicológicos y sociales. Existen distintas teorías acerca del riesgo como aquella que expone que la decisión de compra de los clientes puede enfocarse en diferentes ángulos como riesgo económico, riesgo de rendimiento, riesgo psicológico, riesgo de tiempo y riesgo social (DelVecchio y Smith, 2005).

❖ Riesgo económico:

Es el riesgo subyacente en el desembolso económico, no sólo inicial sino también a lo largo de la vida útil del bien. Hablamos del coste de adquisición, del seguro, de las reparaciones, ITV y gastos de aparcamiento. Comparado con ser propietarios de un bien, el servicio basado en el uso solo requiere que los clientes paguen un cierto porcentaje de la tarifa, si hablamos del carsharing, en función del tiempo de uso. Este tipo de gasto es mucho más bajo que el gasto de compra del producto. Aunque el coste de alquiler a largo plazo es más alto que el coste de compra, el importe del alquiler es más bajo y más predecible (O'Connor, 1994).

❖ Riesgo de utilidad:

Se refiere a la incertidumbre en el individuo sobre si el bien desempeñará correctamente su función. El usuario no tiene la certeza de que el servicio vaya a cubrir las necesidades en cuestión. Debido a las responsabilidades del propietario en el mantenimiento y reemplazo del producto; el riesgo de alto rendimiento causa después de la compra de un costo adicional y el costo físico y mental causado por el bajo rendimiento. En resumen, teniendo en cuenta el fuerte desembolso, el cliente se plantea si el vehículo propio suplirá sus necesidades de transporte.

❖ Riesgo psicológico:

El riesgo psicológico se refiere a la influencia psicológica negativa de los clientes causada por no elegir el producto idóneo según Murphy y Enis (Brennan, Canning y McDowell, 1986). El alto riesgo psicológico significa la duda de los clientes sobre las

habilidades propias. Como resultado, si los clientes tienen una mayor percepción de riesgo psicológico, disminuirá la disposición a poseer la propiedad.

❖ Riesgo temporal:

El riesgo temporal se refiere al tiempo empleado en encontrar un bien. La compra de productos, especialmente si se trata de productos caros, requiere de una tediosa labor de búsqueda que incluye buscar y contrastar información; lo cual implica mucho tiempo. Aun así, hoy en día con la popularidad de Internet la búsqueda, comparación y pago se han vuelto algo más rápido y fácil, se logra un mayor rendimiento de compra en Internet. En definitiva, los clientes de mayor percepción de riesgo temporal buscan una menor disposición de la propiedad.

❖ Riesgo social:

Es la percepción propia del individuo. En el estudio llevado a cabo se demostró que las personas se preocupaban más por la pobreza que podrían aparentar al hacer uso del carsharing que lo que se esperaba a priori: que el usuario se avergonzará de no compartir o no ser responsable con el medioambiente.

2.6.3. El Carsharing en cifras

Cuanto más uso se haga del carsharing, más datos se rastrean y por tanto, se llega a un mayor conocimiento de los usuarios y sus preferencias. Además, esto conlleva a mejores proyectos de movilidad y a poder agilizar el tráfico de las calles.

Según Deloitte (Deloitte, 2017) Europa representa más del 50% del mercado global de carsharing con 5,8 millones de usuarios y aproximadamente 68.000 coches en 2016. La ciudad europea cuyo mercado de carsharing es más amplio es Alemania, cuyo crecimiento se ha acelerado desde 2012.

Para la disminución de la propiedad, en lo referente al automóvil, se necesita principalmente un cambio de mentalidad en la sociedad. Cuanto mayor sea el cambio mental necesario, más lento será el cambio hacia la movilidad como un servicio (MaaS, del inglés “Mobility as a Service”). El principal modelo comercial de la industria automotriz hoy depende de la propiedad de automóviles. Sin embargo, el 50% de los propietarios de automóviles actuales no tienen planes de poseer un vehículo en 2025 (KPMG 2017). Esto implicaría una caída drástica de los ingresos para la industria automotriz actual, y la disrupción del modelo comercial sería aún más dramática. La tendencia entre los consumidores no es tan fuerte todavía, pero es reconocible. Esto podría mostrar que el cliente aún no puede abandonar la propiedad del automóvil y solo tenderá hacia conceptos de movilidad de economía compartida cuando el coste y la incomodidad de un vehículo propio se vuelvan significativamente más altos que la utilidad de la propiedad del automóvil.

Car2Go fue el servicio pionero cuyo grupo propietario es Mercedes y Smart. Emov, del Grupo PSA (Citroën, Peugeot, DS y Opel). Asimismo, recientemente se ha producido una alianza entre Renault y Ferrovial creando el servicio Zity. Otros como BMW colaboran con Uber y tienen ya su propio servicio. SEAT activará su propio servicio este año 2018. Asimismo, KIA acaba de anunciar su intención tras exponer su visión sobre el futuro de la movilidad en el concepto que está desarrollando “Boundless for all” (movilidad ilimitada para todos).

CAPÍTULO III: EL VEHÍCULO DE HIDRÓGENO

3.1. Introducción

El hidrógeno es el elemento más abundante de la Tierra por lo que no es de extrañar que haya acabado siendo usado como combustible de vehículos. Los vehículos de pilas de combustible no son algo nuevo, las células de combustible de hidrógeno fueron inventadas en 1839 por William Robert Grove. Sin embargo, el vehículo de pila de combustible de hidrógeno no se creó hasta 127 años más tarde. En 2002, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos certificó el Honda FCX, lo que lo clasificaba como el primer vehículo de pila de combustible de hidrógeno homologado para uso comercial. En 2003, Reino Unido construyó un coche de pila de combustible de hidrógeno al que denominó BOC Gh2ost.

Los vehículos de hidrógeno se propulsan mediante la conversión de hidrógeno y oxígeno ambiental en electricidad a través de una reacción electroquímica en la pila de células de combustible. Las pilas de combustible de hidrógeno son dispositivos que convierten éste directamente en energía eléctrica, agua y calor. En la mayoría de los vehículos de pila de combustible de hidrógeno, una combinación de motor y célula de combustible de alta potencia proporciona propulsión en lugar de un motor de combustión interna. Lo único que desprenden al medioambiente es una voluta de vapor. Al igual que los vehículos eléctricos enchufables, no emiten gases perjudiciales y por tanto, son una buena opción hacia un futuro sin emisiones.

En el contexto de movilidad sostenible, el vehículo de hidrógeno cuenta con las mayores ventajas del vehículo de combustión tradicional: gran autonomía y rapidez al repostar. Se soluciona así con el vehículo de hidrógeno los problemas de autonomía que planteaban los vehículos eléctricos. Por ello, podría decirse que es el combustible ideal para sustituir a los combustibles fósiles.

Este último año 2017 se descubrió (KPMG 2017) que la mayoría de los ejecutivos de la industria automotriz cree que los autos que funcionan con baterías fallarán en última instancia, y que el hidrógeno ofrecerá un gran avance para la movilidad eléctrica.

De acorde con las estimaciones del Consejo del Hidrógeno (KPMG 2017), en el año 2030 uno de cada doce automóviles en Corea del Sur, Alemania, Japón, California, y posiblemente China, funcionará a base de hidrógeno. Para 2040 este porcentaje se multiplicaría por dos.

Ya lo dijo Julio Verne en 1874: “El agua será el combustible del futuro. La energía del mañana será agua disociada en hidrógeno y oxígeno mediante la electricidad. Estos elementos garantizarán el suministro energético del planeta durante un periodo de tiempo indefinido” (Verne, 2007).

3.2. Funcionamiento

Una pila de combustible no quema el hidrógeno; hace que el oxígeno se fusione químicamente con el oxígeno del aire para producir agua. En el proceso, que se asemeja a lo que sucede en una batería, se libera electricidad que se utiliza para alimentar el motor que conduce el vehículo. Como consecuencia, el único desecho que se forma en el proceso es agua totalmente pura.

El presidente de la Asociación Española del Hidrógeno (AEH) afirma que los vehículos de pila de combustible ofrecen 600 kilómetros de autonomía con un repostaje de cinco minutos, parecido al repostaje del coche de combustible fósil, mientras que los vehículos eléctricos actuales tardan varias horas en cargarse.

Pero al hablar del funcionamiento del vehículo de hidrógeno no sólo debemos tratar su motor, sino también el proceso que se lleva a cabo para obtener el hidrógeno que funcionará como combustible. El hidrógeno en la naturaleza no se encuentra en estado puro y por ello hay que llevar a cabo una técnica de obtención. Hay distintas maneras de

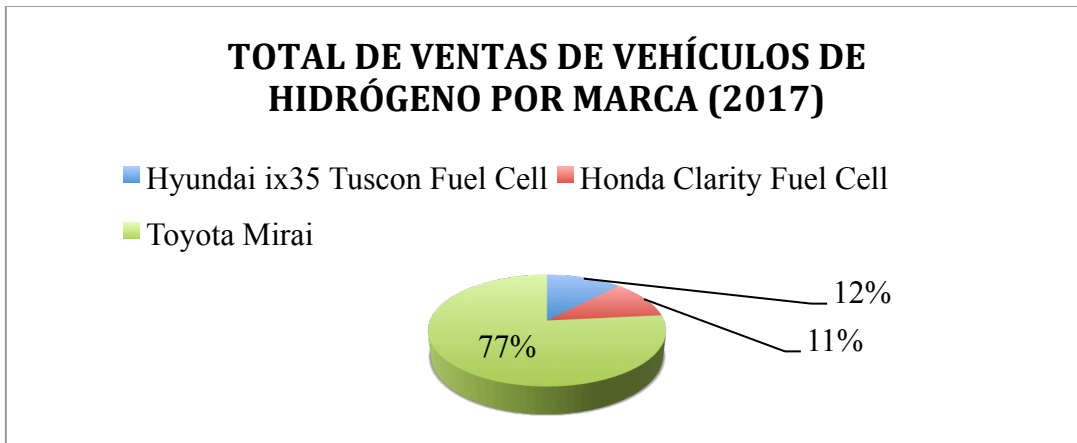
hacerlo. Un método de obtención del hidrógeno es la electrolisis. La electrolisis es un proceso en el cual se hace uso de una corriente eléctrica para disociar la molécula de agua en sus componentes: oxígeno e hidrógeno. Aparte de la electrolisis, existen otros dos métodos industriales para obtener hidrógeno: la transformación molecular y la gasificación del carbón.

La electrolisis es en realidad el proceso inverso a la combustión de hidrógeno y oxígeno. Mientras dicha combustión libera energía al combinar hidrógeno y oxígeno para formar agua, la electrolisis se encarga de proporcionar esa misma cantidad de energía para volver a separarlos. Esto hace que el balance energético sea igual a cero, o sea que si se gasta energía del alternador (el cual se obtiene del motor y, por ende, del combustible) para producir la electrolisis y luego el hidrógeno obtenido combustiona dentro del motor, la energía desarrollada por el motor sería equivalente a la que se consumió de él mediante la electrolisis. Pero, ninguno de los procesos involucrados es ideal y cada uno de ellos tiene una eficiencia energética muy inferior al 100%. Una buena y eficiente electrolisis rinde típicamente un 50%, perdiéndose en el proceso la mitad de la energía invertida. Por lo tanto, se requiere más energía para hacer funcionar las células de electrolisis que la que se puede extraer de la combustión de la mezcla resultante de hidrógeno y oxígeno.

La electrolisis es una medida no perjudicial para el medioambiente pero no todas las formas de obtener hidrógeno lo son. Actualmente solo el 5% de la obtención de hidrógeno se hace mediante electrolisis; esto no garantiza que sea a partir de fuentes sostenibles. La industria y los gobiernos son conscientes de este hecho y por eso se están tomando medidas como la que ha tomado el Gobierno de California de obligar a que al menos el 33% (50% a partir de 2020) del hidrógeno suministrado en estaciones de servicio de vehículos de hidrógeno provenga de fuentes de energía limpia. Consecuentemente, se obliga a los productores del gas a tomar medidas a favor del medio ambiente y a garantizar que el cambio de modelo en movilidad es sea realmente “eco-friendly”. Son muchos los países que ya están iniciando su proceso de cambio del combustible fósil al hidrógeno mediante programas de desarrollo de infraestructuras y ayudas a la adquisición de vehículos.

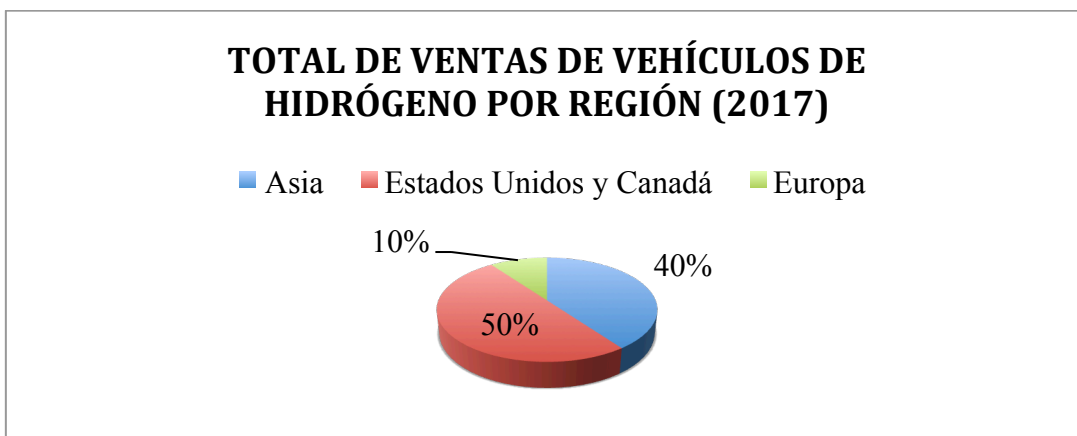
3.3. El mercado del vehículo de hidrógeno

En los últimos años, los fabricantes de automóviles como Hyundai, Toyota y Honda se han desarrollado y comenzaron a vender automóviles impulsados por hidrógeno. Estas son las principales marcas que comercializan los vehículos de hidrógeno y los modelos con mayores ventas se representan en el siguiente gráfico.



4. Ventas vehículos de hidrógeno por marca. Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos de Information Trends*⁵

En el gráfico que se expone a continuación aparece las ventas por áreas geográficas a nivel mundial. Observamos como Europa supone un 10% de las ventas.



5. Ventas vehículos de hidrógeno por región. Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos de Information Trends*

⁵ “Information Trends is a reputable market research, consulting and advisory services firm based in the Washington D.C. metro area. It is headed by market research industry veteran, Naqi Jaffery, formerly of Gartner.”

3.4. Invertir en infraestructuras

Para tratar este tema comenzaremos haciendo referencia a una entrevista a Javier Brey, presidente de la AEH en marzo de este mismo año (Brey, 2018).

En ella, Javier Brey exponía que para que el sistema de hidrógeno crezca en Europa falta una estrategia. En países como España no se comercializan aun los vehículos de hidrogeno porque aun no hay infraestructura. Ninguna empresa va a querer traer su negocio si no ve que haya una estrategia de país que apueste por el hidrógeno. Países que sí que están llevando a cabo estrategias de negocio: Alemania, Reino Unido o países asiáticos y americanos.

Además, una hidrogenera cuesta en torno al medio millón de euros, lo cual es tremendamente barato si lo comparas con un cargador rápido de Tesla.

Javier Brey destacó que este sector en España tiene por delante un crecimiento potencial que en los próximos quince años puede sobrepasar los 71 millones de euros actuales, y alcanzar exclusivamente en España los 22.000 millones. A su vez, se generarían 227.000 nuevos empleos directos e indirectos. Estos datos proceden de las expectativas de creación de empleo de estas tecnologías en España por la Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y las Pilas de Combustible (PTE HPC). El crecimiento de este sector también se está dando en Estados Unidos y en el resto de Europa y se basa en la identificación de distintos nichos de mercado dónde estas tecnologías tengan cabida. Esta tendencia actual del continente europeo es la búsqueda de soluciones que permitan descarbonizar la energía y la economía.

Más allá de todo esto, la Comisión Europea está tomando medidas al respecto. Como anuncia la Comisión Europea, un proyecto llamado HyFIVE, espera construir seis estaciones de reabastecimiento de combustible y habrá desplegado 185 automóviles con celda de combustible en ciudades como Londres, Copenhague, Stuttgart, Munich, Innsbruck y Bolzano para el año 2018. HyFIVE tiene su sede en Greater London Authority y es una colaboración con la Comisión Europea, que espera romper la situación actual de estancamiento en la que los productores de automóviles no quieren

producir vehículos de hidrógeno hasta que haya más puntos de recarga. HyFIVE está estableciendo acuerdos entre fabricantes de automóviles como BMW, Daimler, Honda, Hyundai y Toyota, y proveedores de estaciones de servicio: Air Products, Danish Hydrogen Fuel, ITM Power, Linde y OMV. Económicamente el aporte realizado por la Unión Europea ha sido de 15 millones de dólares mientras que los socios del proyecto han contribuido con 17 millones de dólares. Uno de los principales retos ha sido encontrar terrenos disponibles para las estaciones de servicio, especialmente en Londres debido a los altos costes de los terrenos disponibles. La disponibilidad de estas estaciones de repostaje suponen la posibilidad de viajar por toda Europa, desde Bergen en Noruega hasta Bolzano, Italia.

3.5. Efecto en el medioambiente

Como hemos visto anteriormente, las pilas de combustible de hidrógeno no contaminan en absoluto. El proceso llevado a cabo por el vehículo de hidrógeno será tan amigable con el medioambiente como lo sea el proceso de obtención, es decir, la propia producción de hidrógeno. Sí, el hidrógeno es el elemento más abundante de la Tierra; no obstante, no se encuentra en estado puro.

Pero si a esto le sumamos una obtención del hidrógeno con cero emisiones, el impacto al medioambiente es nulo. Como ya hemos mencionado anteriormente, una forma de lograrlo es mediante la electrolisis.

Por otra parte, como ya ocurría con el vehículo eléctrico a diferencia del vehículo de combustión tradicional, no hace ruido; se elimina por completo la contaminación acústica proveniente del transporte urbano.

3.6. Almacenamiento del hidrógeno

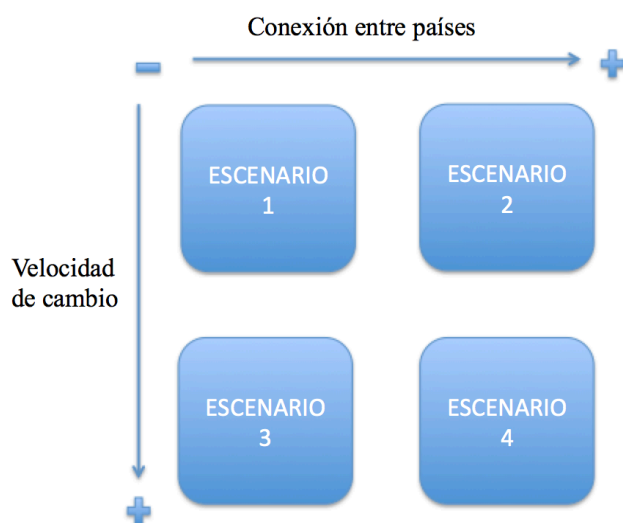
La gran desventaja del hidrógeno como medio de almacenamiento de energía es su baja densidad por lo que hay que comprimirlo o licuarlo. Lo que supone un extra de energía. El almacenamiento de hidrógeno en estado gas generalmente requiere tanques de alta presión. Por otra parte, el almacenamiento de hidrógeno en estado líquido requiere temperaturas criogénicas ya que el punto de ebullición del hidrógeno a una presión atmosférica es de -252,8 grados centígrados.

En cuanto a seguridad, no hay peligro de explosión cuando el hidrógeno está en un tanque. El hidrógeno es una fuente de energía inflamable en contacto con el aire, al igual que cualquier otro combustible. Sin embargo, los exámenes de riesgo llevados a cabo por distintos organismos muestran que el hidrógeno no es más peligroso que el combustible fósil. Además, el hidrógeno lleva una larga trayectoria de uso comercial. Se ha utilizado forma segura durante más de cien años en grandes cantidades, incluso en la industria química. El contenido de energía de los tanques de hidrógeno en los vehículos es típicamente menor que el de los vehículos regulares de gasolina o diesel. La industria automotriz ha aceptado globalmente una presión de 700 bares para el hidrógeno en los automóviles; la presión de los sistemas de almacenamiento de hidrógeno es mecánicamente controlable. Los vehículos de hidrógeno han pasado por las pruebas del ciclo completo de desarrollo de los fabricantes de automóviles, incluidas las pruebas de choque. Por tanto, están autorizados para el uso en carretera. En definitiva, los vehículos son tan seguros como los vehículos convencionales.

CAPÍTULO IV: POSIBLES ESCENARIOS EUROPEOS EN 2015

Para estudiar los posibles escenarios en 2050 analizaremos la situación atendiendo a dos variables: la conexión entre países y la velocidad de cambio. Elegimos estas variables a raíz del estudio llevado a cabo por Levis Strauss & Co en 2010 (Levis Struss & Co, 2010). El estudio se titulaba *Fashion Futures 2025 – global scenarios for a sustainable fashion industry*. Se realizó con la colaboración de *Forum for the future* con el objetivo de afrontar los futuros retos que presentaba la industria de la moda. Para la consecución de este estudio se analizaron dos variables: la conexión mundial y la velocidad de cambio. Los investigadores eligieron estas dos variables pues eran factores determinantes con alto grado de incertidumbre, además de ser variables independientes. La primera variable, la conexión entre países, ofrece dos puntos extremos. Por un lado, países perfectamente conectados, con bajas barreras de entrada y un alto grado de homogeneización de culturas. Por otro lado, países poco conectados, hablamos de una Europa fragmentada. La segunda variable, la velocidad de cambio, ofrece una visión enfocada al consumo.

Estas posiciones de las dos variables definen cuatro posibles escenarios para 2050 que definiremos uno a uno. Para una más fácil visualización, presentamos el siguiente esquema.



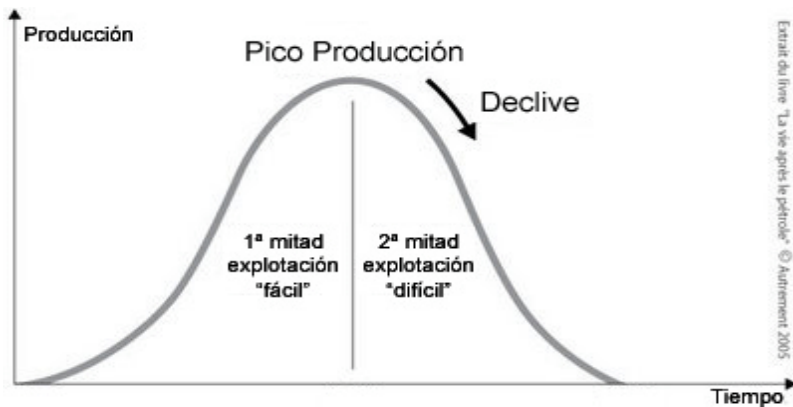
6. Posibles escenarios 2050 Europa. Fuente: elaboración propia.

❖ ESCENARIO 1:

Cuando a una débil conexión entre países le añades una lenta velocidad de cambio, se crea el primer escenario o escenario pesimista. Se trata de un escenario en el que el consumidor de vehículos se resiste a abandonar el modelo de propiedad tradicional, si bien existen opciones de propiedad compartida y pago por uso (en la proporción existente actualmente). El no haber desarrollado en mayor extensión economías colaborativas u otras alternativas como la economía circular (que trataremos en el escenario optimista), se refleja en un materialismo descontrolado y un consumo masivo con crecimiento desmesurado. Para los fabricantes, el modelo de comercialización cambia poco: seguirán apostando por crear vehículos atractivos para los distintos segmentos de clientes, incorporando mejoras que conquisten al futuro propietario del automóvil.

Hablamos de un escenario en el que las políticas regulatorias no se han llevado a cabo y no se ha hecho uso de las subvenciones que actualmente ya se ponen a disposición del ciudadano, más allá de lo que se ha venido haciendo uso hasta ahora. No se logra una ley europea unificadora que permita regular la utilización masiva de vehículos.

El petróleo se convierte en el bien máspreciado del mundo, por ser escaso y necesario. Sabemos que el petróleo es un recurso no renovable además de limitado, de ahí que haya habido tantos estudios para estimar cuál será el momento en el que la producción de petróleo llegue a su máximo. M. K. Hubbert fue el primero en estudiarlo en 1956 desarrollando la Teoría del pico de Hubbert. En ella se expone que la cantidad total de petróleo es el área comprendida bajo una curva acampanada. Asimismo, estableció que la producción acumulativa de petróleo sigue una curva logística, por lo que la producción anual se ajusta a su primera derivada, la llamada curva de Hubbert.



7. Curva de Hubbert. Fuente: Les ciencias en bloc 2017.

Algunos expertos como Bakhtiari (Bakhtiari, 2004) o Deffeyes (Deffeyes, 2006) aseguran que el pico de producción (ver gráfico) ya se alcanzó 10 años atrás. Posicionándonos en estas afirmaciones, y teniendo en cuenta el ritmo al que crece la población y la demanda mundial de combustibles fósiles actual relacionada con el número de personas, para 2050 la humanidad necesitará el triple de materias primas que en la actualidad si seguimos utilizándolas como hasta el momento (AECOC, 2017). Los combustibles fósiles proporcionan aproximadamente el 80% de la energía consumida globalmente y actualmente alrededor de un 90% de la demanda de energía para el transporte procede de productos petrolíferos (OPEC 2017). Por lo tanto, basándonos en la teoría de Hubbert el petróleo sería un recurso prácticamente en extinción.

Si a esto le sumamos que para la fabricación de otro tipo de las infraestructuras que no dependan del petróleo sería necesario petróleo, nos encontraríamos ante una situación crítica. Se requiere de energía fósil, especialmente petróleo, para desarrollar e instalar otras alternativas. Por ejemplo, para fundir sílice en la fabricación de paneles solares o para producir e instalar turbinas eólicas.

Además, la contaminación producida por las emisiones prolongadas de gases de efecto invernadero habrían ocasionado subidas de la temperatura atmosférica de más de 4°C (ONU, 2015). Circunstancias que desencadenarían un cambio climático extremo. Las consecuencias se verían reflejadas en huracanes más intensos (más categorías 3, 4 y 5), mayor nivel medio del mar, mayores inundaciones costeras y mayor contraste entre las zonas de lluvias y zonas de sequía (ONU, 2015). Asimismo, el cambio climático

produciría interrupciones en la cadena de distribución y plantearía nuevos desafíos a las empresas logísticas. Todo esto traería consigo una inestabilidad política mayor.

❖ ESCENARIO 2:

Se trata de un escenario desarrollado a partir de la combinación de una alta conexión entre países pero una baja velocidad de cambio. El mundo baja de ritmo para dar paso a un mundo más sostenible, más ético. Se lucha por crear una economía que respete más al planeta. Y ello se ve reflejado en la reducción de emisiones de gases y cambio climático.

Los retrasos en adquirir los objetivos citados con anterioridad por la Comisión Europea, ocasionan una mayor regulación medioambiental hasta el punto de que haya asignaturas obligatorias en los colegios acerca de la “conciencia verde”. Las prioridades de las políticas nacionales para la investigación científica y tecnológica están orientadas a mejorar las huellas ambientales; todas las nuevas tecnologías deben pasar la prueba "Carbono, energía y recursos". Los productos que se consideran demasiado insostenibles, como los camiones livianos que consumen mucha gasolina y los vehículos deportivos utilitarios (SUV), han sido prohibidos en la mayoría de los países del mundo. El mundo todavía está luchando con los impactos del cambio climático, pero el acuerdo sobre el cambio climático global ha creado un marco mucho más sólido para el desarrollo. Todos los países reservan un porcentaje de los presupuestos anuales para la adaptación al cambio climático y se proporciona una financiación significativa para ayudar a los países de bajos ingresos. Los refugiados del cambio climático comparten las situaciones vividas con el resto de los países, concienciando a la población.

En este escenario se consolida el desarrollo de las economías colaborativas. Se ha llevado a cabo una adaptación lenta pero materializada en mejores acuerdos con empresas de carsharing. Poco a poco, se ha conseguido el cambio de mentalidad en la sociedad (que mencionábamos en el apartado de carsharing) necesario para dar el salto de los bienes en propiedad a su uso compartido.

La comunidad está muy conectada. Además, gracias a los sistemas de registro de datos que poseen los servicios de carsharing se mejora la congestión urbana.

Y no sólo los países de la Unión Europea están conectados entre ellos sino que también con el resto del mundo. Los países de la UE imitan a aquellos miembros que mejores planes han puesto en marcha para solucionar este tema.

❖ **ESCENARIO 3:**

El tercer escenario se forma a partir de una baja conexión entre países pero alta velocidad de cambio. Hablamos de una Europa fragmentada pero que ha permitido desarrollar el vehículo de hidrógeno en muchos países aislados. Hablamos de medidas regulatorias locales y adaptación a las economías domésticas.

Debido a que los intentos por mitigar el estilo de vida consumista no han dado resultado, los consumidores en la mayoría de los países continúan aspirando a poseer más bienes. Este escenario se distingue por la alta rotación y las tendencias que cambian rápidamente. La innovación tecnológica ha sido capaz de satisfacer estas aspiraciones en el mundo rico en muchas áreas, de ahí las grandes inversiones en infraestructuras del vehículo de hidrógeno que han permitido su desarrollo.

Las empresas más exitosas transfieren su identidad a una serie de marcas pequeñas y localizadas para prosperar, con oficinas centrales pequeñas o incluso virtuales. Los consumidores suelen ser extremadamente patrióticos, por lo que las empresas con un largo patrimonio local son más fuertes.

Además, la débil conexión entre los países europeos no da cabida a un sistema global y responsable de eliminación de desechos. En los sectores donde es fácil reciclar, los recursos sí se incorporan de nuevo en la cadena de suministro, pero el desperdicio sigue siendo un problema a nivel mundial. El vertido ilegal de desechos de la industria

continúa existiendo, la diferencia está en que se realiza en una escala más regionalizada que antes.

❖ **ESCENARIO 4:**

Con la combinación de una buena conexión entre países y una rápida velocidad de cambio, obtenemos el escenario 4 o escenario optimista. Es el escenario de una nueva era en la movilidad urbana en la que los países europeos están directamente conectados. El coche eléctrico se convierte en lo habitual, llegando a suponer un 80% de la cuota de vehículos.

Un escenario que causa la desaparición o renovación plena de empresas automovilísticas actuales. Además, el modelo de negocio predominante en el transporte se basa en una economía circular. Para entender este concepto, contextualizo el tema. Hasta ahora (2018), el modelo económico se ha basado en la economía lineal: coger, fabricar y desechar. Esto conlleva al consumo de grandes cantidades de energía y recursos. Lo que propone la economía circular es añadir una cuarta fase a este proceso: reutilizar. La economía circular supone una única vía para no agotar los recursos de la Tierra. Se trata de una economía reparadora y regenerativa; busca que los materiales con los que han sido concebidos los productos mantengan su utilidad y valor en todo momento.

Basamos los datos de este escenario en el estudio realizado por la EEA (EEA, 2017) en el que asumió una cuota de vehículos eléctricos del 80% para Europa en 2050. En su estudio, el resto de sectores y sus potenciales reducciones energéticas no se tuvieron en cuenta. Una cuota del 80% de vehículos eléctricos en 2050 supone la reducción de emisiones tanto de dióxido de carbono como de contaminantes atmosféricos del propio sector del transporte por carretera. Sin embargo, se daría un aumento de emisiones resultantes de la energía necesaria para desarrollar las infraestructuras necesarias. Aun así, las emisiones de CO₂ en el sector transporte por carretera superan las emisiones necesarias para llevar a cabo la inversión. Se evitaría una media de 255 Mt de CO₂ para

2050 (lo que corresponde a alrededor de un 10% de las emisiones totales de todos los sectores para es año). Esto se traduciría en un enfriamiento del planeta.

No obstante, cualquiera de las opciones anteriores (sobre todo las más disruptivas), requieren interconectar componentes de diferente origen, adecuar la legislación en materia de transporte, establecer modelos de prestación y pago de servicios por uso, entre otras. Estas medidas son incluso de forma individual, tareas tremendamente complejas. Los escenarios dos, tres y cuatro no podrán desarrollarse adecuadamente sin la colaboración estrecha entre organismos públicos y privados.

CAPÍTULO V: REFLEXIONES Y CONCLUSIÓN

El primer desarrollo clave en contra del cambio climático debe ser acelerar la transición hacia la movilidad sostenible. Para alcanzar los objetivos del acuerdo de París, las emisiones del transporte deben reducirse en más de un 80% para 2050. Por lo cual, en los próximos veinte años, Europa necesita la erradicación de los vehículos de motor convencionales si desea cumplir sus objetivos en París. Un cambio tan radical no puede lograrse mediante mejoras graduales en los vehículos existentes, se necesita de un cambio radical que sólo puede lograr el cambio a otros tipos de vehículos como son el vehículo eléctrico o el vehículo de hidrógeno.

La llegada de los vehículos eléctricos es inminente. No obstante, no se deben olvidar otras alternativas que como el vehículo de hidrógeno, que aunque actualmente está menos extendido que el vehículo eléctrico, presenta entre sus ventajas una autonomía de hasta 600 kilómetros, se reposta en unos cinco minutos y el hidrógeno se puede obtener a partir de la electrolisis y con esto hablaríamos de un proceso en absoluto contaminante.

La regulación de las autoridades es esencial para poner en marcha el mercado. No obstante, se han llevado a cabo medidas al respecto y nuevas leyes entrarán en vigor. Además, ya existe distintos sistemas de ayudas y subvenciones en los diferentes países de la Unión Europea.

Una de las carencias en la implantación de los modelos sostenibles de movilidad urbana es la falta de infraestructuras. Es por ello por lo que es necesario implementar una red de infraestructuras de recarga en los distintos países europeos. De ahí que, además de las medidas públicas necesarias que se han venido llevando a cabo, se necesita de inversión privada. A lo largo de este trabajo se ha expuesto como el e-carsharing supone una forma de introducir el vehículo eléctrico ya que supone un avance en cuanto a infraestructuras, sino porque también ayuda a asimilar al ciudadano la necesidad de dejar atrás el concepto de propiedad para incorporar el hacer uso de prestaciones de

servicios, obteniendo el mismo fin. Hasta ahora la sociedad ha vivido en un entorno donde los problemas derivados de poseer un coche propio se entienden como males necesarios para poder desplazarnos por nuestras ciudades. Pero el ciudadano ha de conocer que existen otros medios más allá de lo establecido actualmente y que es necesario un cambio drástico al respecto.

En cualquier caso, no se deberá valorar únicamente el aspecto económico de la transformación que necesita el transporte actual ya que sus beneficios van mucho más allá, como ha quedado reflejado en este estudio.

En este estudio se plantean cuatro posibles escenarios para 2050 en Europa. Estos escenarios se crean a partir de la configuración de dos preguntas claves. ¿Cómo de conectados están los países europeos? ¿A qué velocidad se produce el cambio? Se trata de las dos variables claves para enmarcar las diferencias entre los escenarios de 2050. Para contestar a la primera pregunta, clasificamos el escenario como conectado o fragmentado. Un escenario fragmentado sería aquel donde la globalización económica se ha expandido aún más, las barreras comerciales se han reducido, las comunicaciones están más unidas y las culturas son más similares. Por el contrario, un escenario fragmentado se caracterizaría por entidades regionales más fuertes e independientes, disminución del comercio a larga distancia y donde la globalización se ha invertido. En cuanto a la segunda pregunta, puede ser un cambio rápido o lento. Rápido, la velocidad se dispara tanto en comunicación como en capital, incluso en el ritmo de vida de las personas. En cambio, en un escenario de cambio lento la tasa de consumo disminuye; las culturas cambian más gradualmente.

Estos escenarios están diseñados como una herramienta para ayudar a las organizaciones a evaluar sus ideas, identificar nuevas oportunidades y planificar para el futuro. Al analizar cómo respondería cierta compañía ante cada escenario, se pueden desarrollar estrategias, productos y servicios que se adapten al futuro.

BIBLIOGRAFÍA

AECOC (2017). *Economía circular: hacia una menor utilización de los recursos*. Obtenido de www.aecoc.es/innovation-hub-noticias/economia-circular-hacia-una-menor-utilizacion-de-los-recursos/

Alfonsín, V. (2015). Simulation of a hydrogen hybrid battery-fuel cell vehicle. *Revista de la Facultad de Minas*. Volumen (82), p.9.

Aláez Alex (2010). Del motor de combustión interna al vehículo eléctrico: cuatro alternativas técnicas. Universidad de la Rioja, La Rioja.

ANFAC (2018). *Las matriculaciones de vehículos eléctricos e híbridos alcanzan las 6.182 unidades en febrero*. Recuperado de www.anfac.com/noticias.action

Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (2018). *España necesita un Plan Estratégico de Automoción para seguir siendo referencia a nivel mundial*. Recuperado el 1 de mayo de 2018, de www.anfac.com: <http://www.anfac.com/noticias.action>

Bakhtiari (2004). World oil production capacity model suggests output peak by 2006-2007.

Brennan, Canning y McDowell (1986). *Business to Business Marketing*. Obtenido de <https://books.google.es/books?id=r7hGBncHBYIC&pg=PA21&lpg=PA21&dq=murphy+enis+1986&source=bl&ots=XCWpcqrOsP&sig=IDXu-mtm1s65hhz1OkZppKJ07Vg&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjY796RsMLbAhVFOBQKHXCjCO0Q6AEIMTAB#v=onepage&q=murphy%20enis%201986&f=false>

Brey, J. (2018). Sin una estrategia de país, nadie venderá coches de hidrógeno. *Cinco Días*. (V. Castelló, Entrevistador)

Brown, E. G. (2015). *Joint Agency Staff Report on Assembly Bill 8: Assessment of Time and Cost Needed to Attain 100 Hydrogen Refueling Stations in California*. Recuperado el 2018, de California Air Resources Board: <http://www.energy.ca.gov/2015publications/CEC-600-2015-016/CEC-600-2015-016.pdf>

Comisión Europea (2018). *Una economía baja en carbono para 2050*. Obtenido de https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_es

Comisión Europea (2017). *Road transport: Reducing CO2 emissions from vehicles*. Obtenido de https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles_en

Consortium for Ocean Leadership (2013). *As CO₂ Approaches Symbolic Milestone, Scripps Launches Daily Keeling Curve Update*. Obtenido de <http://oceanleadership.org/as-co2-approaches-symbolic-milestone-scripps-launches-daily-keeling-curve-update/>

Deffeyes (2006). *Beyond oil: the view from Hubbert's peak*. Hill and Wang Publishers.

Deloitte (2017). *Carsharing in Europe*. Obtenido de <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/consumer-industrial-products/CIP-Automotive-Car-Sharing-in-Europe.pdf>

EEA (2016). *Transporte*. Obtenido de www.eea.europa.eu: <https://www.eea.europa.eu/es/themes/transport/intro#tab-publicaciones-relacionadas>

EEA (2016). *Electric vehicles in Europe*. Recuperado el 2018, de [Electric-vehicles2016_THAL16019ENN.pdf](https://www.eea.europa.eu/es/themes/transport/electric-vehicles2016_THAL16019ENN.pdf)

EEA (2017). *Environmental noise*. Obtenido de <https://www.eea.europa.eu/airs/2017/environment-and-health/environmental-noise#tab-based-on-indicators>

EEA (2017). *Electric vehicles and the energy sector - impacts on Europe's future emissions*. Obtenido de <https://www.eea.europa.eu/themes/transport/electric-vehicles/electric-vehicles-and-energy>

European Automobile Manufacturers Association (2018). *ACEA Tax Guide*. Recuperado el 2018, de www.acea.be/uploads/news_documents/ACEA_Tax_Guide_2018.pdf

European Commission (2018). *European Commission*. Recuperado el 1 de abril de 2018, de https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles_en

European Commission (2016). *Hydrogen drives Europe towards emissions-free transport*. Recuperado el 2017, de <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/news/hydrogen-drives-europe-towards-emissions-free-transport>

European Environment Agency (2017). *Managing exposure to noise in Europe*. Recuperado el 2017, de <https://www.eea.europa.eu/themes/human/noise/sub-sections/noise-in-europe-updated-population-exposure>
H2B2. (2018). *Hydrogen*. Obtenido de <http://h2b2.es/hydrogen/>

Ethic (2015). *LOS MADRILEÑOS CONDUCIRÁN HASTA UN 70% MENOS EN 2020*. Obtenido de <https://ethic.es/2015/05/los-madrilenos-conduciran-hasta-un-70-menos-en-2020/>

EEA (2017). *Noise*. Obtenido de www.eea.europa.eu/themes/human/noise

Fabrega Ramos (2009). Hidrógeno: Aplicación en motores de combustión interna. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.

Fernández Balaguer (2016). Proyecto FREVUE: Experiencia piloto de logística urbana en Madrid con vehículos eléctricos. E. Municipal, Madrid.

Firnkorn, Jörg & Müller, Martin (2011). *What will be the environmental effects of new free-floating car-sharing systems? The case of car2go in Ulm*. Ecological Economics. Volumen 70 (8), p.1519-1528.

Hernan Martinez, Cortés, Muñoz Camargo y Yamamoto (2016). Diseño de un tren de potencia eléctrico de 200kW para un vehículo eléctrico de alto desempeño. Universidad de La Rioja, La Rioja.

Hydrogen Europe (2015). *The ultimate guide to fuel cells and hydrogen technology*. Recuperado el 2018, de https://hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2015/11/FCH_Brochure_V2.pdf

Hydrogen Mobility Europe (2015). *H2ME initiative (2015-2022) Project overview*. Obtenido de <https://h2me.eu/about/hydrogen-refuelling-infrastructure/>

International Business Research (2017). *Study on the Influence of Customers' Risk Perception on the Use of Leasing Services Based on the Burden of Ownership*. Obtenido de <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ibr/article/view/64451/35618>

International Energy Agency (2015). *Hydrogen and Fuel Cells*. Obtenido de <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TechnologyRoadmapHydrogenandFuelCells.pdf>

IEA (2017). *World Energy Outlook 2017*. Obtenido de www.iea.org: https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO_2017_ExecutiveSummary_Spanish_version.pdf

IEA (2018). *Global energy & CO2 status report*.

Association for Consumer Research (1972). *The components of perceived risk*.

Obtenido de: <http://acrwebsite.org/volumes/12016/volumes/sv02/SV02>

KPMG (2017). *Global Automotive Executive Survey 2017*. Obtenido de

[kpmg.com/GAES: https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/xx/pdf/2017/01/global-automotive-executive-survey-2017.pdf](https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/xx/pdf/2017/01/global-automotive-executive-survey-2017.pdf)

Les ciencies en bloc (2017). *Una interpretació lliure de la corba de Hubbert*. Obtenido de <http://blocs.xtec.cat/cienciasesperimentals/2017/01/16/una-interpretacio-lliure-de-la-corba-de-hubbert/>

Levis Strauss & Co. (2010). *Fashion futures 2025-global scenarios for a sustainable fashion industry*. Obtenido de

<https://www.forumforthefuture.org/sites/default/files/project/downloads/fashionfutures2025finalsml.pdf>

Lilly, C. (mayo de 2018). *Hydrogen fuel cell cars*. Obtenido de

<http://www.nextgreencar.com/fuelcellcars/>

MDPI (2018). *Analyzing the Effects of Car Sharing Services on the Reduction of Greenhouse Gas (GHG) Emissions*.

NASA (2018). *The consequences of climate change*. Obtenido de

<https://climate.nasa.gov/effects/>

NOAA (2017). *Carbon dioxide levels rose at record pace for 2nd straight year*.

Obtenido de www.noaa.gov/news/carbon-dioxide-levels-rose-at-record-pace-for-2nd-straight-year

O'Connor (1994). *El mercadeo de la naturaleza - sobre los infortunios de la naturaleza capitalista*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4289784>

OMS (2018). *9 out of 10 people worldwide breathe polluted air, but more countries are taking action*. Obtenido de www.who.int/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-takin-action

ONU (2015). *¿Cómo será el clima en 2015?* Obtenido de

<http://www.un.org/climatechange/es/blog/2015/03/como-sera-el-clima-en-2050/index.html>

OPEC (2017). *World oil Outlook*. OPEC Secretariat

OPEC (2016). *World oil Outlook*. OPEC Secretariat

Ortíz S., & Ramos A.J (2013). El mercado del vehículo eléctrico: ¿Alternativa presente o futura para luchar contra el cambio climático? (Tesis de maestría). Universidad Pontificia Comillas, Madrid.

Pans, M.A (2014). Producción de H₂ con captura de CO₂ por reformado de CH₄ integrado con un sistema chemical-looping combustión (Tesis doctoral). Universidad de Zaragoza, Zaragoza.

Pérez Alonso (2016). The factor of sustainability in Spain. Universidad de Valencia, Valencia.

Power2drive (2018). *Business operations and the environment benefit from the increasing profitability of electric commercial fleets*. Obtenido de https://www.powertodrive.de/en/news-press/news/press-releases/press-release.html?tx_news_pi1%5Bnews%5D=2689&cHash=70f89bae410b94c3c49341459ce5e075

RACE (2018). *Coche eléctrico en Europa: situación actual y cifras de ventas*. Obtenido de www.race.es/motor/conduccion-ecologica-y-eficiente/situacion-coche-electrico-europa

Ripa, L. R. (2017). *La contaminación acústica y la importancia del vehículo eléctrico*. Recuperado el 2017, de <https://pasatealoelectrico.es/2017/11/01/contaminacion-acustica-y-vehiculo-electrico/>

Santabárbara, D. (2017). *Evolución reciente y perspectivas del mercado de petróleo*. Boletín Económico, Banco de España.

Shahan, Z. (2018). *2017 electric car sales-US, CHINA & EUROPE (MONTH BY MONTH)*. Obtenido de <https://evobsession.com/2017-electric-car-sales-us-china-europe-month-month/>

Spiesshofer (2017). Sin enchufes no hay coche eléctrico. El país. Recuperado de: https://elpais.com/elpais/2017/11/21/opinion/1511291669_738558.html

Sweeney, J., Soutar, G.N., & Johnson, L.W. (1999). The role of perceived risk in the quality-value relationship: a study in a retain environment.

Transport & Environment (2018). *CO₂ EMISSIONS FROM CARS: the facts*.

Trillo, E. (2018). *El hidrógeno como vector energético; la ayuda definitiva que las renovables necesitan*. Boletín Informativo, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla.

Vizcaya Calle (2009). Estudio de viabilidad técnico-económico del vehículo con motor de aire comprimido MDI. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.

Verne, J. (2007). *La isla misteriosa*. EDHASA.

Wallboxok (2018). *Las flotas de vehículos eléctricos son la opción más rentable para LAS EMPRESAS*. Obtenido de <https://www.wallboxok.com/es/las-flotas-vehiculos-electricos-la-opcion-mas-rentable-las-empresas/>