

Los autos eléctricos: ¿Son realmente “amigables” con el medio ambiente o son solo una estrategia de marketing para terminar con la hegemonía del petróleo?

Autor: Nicolás Ignacio Marnero

Tutora: Verónica Funes

Universidad Torcuato Di Tella

MBA I1 2017

Enero 2020

Agradecimientos

A quienes formaron parte y me acompañaron durante todo este proceso, en la elaboración de este proyecto y que día a día me apoyan en la búsqueda de nuevos desafíos.

A la vida, que mantiene vivo mi espíritu curioso en la búsqueda de nuevos conocimientos.

Resumen

La forma en que viajamos y transportamos mercaderías por mar, por rutas o autopistas, en avión o en tren es crucial para nuestra situación actual de cambio climático. El sector del transporte sigue siendo abastecido principalmente por combustibles fósiles, que representan más de una cuarta parte de todas las emisiones de carbono globales. Las emisiones de óxidos de nitrógeno que conducen a la eutrofización (acumulación de residuos orgánicos en el litoral marino o en un lago, laguna, embalse, etc., que causa la proliferación de ciertas algas), la acidificación del dióxido de azufre, las partículas y otras sustancias peligrosas para el medio ambiente y la salud siguen en las pistas de esas emisiones. Sin embargo, las perspectivas de transformarse hacia un sistema de transporte sostenible parecen ser buenas, los nuevos estándares, las nuevas tecnologías, los instrumentos de políticas eficaces y los cambios de comportamiento, intentan reducir tanto las emisiones como los costos para la sociedad.

El trabajo se realizó con el objetivo efectuar un análisis sobre la producción de vehículos eléctricos, en particular de automóviles, como una alternativa de transporte sustentable. Se intentó dilucidar a través de diferentes estudios, si realmente son una alternativa beneficiosa para el medio ambiente, revisando todas las etapas de la producción, desde la extracción de minerales para la elaboración de baterías, hasta el normal funcionamiento del automóvil. O si son una alternativa para reavivar el saturado mercado de producción de automóviles, que, en países como Estados Unidos, tuvieron en el año 2019 niveles de ventas inferiores a los del año 2000, evidencia de un mercado estancado.

Si bien los vehículos eléctricos están en pleno desarrollo y las ventas crecen de manera exponencial, trajeron mucha polémica ya que, según expertos, aunque no contaminan emitiendo gases como lo hacen los vehículos de combustión interna, en el resto de las etapas como la extracción de minerales, la utilización de energía para la producción y la liberación de partículas durante su rodaje y una vez puesto en uso serían tan ecológicos como se tratan de mostrar y muchas veces pueden hasta ser más contaminantes que un vehículo convencional.

Palabras clave

Automóvil eléctrico híbrido / híbrido enchufable

Contaminación

Emisiones CO2

IVL Swedish Environmental Institute

Índice

Agradecimientos	2
Resumen	3
Palabras clave	4
Índice.....	5
Índice de gráficos.....	6
Introducción	7
Marco teórico.....	11
Capítulo 1. Ecología, petróleo y energía eléctrica.....	11
Capítulo 2. Automoviles eléctricos y sus componentes	24
Capítulo 3. Autos electricos en Argentina	33
Capítulo 4. Investigaciones sobre el transporte eléctrico	36
Marco empírico.....	38
Capítulo 5. Abordaje a la empresa Tesla.....	38
Capítulo 6. Fuentes de contaminación.....	40
Capítulo 7. Otras consideraciones sobre los autos electricos	44
Capítulo 8. Toyota Environmental Challenge 2015	51
Conclusión.....	53
Bibliografía	55
Anexos	59

Índice de gráficos

Gráfico 1. Evolución del precio del Petróleo OPEP, Enero 2014 a Enero 2020 en Pesos y Dólares	21
Gráfico 2. Top 10 automotrices vs Tesla. Vehiculos entregados al mercado en el 2019	40
Gráfico 3. Comparativo de emisiones de Carbono, BMW320i nafta y Tesla3 Eléctrico	21
Gráfico 4. PM10 por parte del auto y tipo de vehículo.	43
Gráfico 5. PM2.5 por parte del auto y tipo de vehículo.	44
Gráfico 6. Flujo comercial que sigue el cobalto alrededor del mundo.....	48
Gráfico 7. Precio promedio segun tipo de auto y automotriz.	20
Gráfico 8. Ventas de vehículos eléctricos e híbridos en Europa durante el 2019.	59
Gráfico 9. Ventas de vehículos eléctricos e híbridos en Europa según modelos. Años 2018-2019.	61
Gráfico 10. Precios según tipo de mecánica y automotriz. Año 2019	61

Introducción

El medio ambiente viene sufriendo en los últimos 50 años un deterioro importante que perjudica a los seres vivos. Los gases contaminantes emitidos por los vehículos con motores de combustión interna no están afuera de este problema, causando graves daños en la capa de ozono. Como consecuencia de esto, rayos B ultravioletas alcanzan la tierra, generando cáncer de piel y cataratas en humanos, sequías y daños en los animales. Diferentes organizaciones que luchan contra el cambio climático, el acuerdo de París, las metas de desarrollo sostenible 2030 de las Naciones Unidas, entre otras, buscan alternativas para reducir la contaminación ambiental.

En la actualidad las fábricas automotrices se encuentran desarrollando vehículos eléctricos a batería como una forma alternativa y sustentable de alimentación; el vehículo eléctrico se postula como la mejor opción ya que no emite dióxido de carbono durante su conducción. Pero el problema radica en la existencia de otros contaminantes como las partículas en suspensión PM (del inglés Particulate Matter), los SO_x (óxidos de azufre), NO_x (óxidos de nitrógeno) y el CO (monóxido de carbono), entre otros.

Si bien los vehículos eléctricos no emiten gases contaminantes por el caño de escape como un vehículo convencional, es una reducción demasiado simplista el pensar que son la solución al problema, ya que no debe medirse su impacto solamente por esto, sino también por otras variables, como son el aumento considerable del peso del vehículo eléctrico, con una media del 24 por ciento superior, que origina mayores desgastes; y por otro la contaminación que genera el proceso de producción de las baterías. Por lo tanto, así como algunos señalan al vehículo eléctrico como la panacea ante las enfermedades derivadas de la contaminación, como alergias, asma o cánceres, también están quienes levantan sus voces para denunciar que estos vehículos no son tan limpios como los presentan, y en ocasiones son hasta más contaminante que uno a combustión interna, ya sea naftero o diésel.

La creciente evolución sobre la producción de vehículos eléctricos generó en varios sectores opiniones a favor y en contra. Si bien es muy importante estar en constante desarrollo de tecnologías sustentables que favorezcan al medio ambiente, para que estas tengan verdaderamente un impacto positivo, todas las etapas de

producción deben contribuir a dicho avance, es por ello que considero necesario poner el foco y realizar un análisis de este punto en particular.

El Instituto de Investigación Ambiental Sueco, IVL (*Swedish Environmental Research Institute*), describe en su investigación como el sector del transporte se enfrenta a grandes retos. Las emisiones de dióxido de carbono deben reducirse significativamente, al igual que las emisiones de contaminantes del aire, que afectan a la salud y al medio ambiente. Los transportes sostenibles y eficientes, así como las soluciones de combustible y logística son campos de actividad importantes para el Instituto. (Instituto de Investigación, 2017)

“Los autos eléctricos y los autos híbridos de carga tienen grandes ventajas sobre los autos nafteros y diésel, especialmente cuando se trata de emisiones locales y niveles de ruido. Pero también es importante mirar hacia atrás y minimizar el impacto ambiental en la etapa de producción, dice Lisbeth Dahllöf, investigadora del IVL Swedish Environmental Research Institute.” (Instituto de Investigación, 2017)

Algunas cuestiones han cambiado en la industria automotriz, y han sucedido varios acontecimientos que provocaron muchas polémicas, como la demonización de los motores diésel, protocolos anticontaminación de ciudades importantes de España y medidas como, por ejemplo, la de la Unión Europea para reducir significativamente el nivel de las emisiones y el complejo proceso de transformar los vehículos de combustión interna en eléctricos. (García Oliva, 2018) Los usuarios viven este proceso con desconcierto en esta transición hacia algo más “ecológico y sostenible”. (Protocolo de medidas anticontaminación, 2018)

Como refleja el informe del periodista y redactor argentino Pablo Petovel, para merca20.com, el avance de los vehículos eléctricos es innegable, todas las marcas han comenzado a desarrollar vehículos eléctricos en detrimento de los vehículos con motores de combustión interna. (Petovel, 2018)

Tanto Toyota en Oriente como General Motors en Estados Unidos, así como también proyectos de fabricantes europeos, chinos y coreanos con mayor o menor avance, todos están llevando a cabo proyectos de vehículos eléctricos. Así como también, los gobiernos de gran parte del mundo y en mayor medida europeos están legislando para evitar la producción de vehículos convencionales y para promover de algún modo el vehículo eléctrico.

Sin embargo, un dato no menor aportado por Petovel en su artículo, revela que en la última convención sobre los avances en las ventas del sector organizada por el Petroleum Equipment Institute (PEI) en Las Vegas, se argumentó que no se prevén cambios en la matriz autos a combustible/eléctricos hasta el 2040 y que el 99% de los vehículos seguirá usando combustible. Los números que se dieron a conocer destacan de que, si bien hubo un crecimiento de vehículos eléctricos, solo el 1.1% del total de vehículos en los Estados Unidos son impulsados a electricidad, y de ese porcentaje un 80% corresponde a vehículos híbridos, que son una combinación entre vehículos eléctricos y convencionales. (Véase en Anexos, Gráfico 2 y Gráfico 3)

Del análisis de las diferentes publicaciones sobre estos temas surgieron algunas preguntas y creo que es importante responder: ¿Cuánto contribuye al medio ambiente la revolución actual por la utilización de vehículos eléctricos?, ¿Qué estrategias utilizan o podrían utilizar algunas compañías para terminar con la hegemonía del petróleo?, ¿Es viable la alternativa para pensar que en nuestro país podría avanzar este proyecto?, ¿Qué limitaciones hay para que los vehículos convencionales sean reemplazados en su totalidad a futuro por vehículos eléctricos puros?.

El objetivo principal es analizar si el proceso de producción de vehículos eléctricos es perjudicial al medioambiente, e intentar esclarecer sobre este tema tan complejo que en los últimos años es blanco de opiniones encontradas. Indagar sobre cada uno de sus procesos de producción y realizar algunas comparaciones entre vehículos de combustión interna y vehículos eléctricos.

La metodología que se ha utilizado es cualitativa y descriptiva, no experimental con un análisis exploratorio y de estudio de casos, investigaciones recientes, publicaciones y artículos. También se analizó otras aristas que forman parte de esta problemática, como es el complejo proceso de producción de baterías para este tipo de vehículos, por lo que el estudio abarca desde la extracción de minerales como componente fundamental de las baterías, hasta el análisis del vehículo puesto en marcha en la ciudad.

Para comenzar con el análisis se desarrolló en el marco teórico el concepto de sustentabilidad en el marco de la ecología, ya que es el motivo central por el cual se están produciendo estos cambios. Actualmente el mercado automotriz está desarrollado para funcionar con combustibles fósiles, por lo que también se estudió el

proceso del petróleo, desde la prospección, extracción, destilación y sus derivados, para entender todos los puntos de esta transformación, finalizando con una breve reseña sobre la situación geopolítica para entender cuáles pueden ser los intereses detrás de esta “revolución sustentable”. Consecutivamente, se desarrolló el concepto de energía eléctrica, tipos que existen y cómo se produce. Luego se introdujo en el mundo de los vehículos eléctricos, para describir sus los tipos de automóviles y sus componentes, así como también las diferentes formas de carga, entre otros.

En el marco empírico se comenzó con el abordaje a la empresa Tesla, una de las principales fábricas de autos eléctricos en el mundo, y luego se continuó con el desarrollo de las diferentes etapas que implican el proceso de fabricación de un vehículo eléctrico de las cuales surgen las fuentes de contaminación, comenzando con el proceso de extracción de minerales, la producción de vehículos eléctricos, la contaminación que producen en el rodaje y termina en la etapa final con el reciclaje de las baterías cuando termina la vida útil de las mismas. Por último, y para finalizar algunas consideraciones sobre el uso de los vehículos eléctricos.

Marco Teórico

Capítulo 1. Ecología, petróleo y energía eléctrica

1 Concepto de sustentabilidad en la ecología

Antes de comenzar con el análisis sobre vehículos eléctricos, es necesario entender qué significa en ecología la palabra sustentabilidad, y se describe como los sistemas biológicos que se mantienen productivos con el transcurso del tiempo, es decir se refiere al equilibrio de una especie con los recursos de su entorno. Por extensión se aplica a la explotación de un recurso por debajo del límite de renovación de los mismos, para no comprometer el acceso a estos por parte de generaciones futuras, es la capacidad que tiene la sociedad para hacer un uso consciente y responsable de los recursos, sin agotarlos o exceder su capacidad de renovación. (Coelho, 2019)

2 Reseña del petróleo y sus derivados

2.1 El petróleo

El petróleo es un líquido inflamable y aspecto aceitoso, de olor fuerte con una densidad comprendida entre 0.8 y 0.95 formado por una mezcla de hidrocarburos.

Podemos decir que el petróleo es un recurso muy importante en la actualidad como fuente de energía, siendo además materia prima de numerosos procesos de la industria química. Al igual que el carbón su origen está en las rocas sedimentarias, pero el petróleo procede de la descomposición de materia orgánica, especialmente restos de animales y grandes masas de plancton en un medio marino. Su explotación es un proceso costoso que solo está al alcance de grandes empresas. (Ambientum, 2020)

A finales del siglo XIX, el carbón es sustituido por el petróleo siendo este un recurso fósil que se emplea como materia prima principal. El porcentaje respecto del total de la energía primaria consumida, en un país industrializado, ha ido aumentando desde principio de siglo hasta hace algunos años. Luego de la crisis del petróleo en 1973, decretada por la organización de países exportadores de petróleo (OPEP),

organismo que coordina las políticas de los doce países que la integran, y que produjo la alarmante subida de su precio, su consumo se estabilizó incluso consiguiendo que muchos países diversifiquen su dependencia energética y hagan descender las cifras de importación. (Empresa Nacional del Petróleo)

2.1.1 Origen del petróleo

La materia prima del petróleo está formada principalmente por el resultado de la descomposición de una masa sólida en partículas de organismos vivos acuáticos, vegetales y animales, que vivían en los mares, las lagunas o las desembocaduras de los ríos, en las cercanías del mar. El petróleo se encuentra únicamente en los medios de origen sedimentario. La materia orgánica se deposita y se va cubriendo por sedimentos; al quedar cada vez a mayor profundidad, se transforma en hidrocarburos, principalmente el hidrógeno (Hidro) y el carbono (carburos), proceso que, según las recientes teorías, es una degradación producida por bacterias aerobias primero y anaerobias luego. Estas reacciones desprenden oxígeno, nitrógeno y azufre, que forma parte de los compuestos volátiles de los hidrocarburos. A medida que los sedimentos se hacen compactos por efectos de presión, se forma la "roca madre". Posteriormente, por fenómenos de "migración", el petróleo pasa a impregnar arenas o rocas más porosas y más permeables (areniscas, calizas fisuradas, dolomías), llamadas "rocas almacén", y en las cuales el petróleo se concentra, y permanece en ellas si encuentra alguna trampa que impida la migración hasta la superficie donde se oxida y volatiliza. Este proceso tarda millones de años es por eso que se considera un recurso fósil no renovable. (Empresa Nacional del Petróleo)

2.1.2 Naturaleza del petróleo

Cada yacimiento petrolífero está constituido por una mezcla de miles de hidrocarburos diferentes, formados por la asociación de átomos de carbono e hidrógeno, cuyo origen todavía es mal conocido; a esta mezcla se agregan cantidades variables de sustancias que contienen azufre, nitrógeno y oxígeno: de los más de 1.500 campos petrolíferos conocidos, no se han encontrado aún dos crudos exactamente iguales.

Según la predominación de uno de los compuestos característicos, se pueden clasificar los petróleos en:

- crudos parafínicos, presentan una proporción elevada de hidrocarburos tipo C_nH_{n+2} particularmente parafinas y ceras naturales (Pennsylvania, Libia);
- crudos nafténicos, con una cantidad más grande de naftenos, hidrocarburos de la serie anulares o cíclicos (Venezuela);
- crudos aromáticos, en los que se encuentran hidrocarburos bencénicos C_nH_m (Borneo);
- crudos sulfurosos, que contienen sulfuro de hidrógeno y mercaptanos formados por la fijación de azufre sobre un hidrocarburo (Oriente Medio);
- crudos particulares, como los crudos bituminosos, que son los crudos de muy bajo contenido en azufre, y los crudos polucionados por ácidos, metales (vanadio, níquel, arsénico), sales, agua salada, etc.

Por otro lado, algunos hidrocarburos raros o ausentes en el petróleo bruto son sintetizados por cracking o por hidrogenación y se encuentran en los productos petrolíferos después del refinado y en petroquímica; tales son las olefinas o hidrocarburos etilénicos C_nH_m con doble enlace entre los átomos de carbono, los hidrocarburos aromáticos o el acetileno. (Empresa Nacional del Petróleo)

Para dilucidar la naturaleza compleja del petróleo crudo y sus derivados, se han tenido que poner a punto procedimientos que permiten determinar la composición y las características físico-químicas de los diferentes productos, después estudiar su comportamiento, primero por ensayos de simulación en laboratorio, después en el curso de su utilización real ulterior. En particular métodos de análisis muy rigurosos se han desarrollado y normalizado, primero en Estados Unidos, después en el mundo entero, para asegurar que la calidad de los derivados del petróleo está definida de manera incontestable antes de ser entregados para su consumo. (Empresa Nacional del Petróleo)

2.2 Derivados del petróleo

2.2.1 Los gases licuados (propano y butano)

En estos hidrocarburos comercializados en estado líquido en botellas a presión, utilizados en forma gaseosa para cocinar, calefacción de hogares, iluminación de camping y uso industriales tales como el oxicorte al propano, se verifica sobre todo que su composición y su volatilidad son correctas, para esto el ensayo de evaporación, que mide el residuo "fondo de botella" y el de tensión de vapor, que mide la presión relativa en el recipiente a la temperatura límite de utilización (50°C), son los dos criterios básicos. El análisis completo de un producto petrolífero ligero se hace por cromatografía en fase gaseosa; los diversos hidrocarburos, arrastrados sucesivamente por una corriente de gas portador, son detectados e identificados a la salida del aparato, y registrado su volumen relativo. (Empresa Nacional del Petróleo)

2.2.2 Los combustibles

Los combustibles, sometidos a una garantía de utilización particularmente severa tanto como carburante como disolvente, deben principalmente estar compuestos por hidrocarburos de volatilidad correcta, lo que se verifica por medio de un test de destilación en alambique automático. Su comportamiento en un motor viene cifrado en laboratorio por diversos índices de octano que miden la resistencia a la detonación y al autoencendido. Los combustibles son naturalmente incoloros, pero el aspecto amarillo, rojo o azul de un carburante, conseguido por adición de un colorante artificial, facilita el control de los fraudes. (Empresa Nacional del Petróleo)

2.2.3 El querosene

El querosene es un producto básico de la industria petrolífera, el aceite para lámparas representa hoy en día inclusive una solución para el alumbrado, la calefacción o las incubadoras. Para evitar problemas al manipularlo con el uso siendo que es un producto inflamable, aún se mantiene en un porcentaje de combustible inferior a un 10% verificado en el test de destilación, mientras que por otro lado se mide el punto de encendido que es la temperatura a la cual un producto petrolífero comienza a desprender vapores como para provocar su inflamación súbita al entrar

en contacto con una llama. Si el petróleo está bien depurado tiene que arder muchas horas sin largar humo negro ni carbonilla lo que se verifica empíricamente con las lámparas normalizadas. (Empresa Nacional del Petróleo)

2.2.4 El gasoil

El gasoil es un combustible intermedio entre los pesados y los livianos, siendo un importante porcentaje del petróleo en Europa en su doble función de carburante diésel para motores a gasoil y de combustible como fueloil doméstico. Los motores diésel son menos exigentes que los motores nafteros en cuanto a la calidad de los combustibles sin embargo es importante garantizar que este bien refinado, ya sea ni demasiado ligero e inflamable (ensayo de destilación y de punto de encendido), ni demasiado pesado (medida de viscosidad y de la temperatura de congelación) y por último un ensayo en un motor especial para medir el índice de cetano. El fueloil doméstico es un gasoil que está desgravado de impuestos por lo tanto está prohibido su uso para vehículos y como para todos los derivados del petróleo se mide su contenido de azufre con el fin de evitar la corrosión del aparato que lo use y la polución de la atmósfera. (Empresa Nacional del Petróleo)

2.2.5 El fueloil

Son utilizados generalmente en la industria y en la marina para el calentamiento de hornos y calderas, así como también para algunos motores diésel pesados. En el control de sus características se tiene en cuenta por ejemplo la viscosidad, que se determina midiendo, a la temperatura de utilización, en el tiempo de flujo de una determinada cantidad de aceite a través de un orificio calibrado verificando que el mismo pueda ser bombeado fácilmente. La potencia calorífica se evalúa en el calorímetro mediante la combustión en oxígeno de una cantidad pequeña de fueloil situada en una bomba metálica. El contenido de azufre que se obtiene igualmente con una bomba de oxígeno midiendo la cantidad de anhídrido sulfuroso producido: el punto de encendido y el contenido de agua y sedimentos. (Empresa Nacional del Petróleo)

2.2.6 Los lubricantes

Los lubricantes son aceites para engrasar, extremadamente diversos según su destino, estos productos sufren los controles clásicos de inflamabilidad (punto de encendido), y de fluidez (viscosidad y punto de derrame), pero lo más importante de esto es probarlo en condiciones reales o similares a la de su utilización con pruebas que van hasta los 200°C para verificar su estabilidad al calor y a la oxidación. (Empresa Nacional del Petróleo)

2.2.7 Las parafinas (ceras de petróleo)

Proveniente del latín "Parum affinis" (que tiene poca afinidad), ya que son un material inerte y muy estable. Estos derivados del petróleo están compuestos principalmente por hidrocarburos de cadenas rectas sin ramificaciones presentando consistencia sólida a temperatura ambiente. El principal uso de la parafina es para la fabricación de velas y productos relacionados y menor medida se utilizan para la fabricación de cosméticos, crayones, chicles, recubrimiento de quesos y frutos, papeles, textiles, tintas, calzados y pisos por mencionar algunos. (QuimiNet, 2005)

2.2.8 Asfalto o brea de petróleo

De gran demanda actual para la construcción de calles, autopistas, uniones de inmuebles y otros trabajos de obras públicas, para la industria eléctrica. Son objeto de ensayo de viscosidad, de penetración, reblandecimiento y de ductilidad (alargamiento). (Empresa Nacional del Petróleo)

2.3 Procesos de exploración y producción del petróleo

2.3.1 La prospección

La exploración de las rocas sedimentadas en el fondo de bahía, en un medio marino o lagunar profundo y en un ambiente químico reductor es a lo que llamamos prospección. Esta roca debe ser lo suficientemente porosa para almacenar una cantidad rentable de líquido y permeabilidad para permitir su circulación. Otro requisito es la localización de trampas que hayan permitido la concentración de petróleo en diferentes puntos de la roca y mantenga condiciones hidrodinámicas propias. Se

requiere de mucho tiempo y espacio para la formación de la roca madre, las trampas y la roca almacén.

Existen diferentes métodos que valen la pena ser nombrados, como por ejemplo, el estudio de la cartografía y geografía del lugar, sondeos, análisis de los tejidos de sondeos, estudios magnéticos, que registran las distorsiones del campo terrestre debido a las variaciones de susceptibilidad magnética y del magnetismo permanente de las rocas, estudios gravimétricos, para medir las fluctuaciones del campo de gravedad terrestre y sísmicos que se basan en la creación de un campo artificial de ondas sísmicas mediante cargas explosivas. Estos métodos facilitan una información más precisa sobre la anomalía de la estructura, pero de todos modos el sondeo de reconocimiento sigue siendo importante en el proceso de la prospección a pesar de su elevado costo. (Empresa Nacional del Petróleo)

2.3.2 Yacimientos de petróleo

Existen dos tipos de yacimientos petrolíferos, las trampas de tipo estructural o las trampas estratigráficas.

Las primeras son aquellas en las cuales los hidrocarburos están asociados a pliegues o fallas, y las segundas por variación de la permeabilidad, estas son diversas y dependen del carácter sedimentológico de las formaciones que la constituyen. (SGM, 2017)

También existen trampas combinadas de carácter estratigráfico y tectónico cuya presencia es muy frecuente en los campos petroleros.

Para la formación de los yacimientos petrolíferos primarios deben existir circunstancias de sedimentación de modo tal que impidan la fuga del petróleo y el gas acumulado en las rocas-almacén hacia la superficie exterior y su consiguiente difusión u oxidación.

Cuando las capas son oblicuas, en el afloramiento de las arenas petrolíferas se puede haber formado por oxidación una potente capa de asfalto que haga imposible sucesivas pérdidas de manera tal que puede cortarse la arena petrolífera a mayor profundidad mientras que esta capa la taponan en la superficie.

Siempre que exista gas, en todas las superficies se encuentra primero acumulado en la parte superior, luego se encuentra el petróleo y todavía aún más profundo el agua salina en la mayoría de los casos teniendo como superficies límites entre cada uno superficies habitualmente horizontales. (SGM, 2017)

2.3.3 Los yacimientos petrolíferos secundarios

Desde los primarios, el petróleo puede escaparse hacia arriba en las proximidades de anticlinales póstumos, es decir, donde se ha acumulado de nuevo en un plegamiento nuevo y reciente, evadiéndose también hacia la superficie muchas veces penetrando en las capas cuaternarias supra yacentes. Allí es arrastrado por las corrientes de aguas hacia los manantiales apartados. Ocasionalmente dicho petróleo secundario puede acumularse de nuevo en trampas apropiadas hasta llegar a ser susceptible de explotación. (SGM, 2017)

2.3.4 La perforación

La perforación es un proceso cuyo objetivo realizar un agujero mediante la rotación de la sarta de perforación, que son componentes metálicos armados para su realización cuya función es transmitir la fuerza de empuje y rotación al tricono utilizando una barrena.

Esta perforación rotatoria consiste en realizar un agujero por medio de un movimiento rotatorio y una fuerza de empuje de la barrena sobre la roca, convirtiéndola en recortes. (Mendez Castro, 2013)

2.3.5 La producción

Una vez que la perforación llega a la zona petrolífera, comienza la puesta en servicio del pozo, operación sumamente delicada ya que hay que evitar la erupción o incendios. (Empresa Nacional del Petróleo)

2.3.6 Recuperación primaria

Por el efecto de la presión el petróleo, al comienzo de la perforación, sube por sí mismo a la superficie. Esta emanación se debe al drenaje por gravedad o al reemplazamiento del aceite, sea por una subida del agua bajo presión (*wáter-drive*) o

por la expansión del gas disuelto (*depletion-drive*), hasta incluso por la dilatación del gas comprimido que sobrenada el aceite (*gas capdrive*) o una combinación de estos mecanismos. Por lo tanto, lo que sucede es que la presión natural que tiene tendencia a bajar con rapidez se intenta restablecer por medio de una inyección de gas comprimido antes de re-disolverle en el bombeo con bombas de balancín (cabeza de caballo) cuyo lento movimiento alternativo es transmitido por un juego de tubos al pistón situado en el fondo del pozo. Llegado a la superficie, el petróleo bruto pasa a una estación de "limpiado", donde se le extrae primero el metano y los gases licuados (estabilización), electrostática y por fin el sulfuro de hidrógeno de desgasificación a contracorriente (*stripping*). (IAPG, 2019)

Para luchar contra el colmatado progresivo de los poros de la roca petrolífera, es decir el relleno total, y restablecer la actividad del yacimiento, es necesario "estimular" periódicamente los pozos por acidificación (inyección de ácido clorhídrico), por torpedeo (perforación con la ayuda de balas tiradas con un fusil especial cuyos explosivos descienden a la altura de la formación o por fracturación hidráulica (potentes bombas de superficie hasta la ruptura brutal de la roca colmatada). (IAPG, 2019)

2.3.7 Recuperación secundaria

Los métodos procedentes, no permiten, por sí solos, llevar a la superficie más que el 20% aproximadamente del petróleo contenido en el yacimiento; de aquí viene la idea de extraer una gran parte del 80% restante gracias a uno de los artifices siguientes:

- El drenaje con agua (*water-drive*) por inyección de agua por debajo o alrededor del petróleo;
- Reinyección del gas (*gas-drive*) por encima o atrás del petróleo;
- Drenaje con agua caliente o con vapor, más costoso, pero permite recuperar el 90% del yacimiento. (IAPG, 2019)

2.3.8 La refinación

Las refinerías son el sector clave de la industria petrolífera, ya que el petróleo crudo no siempre puede ser utilizado directamente necesita pasar por este proceso que consiste básicamente en la separación de los productos petrolíferos unos de otros y sobre la destilación del crudo (“topping”) como así también, la depuración de los productos petrolíferos unos de otros sobre todo el proceso de desulfuración.

También es importante el proceso de síntesis de hidrocarburos nobles mediante combinaciones nuevas de átomos de carbono y de hidrogeno, su des hidrogenación, su isomerización o su ciclado obtenido por el efecto conjugado de temperatura, presión y catalizadores apropiados. (IAPG, 2019)

En el proceso de refinamiento de combustibles se necesitan muchas unidades del proceso aparte como central termoeléctrica, parque de reservas para almacenamiento, bombas para expedición por tuberías entre otras siendo demasiado compleja ya que funciona las 24hs con técnicos controlando constantemente en todos los turnos.

Actualmente se advierte que es más económico trasladar para refinar el petróleo en los grandes centros de consumo o sectores de países más industrializados ya que antes se practicaba la refinación en el lugar de la extracción siendo más costoso. (IAPG, 2019)

2.4 Situación geopolítica del petróleo

Por último, es importante tener en cuenta la geografía económica del petróleo, para comprender mejor los intereses involucrados y la situación en la actualidad.

A partir de mediados del año 2014 el precio del petróleo comenzó a caer, como se observa en el gráfico 1, lo que trajo aparejado varias consecuencias. Una de ellas es la disminución e interrupción de proyectos de producción de hidrocarburos no convencionales de altos costos, especialmente en Estados Unidos, que vio afectado su potencial autoabastecimiento. Las crisis económicas que enfrentan los países exportadores de petróleo como: Rusia, Venezuela, Nigeria y varios de los Estados Árabes de Medio Oriente y en el norte de África, se suma a la de algunos países

importadores, que, si bien son aparentes beneficiarios de esta nueva realidad, se ven perjudicados por que la baja del precio del crudo arrastra las cotizaciones de otras commodities en el mercado internacional. (IAPG, 2019)

Grafico 1: Evolución del precio del Petróleo OPEP, Enero 2014 a Enero 2020 en Pesos y Dólares



Fuente: Datosmacro.com. (Enero de 2020). Datosmacro.com. Recuperado de Datosmacro.com: <https://datosmacro.expansion.com/materias-primas/opec>

Esta situación no parece tener una pronta solución, ya que Arabia Saudita decidió mantener los niveles de producción, contrariando las posiciones de varios países miembros de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), quienes proponen restringir la oferta para equilibrar el precio, como ocurrió en 1986 y 1998. Esto se suma a los ya conocidos conflictos del medio oriente como la guerra civil en Yemen, las negociaciones entre Estados Unidos e Irán, enemigo principal de los saudíes, ambos lideran las dos facciones que dividen históricamente al mundo musulmán. Y las ya conocidas tensiones de Rusia con las potencias occidentales por sus posiciones antes casos como el de Venezuela, Siria y Ucrania. (IAPG, 2019)

Toda esta enmarañada trama geopolítica hace complicado predecir el comportamiento futuro del mercado de hidrocarburos. Aunque algunos sostienen que

esta situación es coyuntural y no se mantendrá en el tiempo, que a medida que los mercados absorban la sobre oferta se lograra una nivelación de los precios y en un futuro se podrían reactivar los no convencionales beneficiando a Estados Unidos, Rusia China y la Argentina; la evolución del precio del crudo en los últimos años no muestra una tendencia clara. (IAPG, 2019)

3 Energía eléctrica

3.1 La energía eléctrica

La energía eléctrica o electricidad es la corriente de energía que se origina de la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos determinados, cuando se los pone en contacto mediante un transmisor eléctrico. Dicha corriente consiste en la transmisión de cargas negativas, electrones, a través de un material propicio para ello, como suelen ser los metales, desde el punto de su generación y/o almacenamiento, hasta el punto de consumo, que usualmente la aprovecha para convertirla en otras formas de energía como la lumínica, mecánica o térmica.

La energía eléctrica que consumimos a diario proviene de un tendido o una red eléctrica, a la cual no conectamos mediante enchufes o tomacorrientes. Esta red es alimentada por las empresas encargadas de la generación y distribución de la electricidad en las ciudades, regiones o países enteros. (Raffino, 2019)

El campo de la física encargado del estudio de este tipo de energía es la física eléctrica o electricidad, y data del siglo XVIII, si bien hay antecedentes rastreables desde las épocas antiguas.

La característica más importante de la electricidad es su capacidad de transformación en otras formas de energía, por lo que es un recurso sumamente versátil. Así es como puede utilizarse a la energía eléctrica para alimentar una máquina que realice determinadas tareas, tanto físicas como de cálculo, o iluminar una habitación con un foco, o calentarlo durante el invierno gracias a una resistencia. (Raffino, 2019)

3.2 Tipos de energía eléctrica

Existen diferentes formas de electricidad:

Básica: Es aquella producida por el contacto de una carga positiva y una negativa, es el tipo de corriente que empleamos en nuestros aparatos de uso cotidiano y que permite el funcionamiento de los bombillos. (Energía Nuclear, s.f.)

Estática: Aquella producida por la fricción de dos cuerpos susceptibles de cargarse eléctricamente, como ocurre al frotar un peine con un pañuelo de ciertos materiales, o al acercar un brazo a la pantalla de un televisor antiguo. (Energía Nuclear, s.f.)

Dinámica: De la mano con otras formas de energía como la química, es la forma de electricidad manejable y controlable, a partir del flujo constante de electrones por medio de un conductor. (Energía Nuclear, s.f.)

Conductual: Aquella corriente eléctrica que se mantiene en continuo movimiento por los conductores, como ocurre en los circuitos. (Energía Nuclear, s.f.)

Electromagnética: La electricidad propia de los campos electromagnéticos, como en los grandes imanes industriales. (Energía Nuclear, s.f.)

Por otro lado, se conocen dos formas de corriente eléctrica, gracias a las experiencias y estudios de Nikola Tesla: la corriente ordinaria y la alterna, siendo esta última la que varía cíclicamente en su magnitud y sentido. (Energía Nuclear, s.f.)

3.3 ¿Cómo se produce la energía eléctrica?

Existen diversas formas de generar la energía eléctrica, proceso que normalmente se lleva a cabo en una central eléctrica, o en pequeñas cantidades en dispositivos especializados.

Las centrales eléctricas producen la electricidad a partir del giro de turbinas empujadas por vapor de agua, calentada mediante diversas combustiones ya sean de carbón, de hidrocarburos, reacciones nucleares, el calor de la tierra, etc. Existen también centrales eléctricas que aprovechan las caídas de agua, las denominadas

hidroeléctricas, o los fuertes vientos, eólicas, para movilizar sus turbinas y generar electricidad. (Raffino, 2019)

También existen las instalaciones solares, que convierten la energía calórica del sol en energía eléctrica, mediante un sistema de paneles que reciben las radiaciones directamente.

Una vez producida esta electricidad, se transmite a través del tendido eléctrico a las ciudades e instalaciones que la requieran o es almacenada en diversos tipos de circuitos. (Raffino, 2019)

Capítulo 2. Automóviles eléctricos y sus componentes

1 Automóviles eléctricos

Existen diferentes tipos de automóviles que incorporan sistemas eléctricos para su funcionamiento. En un principio se desarrollaron los denominados automóviles híbridos, que son aquellos cuyas baterías se alimentan del motor a combustión, y en forma secundaria con la energía cinética producida por las frenadas y las desaceleraciones. La autonomía eléctrica de este tipo de vehículos es muy escasa.

Otro tipo son los automóviles híbridos enchufables. Este tipo de vehículos poseen un motor a combustión, normalmente a nafta, y un motor eléctrico. Para alimentar el motor eléctrico este tipo de vehículos cuenta con una batería, en general de pequeño tamaño que suele tener una autonomía no superior a los 50 kilómetros. Esta batería puede recargarse a través de la red eléctrica. Ambos motores son capaces de mover el coche por sí mismos y también de forma combinada. (Electro movilidad, 2020)

Otra variante son los automóviles eléctricos a batería que son aquellos que poseen de uno o varios motores eléctricos alimentados por una batería que es recargada en la red. La mayoría de los modelos incorporan un sistema de recuperación de energía cinética de la frenada y las deceleraciones. Mediante la electrónica de potencia del motor este puede convertirse en un generador de corriente capaz de introducir energía en la batería.

Por último, están los vehículos eléctricos de autonomía extendida cuentan con una mecánica compuesta también por un motor de combustión de gasolina y otro eléctrico. La diferencia con los anteriores es que el motor a combustión no mueve en ningún caso las ruedas del automóvil, sino que funciona como un generador eléctrico que recarga la batería, que, a su vez, alimenta el motor eléctrico que se encarga de mover las ruedas. Además, esta batería tiene la posibilidad de conectarse a la red para ser recargada.

En este capítulo se describen los diferentes componentes y características de los vehículos eléctricos. Entre los que detallo se encuentra: el puerto de carga, tipos de carga, el transformador, la batería y los tipos existentes, el controlador y por último el motor. (Electro movilidad, 2020)

2 Componentes de los automóviles eléctricos

2.1 Puerto de carga

Corresponde al punto por el que el automóvil es recargado, tanto eléctricos como Híbridos enchufables. Normalmente es una toma de corriente alterna (convencional) de 240 voltios, que es transformada en corriente continua de 500 voltios, la que necesita la batería, el principal lugar de carga son los hogares, tanto para híbridos y eléctricos, y la segunda suele ser en empresas y sectores públicos, donde la carga es más rápida, aproximadamente en 30 minutos, también conocida como Nivel 1. Lamentablemente para los usuarios no existe un conector estándar, y esto genera una complicación extra a la hora de recargar las baterías, ya que los fabricantes no se pusieron de acuerdo en un único conector para evitar estos inconvenientes.

Estos puertos de carga se pueden conectar directamente a la red de la empresa distribuidora de electricidad o a una central solar si es que hubiera.

Si continúa el crecimiento tanto de híbridos como eléctricos, habrá necesidad de proveer a los clientes centros de cargas en supermercados, centros de compras, parques, restaurantes, así como también en las calles donde estacionamos habitualmente. (Super Green Solutions, 2020)

2.2 Tipos de carga

Existen cinco tipos de carga vinculados a la velocidad de la misma.

Súper lenta: si bien este tipo de carga ya es poco común y apenas se encuentran puntos de carga de este tipo, la intensidad de la batería es de solo 10 A o menos. La recarga completa de un vehículo eléctrico estándar, con una batería de 24 kWh, tardaría entre 10 y 12 horas en completarse aproximadamente. (Electro movilidad, 2020)

Convencional: Es una de las más habituales, a pesar que sigue siendo un tipo de batería de carga lenta. Con una intensidad de 13 Amperios y 230 Voltios, es decir, intensidad y voltaje normal, su recarga tarda aproximadamente entre 6 y 8 horas siendo idónea para llevar a cabo durante la noche en el garaje. Es la carga más sencilla que requiere solamente de un conector Shuko, que describo más adelante, y no requiere de ningún tipo de instalación. Otra ventaja para tener en cuenta es que durante la noche la demanda de energía baja por lo cual se reduce el costo. (Electro movilidad, 2020)

Semi rápida: La principal diferencia con la carga convencional es que este si necesita una instalación previa de una caja o Wall-Box que se ubica en la pared. El tiempo de carga se reduce considerablemente a tan solo 4hs, con una intensidad de 32 Amperios y 230 VAC de voltaje eléctrico. Cada caja es capaz de proporcionar una potencia de 7,3KW. Utilizando un conector Mennekes o de tipo 2, que también describo más adelante, es uno de los más seguros ya que evita que cualquiera pueda desconectarlo una vez que se cierra el vehículo. (Electro movilidad, 2020)

Rápida: Una de las principales ventajas de este tipo de carga es que necesita mucho menos tiempo para completarse, en tan solo 15 minutos llega a cargarse hasta el 80% de la batería, aunque es demasiado costosa en relación a las anteriores, y no es recomendable utilizarla con habitualidad porque reduce considerablemente la vida útil de las baterías. Este tipo de carga puede realizarse con un conector combinado (CSS), que es el más utilizado en Europa, como en BMW, Daimler y Volkswagen que permite cargar hasta 250kW de potencia; y con el conector CHAdeMO estándar de fabricantes japoneses, este tipo de puntos de carga son costosos. (Electro movilidad, 2020)

Ultra rápida: es un puerto de carga experimental y que hoy posee poca utilización. Se han probado algunos prototipos eléctricos con acumuladores de tipo supercondensadores, de esta forma se puede recargar la batería en tan solo 5

minutos. Al igual que los cargadores de carga rápida producen el recalentamiento de las baterías y reducen drásticamente la vida útil de las mismas a largo plazo. (Electromovilidad, 2020)

2.3 Transformador

Su principal función es la de convertir la intensidad (amperaje) y la tensión (voltaje) en valores válidos para el correcto funcionamiento del vehículo. Además, ayuda a la refrigeración evitando posibles explosiones o derrames. (20 Minutos, 2019)

2.4 Baterías

Es la parte clave del sistema, su objetivo es almacenar la energía eléctrica para su posterior uso. Su capacidad determina la potencia, autonomía y diseño del vehículo. Se trata de una de las partes más costosas de un automóvil eléctrico. Este dispositivo está formado por lo que se denomina celdas electroquímicas, por donde la energía eléctrica que ingresa se transforma en energía química, y esta es la que se encarga de cargar la batería.

Las baterías tienen un peso considerable en relación al peso total del vehículo, presentan poca densidad de energía por unidad de masa, y sufren con las variaciones de temperatura, sobre todo con el frío, lo que provoca disminuciones en su rendimiento importante, ver figura n°1. (García A. , 2019)

Hay diferentes tipos, clasificados en función de la composición de los electrolitos. Desde su primera aparición hasta la actualidad, las baterías fueron evolucionando, desde las primeras en autos con baterías de Plomo-Ácido, que, si bien eran una buena opción para autos de pequeñas dimensiones y precios accesibles, eran demasiado pesadas y muy lentas a la hora de recargarse, motivo por el cual fueron quedando obsoletas en el tiempo.

En la actualidad las baterías de Ion-Litio, componente que no existe de forma natural, sino que debe ser creado, presentan mejoras en cuanto a peso y eficiencia energética. Su rendimiento es superior en relación a las anteriores y su proceso de reciclaje es más sencillo. Pero en contrapartida, su precio es más elevado y son más frágiles, motivo por el cual pueden sufrir sobrecalentamiento. A pesar de esto son las utilizadas en la actualidad y aún se encuentran en pleno desarrollo. Se han realizado pruebas de este tipo de baterías eliminando cobalto de su composición, lo que

redondo en mejoras en su vida útil, pero resultaron aún más costosas y no tan eficientes.

Estas baterías son de ion de litio, un ion es una partícula que se forma cuando un átomo gana o pierde electrones, perdiendo un electrón (e^-) el ion será de carga positiva, y si gana un electrón (e^-), el ion será de carga negativa. El litio es un elemento químico con un elevado potencial electroquímico. (García A. , 2019)

Figura 1. Batería de vehículo eléctrico



Fuente: García, A. (7 de Noviembre de 2019). *ASDL ZONE.NET*. Recuperado el 25 de Enero de 2020, de *ASDL ZONE.NET*: <https://www.adslzone.net/2019/11/07/reciclar-baterias-coches-electricos-difcil/>

2.5 Controladores

Se encargan de comprobar que el funcionamiento de la batería sea el correcto, actúa como receptor de la energía y fuente de recarga (es el equivalente a la computadora que gestiona inyección y encendido en los autos de combustión interna), ver figura n°2. Una de las funciones más importantes es la de acelerador, regulando la energía que envía a los motores a través de la señal que recibe del pedal de acelerador. Otra de sus funciones es la de limitar las revoluciones del motor, con el fin de evitar daños y recalentamientos del mismo. Además, tiene conexión con el instrumental del automóvil que brinda información al conductor. (Auto-electrico.net, 2015)

Los controladores de autos eléctricos llevan refrigeración líquida y un ventilador para evitar su sobrecalentamiento, y en caso de ser necesario reduce la potencia para evitar quemarse. (Auto-electrico.net, 2015)

Los controladores también evitan que las baterías se descarguen por debajo de su límite inferior, lo que puede ocasionar daños irreversibles, reduciendo la potencia y evitando la circulación del vehículo hasta que no tenga una recarga adecuada. Adicionalmente cumple con la función anti-arranque, para los casos en los que el conductor este pisando el acelerador antes del encendido del vehículo. (Auto-electrico.net, 2015)

Por último, los más modernos tienen softwares actualizables para estar al día con los cambios que provee el fabricante del mismo. (Auto-electrico.net, 2015)

Figura 2. Controlador de vehículo eléctrico



Fuente: Auto-electrico.net. (13 de Julio de 2015). *Auto-electrico.net*. Obtenido de Auto-electrico.net: <http://www.auto-electrico.net/>

2.6 Motor

El automóvil puede disponer de uno o varios motores, dependiendo del diseño. Su principal función es transformar la energía eléctrica en energía mecánica, en algunos casos también actúa como inversor, recuperando la energía del frenado, transformando la energía cinética en energía eléctrica que es almacenada químicamente en las baterías y luego esta se transforma de nuevo en mecánica de rotación.

Se trata de un motor síncrono, de corriente alterna, en el que el campo magnético del rotor se crea utilizando imanes permanentes de neodimio u otras tierras raras. Si bien son los más utilizados en la industria, compactos y sencillos tienen la desventaja que su producción es muy costosa porque involucra materiales caros, como las

mencionadas tierras raras, que son 17 elementos químicos, entre otros. (Murias, 2019)

2.7 Tipos de conectores

Los conectores son los enchufes mediante los cuales la corriente llega a la batería del vehículo, existen de diferentes tipos, formas y tamaños. Es importante conocer los distintos tipos de conectores que tenemos como opción a la hora de recargar un vehículo eléctrico dado que no existe estandarización en los medios de carga y esto complica su uso.

Shuko: Compatible con tomas corrientes europeos y responde al estándar CEE 7/4 tipo F, ver figura n°3. Este conector doméstico se caracteriza por tener toma bajo tierra, dos bornes y soporta corriente de hasta 16 Amperes, por lo que es solamente utilizable en recargas lentas, es comúnmente utilizado para recargar bicicletas, motocicletas o patines eléctricos. (Oliva, 2018)

Figura 3. Conector Shuko



Fuente: Wall box Store. (s.f.). *Wallbox*. Obtenido de Wallbox: <http://wallbox.eu/es/info/tipos-de-conectores-de-vehiculos-electricos.html>

SAE J1772 o tipo1: También se denomina Yazaki, es un estándar japonés para recarga de corriente alterna. Está compuesto por 5 bornes, dos de corriente, uno a tierra y dos complementarios, es un conector específico de vehículos eléctricos. Con 43mm de diámetro tiene dos niveles diferentes, uno con 16 Amperes y otro hasta con 80 Amperes, que es utilizado en las recargas rápidas, ver figura n°4. Este conector es de los más comunes por lo cual se lo puede encontrar en cualquier eléctrico o híbrido como Toyota, Nissan entre otros. (Oliva, 2018)

Figura 4. Conector Yazaki o tipo 1



Fuente: Efi Mob Efficient Mobility. (s.f.). *Efi Mob*. Obtenido de Efi Mob: <https://www.efimob.com/es/info/31-tipos-de-conectores>

Mennekes o tipo 2: Aunque no se usa específicamente para vehículos eléctricos, es un conector alemán de tipo VDE-AR-E 2623-2-2 y 55mm de diámetro. Este cargador posee siete bornes: cuatro de corriente trifásica, uno de tierra y dos de comunicaciones, lo cual permite elegir entre una recarga rápida de 63 Amperes de intensidad o simplemente una recarga lenta de 16 Amperes, ver figura nº5. Algunos modelos como BMW, Renault Zoe y Tesla Model S lo utilizan para su recarga. (Oliva, 2018)

Figura 5. Conector Mennekes o tipo 2



Fuente: Efi Mob Efficient Mobility. (s.f.). *Efi Mob*. Obtenido de Efi Mob: <https://www.efimob.com/es/info/31-tipos-de-conectores>

Único o combinado (CCS): Este tipo de conector fue creado por alemanes y norteamericanos para una solución estándar al problema, y se caracteriza por tener 5 bornes de corriente, toma de tierra y comunicación con la red, ver figura nº6. Al igual que el Mennekes, admite que el usuario pueda optar por una carga rápida o una carga lenta, por lo que una ventaja importante que tiene es las opciones alternativas de uso. Marcas como Porsche, Volkswagen o BMW lo utilizan en varios modelos. (Oliva, 2018)

Figura 6. Conector CCS combinado



Fuente: Efi Mob Efficient Mobility. (s.f.). *Efi Mob*. Obtenido de Efi Mob: <https://www.efimob.com/es/info/31-tipos-de-conectores>

Scame o tipo 3: También conocido como EV Plug in Alliance, puede tener entre 5 y 7 bornes dependiendo de si la corriente es monofásica o trifásica, ver figura n°7. El conector Scame admite una intensidad de corriente eléctrica de hasta 32 Amperes para una recarga semi-rápida. Renault uso este tipo de conector hasta el año 2005 y luego opto por dar el salto al conector Mennekes. (Oliva, 2018)

Figura 7. Conector Scame o tipo 3



Fuente: Electric2car. (s.f.). *Electric2car*. Obtenido de Electric2car: <https://www.electric2car.com/servicios/conector-scame-ev-plug-alliance-tipo-3>

CHAdeMO: Por último, tenemos el CHAdeMO, el mismo es el estándar de los japoneses como el Mitsubishi, Nissan y Toyota. Fue creado para una recarga rápida de corriente continua, disponiendo de diez bornes, además de toma de tierra y comunicación, ver figura n°8. Este cargador es el de mayor intensidad de todos, admitiendo hasta 200 Amperes, por lo que también es válido para recargas ultrarrápidas. Además, es el que tiene mayor diámetro y puede ser utilizado para

recargar vehículos como el Nissan E NV200 o el Citroën C Zero en unos pocos minutos. (Oliva, 2018)

Figura 8. Conector CHAdeMO



Fuente: Efi Mob Efficient Mobility. (s.f.). *Efi Mob*. Obtenido de Efi Mob: <https://www.efimob.com/es/info/31-tipos-de-conectores>

Capítulo 3. Autos eléctricos en Argentina

Actualmente en la Argentina los vehículos eléctricos no están desarrollados, existen escasos puntos de carga y pocos vehículos en circulación, es por ello que el análisis está basado en información proveniente de países desarrollados como algunos en Europa, Japón, China y los Estados Unidos, mercados en los cuales está en expansión la producción de este tipo de tecnologías para automóviles.

Una de las causas del bajo nivel de desarrollo está vinculada a la falta de infraestructura eléctrica y pocas estaciones de carga para abastecer a los usuarios que quieran acceder a esta nueva “evolución” automotriz. En estos momentos tras años de decadencia en el sistema eléctrico argentino y con problemas de red eléctrica para uso domiciliario en algunos sectores del país, sería impensado que se pueda implementar esta tecnología en los próximos 10 o 20 años. (Brizzi, El Cronista Rpm, 2019)

Otro factor importante a tener en cuenta es el costo de los automóviles eléctricos, ya que como detallaré posteriormente la diferencia de precio es importante en relación a uno convencional, esto dificulta aún más el acceso.

Según destaca el vocero de Toyota Argentina, Diego Prado, la matriz energética en Argentina no es renovable, se consumen restos fósiles para generar electricidad, motivo por el cual no es muy ecológico todavía dar este paso en el país. Lo que motiva a la marca a mantenerse concentrado en insertar en el mercado soluciones intermedias como vehículos electrificados o híbridos, como lo es el ya conocido Toyota Prius, que cuenta con dos motores, uno a explosión interna y otro eléctrico, y que genera carga de corriente para su batería con el frenado, mismo sistema que posee un auto solamente eléctrico. Con algunas particularidades tales como arranque en sistema eléctrico entre otros, permite ahorrar aproximadamente un 50% el consumo de combustible y solo funciona en sistema eléctrico salvo que se requiera más potencia pasando al sistema convencional. (Brizzi, El Cronista Rpm, 2019)

En estos momentos los automóviles híbridos han evolucionado hacia otros sistemas como lo son los híbridos enchufables, este tipo necesita de una infraestructura para la recarga de la batería al igual que un eléctrico puro. Otro problema que tendría nuestro país para acceder a los híbridos enchufables, es que las baterías funcionan con celdas de hidrógeno, según resalta el vocero de Toyota, este tipo de vehículos se carga con hidrógeno comprimido líquido, que se obtiene de cualquier fuente renovable como el agua, tienen celdas donde se libera el hidrógeno que al ponerse en contacto con el oxígeno se genera energía. Ofreciendo hasta 800km de autonomía con los mismos tiempos de carga que el tanque de combustible de un auto convencional, pero la falta de producción de hidrógeno y generación de redes en estaciones de servicio, para poder abastecer a todos los usuarios que permitan generar el mercado no es un inconveniente menor a la hora de pensar también en estas tecnologías. (Brizzi, El Cronista Rpm, 2019)

Francisco Newland, analista de proyectos de Renovar energía, empresa dedicada a dar soluciones técnicas para aplicación de energías sustentables, explica que en los países donde creció mucho el uso de estas tecnologías el estado otorga muchos beneficios impositivos para promoverlos, lo cual en nuestro país no sucedió aun, esto sumado a la falta de infraestructura de carga y los altos costos de los vehículos generan aún mayores dificultades para su proliferación.

Si bien YPF instaló varios surtidores en la provincia de Buenos Aires y hay proyectos para licitar la compra para proveer a algunas estaciones de servicio de

Santa Fe, todavía no fueron usados debido a que Edesur quiere controlar la venta de energía. De cualquier manera, el negocio no está instalado a nivel país. (Brizzi, El Cronista Rpm, 2019)

Para terminar, existe otra limitación vinculada con la autonomía demasiado limitadas, de entre 100 y 150km con una sola carga, haciendo que el potencial uso sea solamente urbano. Por otro lado el tiempo requerido para una recarga doméstica es de entre 5 y 8 horas, generan mayores dudas a la hora de elegir inclinarse por estas tecnologías. (Brizzi, El Cronista Rpm, 2019)

1 Entrevista al gerente de post venta de Toyota

En la entrevista realizada al Lic. Ignacio Capobianco, gerente de posventa de Autolux, concesionario Toyota en la provincia de Jujuy, expresa que actualmente en Argentina hay pocos automóviles híbridos, y prácticamente no hay eléctricos puros, la principal razón que identifica es la falta de red de suministro de energía eléctrica preparada especialmente para recargar las baterías de este tipo de automóviles.

Toyota ofrece 3 modelos de vehículos híbridos en el país. El primero en ingresar al mercado fue el Prius, luego en la categoría SUV la Rav 4, y el último en incorporarse al mercado fue el Corolla híbrido. Ninguno de los tres modelos es enchufable, sus baterías se cargan con lo que genera el motor de combustión interna. Es posible conseguir repuestos para estos modelos sin problemas y el mantenimiento en la agencia está garantizado ya que los mecánicos de posventa cuentan con la capacitación adecuada.

Estos vehículos tienen las baterías de litio que pueden tener una vida útil entre 5 y 10 años, las cuales son costosas de reponer, pero el ahorro económico en combustible es muy importante.

Si bien estos modelos de autos son muy atractivos para el consumidor por su diseño futurista, el elevado precio con el que ingresan al país, ya que ninguno se produce localmente, tiene un piso de aproximadamente 2 millones de pesos, lo cual representa una restricción muy importante para los potenciales consumidores.

Cuando consulté a Ignacio sobre si estaba informado acerca de la producción de baterías para autos y la contaminación que generan, así como también si habían sido instruidos por Toyota sobre el impacto ambiental de esta nueva forma de energía, me expreso que no, que desde los concesionarios solo están al tanto de que Toyota quiere dejar de producir autos a combustión interna y hacer solamente híbridos y eléctricos puros, para lo cual lanzaron su desafío 2050, pero que no tienen mayores detalles. Desde su punto de vista, la empresa se toma muy en serio el tema del reciclaje, por ejemplo, al cambiar la batería de un Prius tuvieron que enviar la batería desechada a la fábrica, porque son ellos mismo quienes se encargan de su disposición, pero esta fue la única experiencia que tuvieron.

Capítulo 4. Investigaciones sobre el transporte eléctrico

El Instituto de Investigación Ambiental de Suecia, IVL, describe en su investigación *“The life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Lithium-Ion Batteries”* como el sector del transporte se enfrenta a grandes retos. Las emisiones de dióxido de carbono deben reducirse significativamente, al igual que las emisiones de contaminantes del aire, que afectan a la salud y al medio ambiente. Los transportes sostenibles y eficientes, así como las soluciones de combustible y logística son campos de actividad importantes para el Instituto. Es por ello que se encuentran utilizando nuevas formas de abordar los problemas en cuestión, colaborando tanto con la industria del transporte, en un sentido amplio, como con las autoridades competentes, y participando en varios proyectos de investigación de gran envergadura a nivel nacional e internacional. Las mediciones de emisiones, el modelado de emisiones y el análisis de sistemas forman el negocio principal, pero también tienen un enfoque interdisciplinario en forma de movilidad y sostenibilidad social. (Mia Romare, IVL, 2017)

Lisbeth Dahllof y Mia Romare, investigadores del IVL, han revisado la literatura sobre las emisiones de gases de efecto invernadero, el consumo de energía en la producción y el reciclaje de baterías de iones de litio para vehículos livianos. La producción de baterías de iones de litio para vehículos eléctricos ligeros, según los autores del informe, emite en promedio de 150 a 200 kilos de dióxido de carbono

equivalente por kilovatio / hora de batería producida. Uno de los automóviles eléctricos más pequeños del mercado, Nissan Leaf, tiene baterías de aproximadamente 30 kWh, muchos modelos nuevos tienen baterías de 60 y 100 kWh. Un automóvil eléctrico con una batería de 100kWh ha liberado entre 15 y 20 toneladas de dióxido de carbono antes de arrancar. Los cálculos se basan en una proporción de fósiles del 50-70 por ciento en la combinación de electricidad.

Las baterías contienen metales como el litio y, a veces, también cobalto y níquel. Dado que la extracción es química, finita y también de gran consumo de energía, es importante que se mejore el reciclaje de las baterías. El estudio apunta a la necesidad de complementar el etiquetado actual de dióxido de carbono de los vehículos con datos también para la fabricación y el desguace. (Mia Romare, IVL, 2017)

Un primer paso debería ser que los fabricantes de vehículos produzcan las llamadas declaraciones de productos ambientales para automóviles eléctricos, donde se incluyen datos de análisis de ciclo de vida de la fabricación, dice Mats-Ola Larsson, quien trabaja con instrumentos de control y tráfico en IVL.

Los resultados muestran que los usuarios deben considerar no elegir un automóvil eléctrico con una batería más grande de lo necesario. Para el futuro, es importante que la producción de baterías de automóviles eléctricos sea lo más eficiente en energía posible y con el suministro de electricidad sin o con bajas emisiones de dióxido de carbono, dice Mia Romare.

Los futuros instrumentos de política deben tener en cuenta las emisiones incluso durante la fase de fabricación. Por ejemplo, uno no debe preferir los coches eléctricos con baterías más grandes que las pequeñas. Los fabricantes de automóviles también pueden hacer demandas a sus proveedores de baterías. Este informe muestra la importancia de continuar investigando la mejor manera de avanzar, aclara Mats-Ola Larsson. (Mia Romare, 2017)

Marco empírico

Capítulo 5. Abordaje a la empresa Tesla

Se fundó en el año 2003, con el objetivo de acelerar la transición hacia un transporte sostenible, combatir el calentamiento global y las muertes por contaminación, por Elon Musk y JB Straubel, con una inversión de 6.3 millones de dólares. Ya en el año 2010 solicitó su salida a la bolsa, específicamente en el índice NASDAQ bajo el acrónimo TSLA por un precio por acción de 17 dólares americanos, habiendo vendido 937 unidades con buenas expectativas para el futuro con el desarrollo de los mismos.

Esta empresa estadounidense ubicada en Silicon Valley, Fremont, California que diseña, fabrica y vende vehículos eléctricos, componentes para la propulsión de vehículos eléctricos y baterías domesticas a gran escala. Anteriormente en su planta funcionó General Motors y Toyota, hasta que Tesla tomó posesión de la misma invirtiendo 42 millones de dólares.

El núcleo de la empresa está en la ingeniería del sistema de propulsión de vehículos eléctricos incluyendo paquetes de baterías, motor, electrónica de potencia y software de control que permite que formen un sistema. Este diseño modular permite reutilizar el sistema en diferentes modelos de Tesla y de otros fabricantes. Con un sistema compacto contienen mucho menos piezas que un motor térmico.

Tesla Motors usa motores de inducción de tres fases, que incorporan un rotor de cobre y unos devanados de cobre optimizados para reducir la resistencia y la pérdida de energía. La electrónica de potencia gobierna el flujo de corriente de entrada y salida del paquete de baterías, controla la generación de par motor durante la conducción y la recarga del paquete de baterías cuando está conectado a un enchufe.

Tesla también diseñó cajas de cambios de una marcha para el roadster y para el modelo S que combinan un bajo consumo de energía, pero con alta eficiencia para adecuarse a la velocidad, y par motor de los motores de inducción de corriente alterna.

Respecto de la controversia por la extracción de minerales en países en conflicto, en su portada principal la empresa Tesla expone su régimen legal, dentro del cual, en la política de derechos humanos y minerales en conflicto aclara que, de parte de los

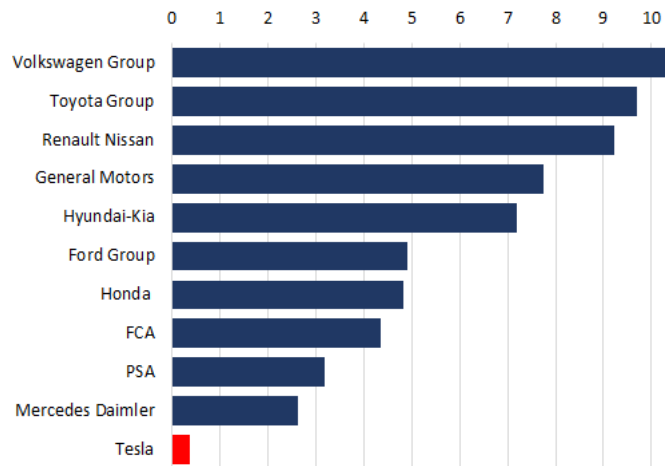
proveedores de la República Democrática del Congo espera que cumplan de manera responsable las leyes y regulaciones nacionales vigentes en el país y hagan “esfuerzos razonables” para proveerlos de piezas y productos “libres de conflictos”. Lo que significa básicamente no beneficiar a determinados grupos armados en la República Democrática del Congo. Por lo tanto estas piezas y suministros no tendrán metales derivados de “Minerales de conflicto”. (Tesla, 2019)

El objetivo principal es garantizar que los productos fabricados por Tesla no financien ni beneficien directa o indirectamente a grupos armados en la República Democrática del Congo y los países adyacentes, Tesla exige a sus los proveedores políticas y sistemas de gestión de conformidad con la diligencia debida de la OCDE para las cadenas de suministros responsables de minerales de aéreas afectadas por conflictos y de alto riesgo.

En cuanto a los derechos humanos Tesla se compromete a garantizar que sus proveedores no utilicen mano de obra esclava, infantil o que participen de trata de personas no tolerando esta situación para la fabricación de sus productos. De esta manera “demoniza” la trata, el trabajo infantil y la esclavitud remarcando que son crímenes de derecho federal, estatal e internacional. En cuanto al cumplimiento por parte de sus proveedores, remarca que evaluará la cadena de suministro de minerales y auditará a sus proveedores para analizar el cumplimiento, como así también, solicitará la certificación de que dichos materiales cumplen con las leyes sobre minerales en conflictos. (Tesla, 2019)

Hoy Tesla posee una valuación por capitalización de mercado por encima de los \$100 mil millones de dólares, situándose por encima de grandes automotrices como Volkswagen, Honda, BMW, General Motors, entre otras (ver en anexo Tabla 1). Aunque sus ventas todavía representan una pequeña proporción de las ventas totales de automóviles en el mundo, como se muestra en el gráfico 2. (Richter, 2020)

Grafico 2. Top 10 automotrices vs Tesla. Vehículos entregados al mercado en el 2019



Fuente: Wolfstreet.com. (Enero de 2020). Wolfstreet.com. Obtenido de Wolfstreet.com: <https://wolfstreet.com/2020/01/24/tesla-global-deliveries-compared-to-top-10-volkswagen-toyota-gm-ford-honda-fca-mercedes-chart/>

Capítulo 6. Fuentes de contaminación

1 Vehículos eléctricos, la contaminación que no se ve

Durante el proceso fabricación de vehículos eléctricos se pueden provocar emisiones contaminantes superiores a las producidas por la fabricación de un vehículo convencional, ya que las cadenas de montaje no funcionan en su pleno rendimiento, como si lo hacen con los vehículos convencionales, esto implica el mismo consumo de combustible para las máquinas de la producción en línea para lograr una menor cantidad de vehículos.

Para evaluar el impacto real de los automóviles eléctricos sobre el medio ambiente, se debe hacer un análisis del ciclo de vida que tenga en cuenta la etapa de producción de los automóviles, incluida la obtención de los metales raros presentes en su batería, la electricidad que emplean y el reciclaje de sus componentes.

La consultora Bernstein, en un informe elaborado donde se compara las emisiones de CO₂ de dos modelos de automóviles durante toda su vida útil, calcula que un BMW 320i motor naftero, emite 22,8 toneladas de CO₂ totales, de las cuales 20 corresponden a combustible consumido, 2,2 extracción y refinamiento de combustible y 0,6 en su fabricación. Por otra parte, el modelo Tesla 3 eléctrico, emitiría 27,1 toneladas totales de CO₂, 21,3 provocadas durante la fabricación de electricidad, 5,2 en la fabricación de baterías y 0,6 durante el ensamblaje del vehículo, como se observa en el gráfico 3. Estas investigaciones se encuentran reafirmadas por el instituto sueco de investigación de medio ambiente, quienes apuntan a las baterías como las principales culpables de las emisiones contaminantes del medio ambiente.

Gráfico 3: Comparativo de emisiones de Carbono, BMW320i nafta y Tesla3 Eléctrico



Fuente: Elaboración propia en base a Instituto de Investigación, S. (29 de mayo de 2017).

<https://www.ivl.se/toppmeny/pressrum/pressmeddelanden/pressmeddelande---arkiv/2017-05-29-ny-rapport-belyser-klimatpaverkan-fran-produktionen-av-elbilsbatterier.html>.

Así también según sus cálculos, la batería de 30 kWh del Nissan Leaf, provoca 5,3 toneladas contaminantes de CO₂, mientras que una de Tesla model S de 100 kWh emite 17,5 toneladas de CO₂. Esto lleva a la conclusión de que al aumentar el tamaño de las baterías aumenta exponencialmente el número de emisiones contaminantes, tal como la Universidad de Noruega de ciencia y tecnología resume en un artículo: “Los vehículos eléctricos más grandes pueden emitir más gases de efecto invernadero a lo largo de su ciclo de vida que los vehículos convencionales más pequeños”. (Torre, 2018)

Otro punto importante está vinculado a que se necesita de la quema de combustibles en el proceso de extracción de los materiales como el cobalto, el níquel y el litio, materia prima utilizada durante el proceso de fabricación de las baterías que almacenan la energía eléctrica del automóvil, por lo tanto, que no se visualice en el propio proceso de producción del automóvil esta quema y las emisiones, no implica que estas no existan.

El proceso de elaboración de una batería eléctrica de 100 kWh genera hasta 17.5 toneladas de dióxido de carbono. Y esto es así, porque el ion de litio necesita de mucha energía para ser extraído, como ocurre con otros componentes como el níquel y el cobalto, esas cifras son el equivalente al CO₂ generado al conducir un automóvil diésel o naftero durante aproximadamente ocho años. (Instituto de Investigación, 2017)

El estudio del IVL detalla los siguientes químicos que contienen las baterías:

- NMC o NCM: *Lithium Nickel Cobalt Manganese Oxide* (LiNiCoMnO₂) con 9 fuentes de información, para la producción de las baterías la demanda de energía acumulada (MJ/KWh) es de 500-2000 con un promedio de 1030, produciendo gas que genera el efecto invernadero por un total de (Kg/ CO₂-eq/KWh) 40-240, con un promedio de 160.
- LFP: *Lithium Iron Phosphate* (LiFePO₄/C) con nueve fuentes de información, en este caso para la producción de las baterías la demanda acumulada (MJ/KWh) es de 30-270 con un promedio de 161.
- LMO: *Lithium Manganese Oxide* (LiMn₂O₄) con 7 puntos de información, en este último caso para la producción de baterías la demanda acumulada (MJ/KWh) es de 50-75 con un promedio de 55.

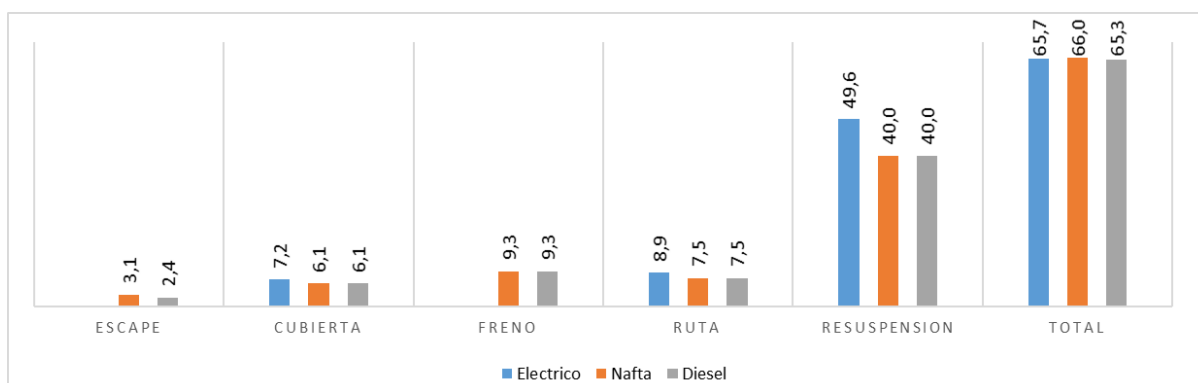
2 Otra forma de contaminación: partículas en suspensión producto del rodaje

Según el estudio “*Non-exhaust PM emissions from electric vehicles*” (Emisiones de PM sin escape de vehículos eléctricos) realizado por los escoceses Víctor Timmers y Peter Achten de la Universidad de Edimburgo, y por la empresa de ingeniería INNAS BV, como el vehículo eléctrico es un 24 % en promedio más pesado que su homólogo convencional, las emisiones totales de PM₁₀, partículas en suspensión de sustancias

orgánicas o inorgánicas, que se encuentran dispersas en el aire, de los vehículos eléctricos no son iguales a las de los vehículos de motor de combustión modernos, como se observa en el gráfico 4. Al tener más peso, consideran que el desgaste de los neumáticos, el desgaste de los frenos, el desgaste de la superficie de la carretera y la re suspensión del polvo de la carretera es mayor. (Timmers & Atchen, 2016)

Las PM10 se pueden definir como aquellas partículas sólidas o líquidas que provienen del polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, tóxicos de fábricas y caminos, dispersas en la atmósfera, y cuyo diámetro varía entre 2,5 y 10 μm (1 micrómetro corresponde la milésima parte de 1 milímetro) y que aparecen como esporas, mohos y polen que se producen moliendo y aplastando rocas o en la tierra que levanta el viento. (Timmers & Atchen, 2016)

Gráfico 4: PM10 por parte del auto y tipo de vehículo.



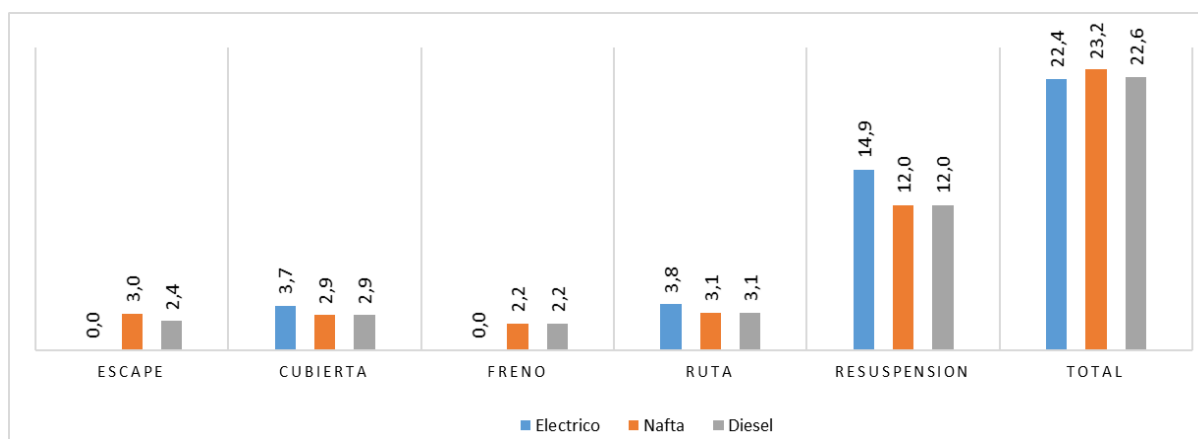
Fuente: Elaboración propia en base a Timmers, V., & Atchen, P. (17 de marzo de 2016). Obtenido de <http://www.soliftec.com/NonExhaust%20PMs.pdf>

Las PM2.5 son las mismas partículas que las PM10, pero su tamaño tiene que ser de menos de 2,5 micras, son los compuestos orgánicos y metales pesados de fracción respirable más pequeña, que se producen quemando plantas (árboles, incendios forestales y desperdicios del jardín) o manejando autos.

En el caso de las emisiones de PM2.5, los eléctricos solo consiguen una reducción insignificante en las emisiones. Comparado con un vehículo de combustión interna

promedio, el vehículo eléctrico emite un 3 por ciento menos de PM2.5 y en comparación con un diésel promedio, el eléctrico emite un 1 por ciento menos de PM2.5, como se observa en el gráfico 5. Por lo tanto, Víctor Timmers y Peter A.J. concluyen que la creciente popularidad de los vehículos eléctricos probablemente no tendrá un gran efecto en los niveles de partículas en suspensión. (Timmers & Atchen, 2016)

Gráfico 5: PM2.5 por parte del auto y tipo de vehículo.



Fuente: Elaboración propia en base a Timmers, V., & Atchen, P. (17 de marzo de 2016). Obtenido de <http://www.soliftec.com/NonExhaust%20PMs.pdf>

Las Naciones Unidas, en sus objetivos de desarrollo sostenible (Sustainable Development Goals, SGD) para el año 2030, tienen por meta reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, prestando especial atención a la calidad del aire y de los desechos municipales y de otro tipo. Para ello pretenden reducir los niveles medios anuales de partículas finas en suspensión, como el PM2.5 y PM10 en las ciudades, los autos eléctricos no serían de gran ayuda para el cumplimiento de este objetivo de sostenibilidad ambiental. (Sustainable development goals, 2015)

Capítulo 7. Otras consideraciones sobre los autos eléctricos

1 El lado oscuro de la extracción del cobalto, “la nueva gasolina”

Existe una fuerte controversia respecto de las condiciones en las que se trabaja en las minas para la extracción de cobalto y la utilización de mano obra infantil en la República Democrática del Congo (RDC). Numerosos artículos periodísticos alrededor del mundo se han escrito denunciando esta situación. La página *Daily mail en Inglaterra*, en su publicación: “Niños mineros de cuatro años que viven el infierno para que usted pueda conducir un vehículo eléctrico: El terrible costo humano en la mina de cobalto del Congo que Michael Gove, secretario de Medio Ambiente, no tuvo en cuenta en su cruzada de Energía Limpia”. En una investigación de *Sky News* en la Mina de Katanga, en República Democrática del Congo, afirma que se encuentran 40 mil niños trabajando diariamente, revisando rocas en búsqueda de cobalto, escogiendo a través de una montaña de enormes rocas con sus diminutas manos desnudas.

El ejército de niños, algunos de apenas cuatro años, trabajan en las extensas minas contaminadas de la República Democrática del Congo, donde el polvo rojo y tóxico les quema los ojos, corren el riesgo de enfermedades de la piel y una condición pulmonar mortal. Allí, por un salario de 8 peniques al día (aproximadamente 0,013 centavos de dólar), los niños están obligados a revisar las rocas para detectar los indicios de color marrón chocolate del cobalto, y se teme que miles de niños más estén a punto de ser arrastrados a esta vida cotidiana infernal, después de la histórica promesa hecha por Secretario de Medio Ambiente de Gran Bretaña, Michael Grove, de prohibir la venta de automóviles de gasolina y diésel a partir de 2040 y cambiar a vehículos eléctricos. (Jones, 2017)

Casi todos los grandes fabricantes de motores para vehículos eléctricos compran su cobalto a la RDC, ya que es el mayor productor del mundo de este mineral, con el 60 por ciento de las reservas del planeta. Pero la extracción del cobalto se realiza con mano de obra no regulada, y es transportado a Asia, donde los fabricantes de baterías lo utilizan para hacer que sus productos sean más ligeros, duraderos y recargables.

Si bien el banco de comerciantes Goldman Sachs, llama al cobalto 'la nueva gasolina', no hay signos de nuevas riquezas para RDC, donde aún los niños arrastran

a mano las rocas que salen de los túneles excavados y los mineros adultos excavan hasta 600 pies debajo de la superficie usando herramientas básicas, sin ropa protectora ni maquinaria moderna. A veces, los niños son enviados a las cámaras estrechas e improvisadas donde existe un peligro constante de derrumbe. No se conoce el número de niños que han muerto minando cobalto en la región de Katanga, en el sureste del país. La ONU calcula 80 al año, pero muchas muertes no se registran ya que los cuerpos quedan enterrados en los escombros de los túneles colapsados. Otros sobreviven, pero con enfermedades crónicas que destruyen sus jóvenes vidas. Las niñas de tan solo diez años en las minas son sometidas a ataques sexuales y muchas quedan embarazadas. (Jones, 2017)

El cobalto puede ser un peligro para la salud, cuando el cuerpo absorbe demasiado de este mineral pueden ocurrir efectos perjudiciales como dificultad para respirar, efectos graves del pulmón, incluyendo asma, pulmonía y jadeo. En algunos casos personas expuestas han desarrollado alergia al cobalto que ha producido asma y salpullido en la piel. Incluso existe una enfermedad respiratoria que lleva su nombre: el pulmón de cobalto, una forma de neumonía que causa tos y una incapacidad permanente e incluso la muerte.

Las muestras de suelo tomadas por médicos de la Universidad de Lubumbashi, la ciudad más cercana en el área minera, muestran que la región se encuentra entre las diez más contaminadas del mundo. Los residentes cerca de las minas en el sur de la República Democrática del Congo tenían concentrados urinarios de cobalto 43% más altos de lo normal. Los niveles de plomo fueron cinco veces más altos, el cadmio y el uranio cuatro veces más altos.

Los intermediarios chinos que trabajan para la Compañía Minera Congo Dongfang tienen el dominio en la República Democrática del Congo, que compran el cobalto crudo que se les trae en sacos transportados en bicicletas y automóviles viejos en mal estado diariamente de las minas de Katanga. Ofreciendo sumas miserables como £ 40 por una tonelada de rocas ricas en cobalto, que se envían por barco de carga al gigante de minerales Zhejiang Huayou Cobalt en China y se venderán en China a una cadena de suministro que alimenta a las multinacionales productoras de automóviles eléctricos. (Jones, 2017)

Existen intentos por visibilizar esta problemática del trabajo infantil y las malas condiciones de trabajo. Pero hay quienes todavía ponen excusas insólitas y argumentan que "sería irresponsable" dejar de usar el trabajo infantil y afirman que "Podría agravar la pobreza en las regiones mineras de cobalto y empeorar los medios de vida de los mineros locales". (Jones, 2017)

Amnistía Internacional, en un nuevo informe llamado "*Time to Recharge* ", analiza la conducta de los gigantes del sector como Apple, Samsung Electronics, Dell, Microsoft, BMW, Renault y Tesla, en función de cómo han mejorado sus prácticas de abastecimiento de cobalto desde enero de 2016. Concluye que, si bien unas cuantas empresas han hecho avances, otras siguen sin adoptar siquiera medidas básicas como investigar sus cadenas de suministro en la RDC. (internacional, 2017)

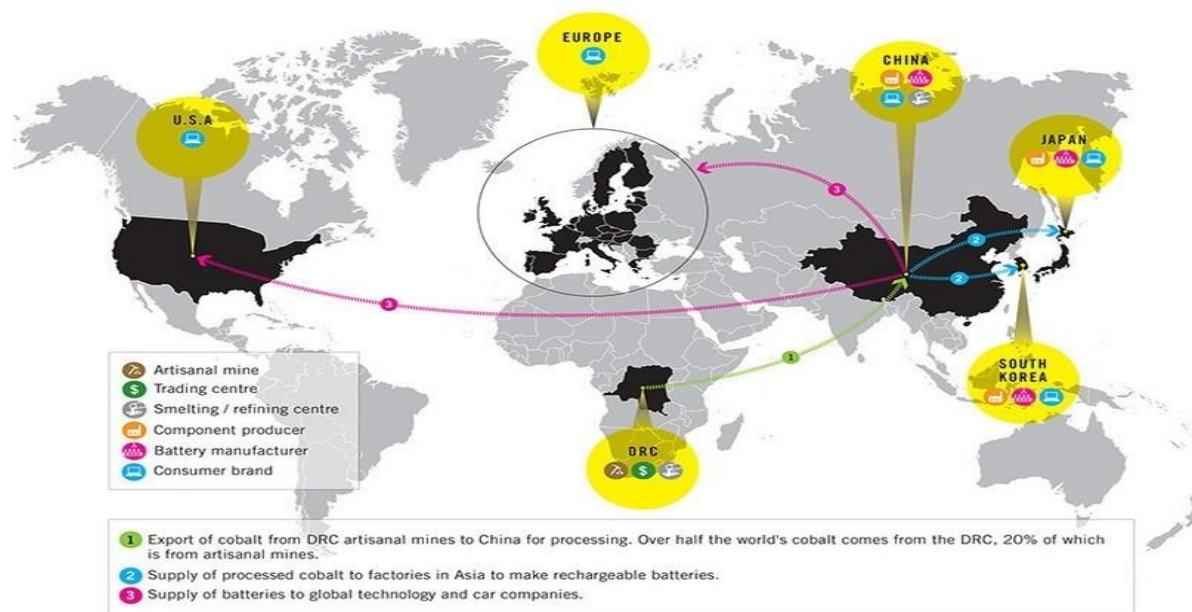
El cobalto desempeña un papel fundamental en las soluciones de energía sostenible. Es un componente clave de las baterías que alimentan a los vehículos eléctricos, y también podría tener mucho que ver en el desarrollo de tecnologías sustentables como los parques eólicos y la energía solar. Pero la demanda de cobalto también podría estar manteniendo abusos contra los derechos humanos", ha dicho Joshua Rosenzweig, asesor estratégico sobre Empresas y Derechos Humanos en Amnistía Internacional. (internacional, 2017)

El fabricante de automóviles Tesla, líder del mercado en vehículos eléctricos, planea producir 500,000 automóviles por año a partir de 2018, y necesitará 7,800 toneladas de cobalto para lograrlo. Se espera que las ventas alcancen 4.4 millones para 2021. Esto significa que el precio del cobalto se elevará a medida que el mundo se prepara para la revolución del automóvil eléctrico, y existe evidencia de que algunas corporaciones están cancelando sus contratos con minas reguladas que utilizan tecnología industrial, y cada vez más a las minas más baratas utilizando mano de obra humana. (Jones, 2017)

La exportación de cobalto del Congo a China comprende el 50% del comercio mundial de este material, de los cuales el 20% provienen de minas artesanales, siendo estos unos de los principales fabricantes de baterías junto con Japón y Corea del Sur, como se observa en el grafico n°6. (Fuentes, 2018)

Australia es la segunda fuente mundial cobalto, con reservas de 1 millón de toneladas, seguida de Cuba, China, Rusia, Zambia y Zimbabue.

Gráfico 6. Flujo comercial que sigue el cobalto alrededor del mundo.



Referencias: (traducción)

- Exportación de cobalto desde las minas de RDC hacia China para su procesamiento.
- Suministros de cobalto procesado hacia fábricas en Asia para baterías recargables.
- Suministro de baterías para tecnología global y compañías de autos.

Fuente: XATAKA, 2. (2019). <https://www.xataka.com/automovil/todos-coches-electricos-que-se-venden-espana-su-autonomia-caros-a-baratos>.

Un teléfono celular contiene entre 5 y 10 gramos de cobalto, mientras que una batería de un vehículo llega a tener hasta 15 kilos, lo que generó con esta expansión de la producción de autos eléctricos que aumente el consumo de este mineral, por lo tanto, ante la escasez y los problemas que trae para abastecerse, muchos fabricantes como Volkswagen y BMW están trabajando en la forma de intentar prescindir de este mineral. Mientras que Tesla sigue trabajando con la tecnología Níquel-Cobalto-Aluminio que utiliza menos de un tercio de la cantidad de cobalto, la mayoría de los fabricantes prefieren las de Níquel-Manganeso-Cobalto que contienen aproximadamente un 20 por ciento de cobalto. (Fuentes, 2018)

2 El reciclaje de baterías

Otro problema se presenta cuando la vida útil de la batería llega a su fin, actualmente este tipo de baterías son utilizadas únicamente en los vehículos eléctricos, lo que implica que todo impacto ambiental de la misma está relacionado con el ciclo de vida del vehículo, y no hay en la actualidad previsto un segundo fuera de este sector.

Este tipo de baterías tienden a desgastarse de prisa, debido a que pasan mucho tiempo de su vida útil conectadas a un cargador. Pierden parte de su capacidad, pero tiene componentes que siguen funcionando de forma correcta, y mediante un adecuado proceso de reciclaje se podrían aprovechar en otro tipo de dispositivos como teléfonos móviles, acumuladores de paneles solares y para dar energía a los hogares.

Las baterías de los vehículos eléctricos tienen diseños y tamaños diferentes según quien sea el fabricante, depende de las especificaciones del automóvil, según el tamaño de las celdas, entre otros factores, esto dificulta también el desarrollo de procesos estándar de reciclaje.

Si bien hoy no es una necesidad vital para el medio ambiente el reciclar las baterías, dado que el número de automóviles eléctricos no es tan grande, y no hay incentivos económicos para el reciclaje, es necesario establecer políticas que obliguen a tener en cuenta esta futura problemática y permita que los vehículos eléctricos sean más sostenibles.

3 Confort y precios de los vehículos eléctricos

Una ventaja muy importante a tener en cuenta a la hora de elegir un vehículo eléctrico es su bajo costo de mantenimiento, ya que el sistema mecánico no requiere de lubricantes, circuito de refrigeración, ni poseen caja de cambios, entre otros. Esto además mejora el espacio interior y hace más placentero el viaje para los ocupantes, sumado a que son más silenciosos que los convencionales.

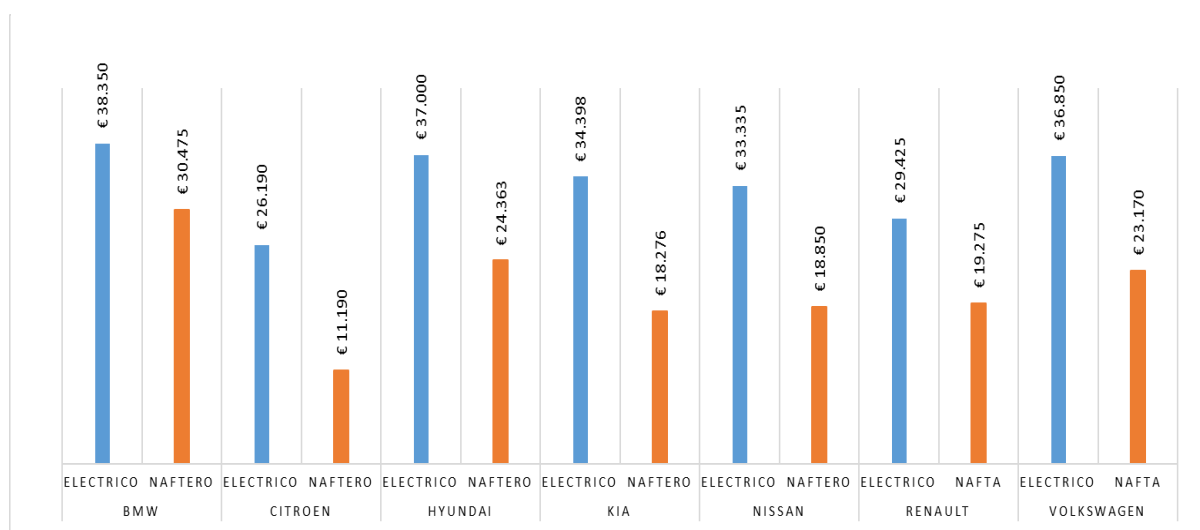
Pero por otro lado existen algunas desventajas como la escasez de puntos de carga en las ciudades, si bien se podría tener un puerto de carga en nuestro domicilio

para reponer la batería durante la noche, el problema se presenta en la ausencia de puntos de carga públicos. Sumado a esto, la corta autonomía de los autos eléctricos complica la practicidad de su uso, pudiendo ser utilizados solamente en trayectos cortos y en las ciudades.

Otro tema a considerar es que, al encontrarse en pleno desarrollo, no es una tarea fácil conseguir talleres de posventa como los de los vehículos convencionales, pudiendo también surgir problemas para conseguir repuestos y partes para realizar reparaciones.

Para finalizar, un dato no menor es el precio de los vehículos eléctricos, son en promedio un 35% más caros que un vehículo convencional. En el gráfico 7, podemos ver como para las distintas automotrices, los autos eléctricos con más caros que uno naftero, manteniendo aproximadamente el mismo equipamiento. El precio en el momento de tomar la decisión de compra es un factor muy relevante. (*Véase también en Anexos la Tabla 1*).

Gráfico 7. Precio promedio según tipo de auto y automotriz



Nota: El gráfico 7 fue elaborado en base a la información suministrada por distintas fuentes.

Fuentes: 20minutos.es, 2. (8 de junio de 2019). <https://www.20minutos.es/noticia/3663066/0/coches-electricos-venta-espana-precio/>.

Coches.com, 2. (2019). <http://www.autodescuento.com/>.

XATAKA, 2. (2019). <https://www.xataka.com/automovil/todos-coches-electricos-que-se-venden-espana-su-autonomia-caros-a-baratos>.

Capítulo 8. Toyota Environmental Challenge 2050

Toyota es la empresa que posee la mayor capitalización de mercado a nivel mundial, y fue la segunda mayor productora de vehículos en el mundo en el 2019, por lo cual es de suma importancia para el medio ambiente el rumbo de sus acciones para contribuir con la sustentabilidad ambiental.

En el año 2015, la empresa lanzó el *Toyota Environmental Challenge 2050* (desafío medio ambiental 2050) con el objetivo de eliminar el impacto ambiental de su producción y alcanzar un impacto neto positivo. Las ideas y valores que Toyota intenta transmitir se encuentran en línea con las *Sustainable Development Goals* (metas de desarrollo sostenible) de Naciones Unidas, lanzadas en el 2016. Así como también con la visión del Acuerdo de París sobre el cambio climático de 2015. (Sustainable development goals, 2015)

El reto de Toyota cuenta con 6 desafíos a cumplir:

1. Reducir el promedio global de las emisiones de CO₂ durante la circulación de nuevos vehículos, en un 90% sobre los niveles del año 2010.
2. Eliminar completamente las emisiones de carbono de todo el ciclo de vida del vehículo.
3. Alcanzar la emisión cero de CO₂ en todas sus plantas alrededor del mundo, para el 2050.
4. Minimizar el uso de agua e implementar políticas de gestión de desechos líquidos, basado en las condiciones locales de cada una de las plantas de fabricación.
5. Promover la utilización global de tecnologías de reciclado y tratamientos de desechos de automóviles al final de su vida útil.
6. Promover comunidades en armonía con la conservación de la naturaleza

Con el objetivo de cumplir con estos desafíos de largo plazo en el 2050, Toyota lanzó en 2018 los *2030 Milestones* (hitos 2030), como puntos intermedios para alcanzar sus objetivos, estableciendo metas tanto cualitativas como cuantitativas para cada uno de los 6 desafíos, y vinculándolos con los planes de acción quinquenales, conocidos como *Toyota Environmental Action Plan*, como se muestra en la figura 9. (Toyota Motor Company, 2019)

Así la empresa planea que para 2030 reducir las emisiones de carbono del ciclo de vida completo del automóvil en un 25% comparado con los valores de 2013, junto con el apoyo de los proveedores de suministros y de energía, los gobiernos y consumidores.

Figura 9. Toyota Environmental Challenge 2050 (desafío medio ambiental 2050)



Fuente: Toyota Motor Company. (31 de Marzo de 2019). *Sustainability Data Book 2019*. Recuperado de https://global.toyota/pages/global_toyota/sustainability/report/sdb/sdb19_en.pdf#page=52

Conclusiones

El presente trabajo se propuso la realización de un análisis exploratorio y estudio de casos de la producción de automóviles eléctricos y de su impacto medio ambiental, intentando determinar si su actual popularidad se debe a cuestiones puramente de marketing o si realmente son una alternativa sustentable para el medio ambiente.

En base a las diferentes investigaciones científicas analizadas puedo concluir que, durante el proceso fabricación de vehículos eléctricos se pueden provocar emisiones contaminantes superiores a las producidas por la fabricación de un vehículo convencional, tanto por la ineficiencia en el uso de las cadenas de montaje, como por la quema de combustibles en el proceso de extracción de los materiales para las baterías, como el cobalto, el níquel y el litio.

Otro punto importante a destacar es que como el vehículo eléctrico es en promedio más pesado que su homólogo convencional, las emisiones totales de partículas en suspensión son mayores que en el caso de los automóviles con motor de combustión. Al tener más peso, consideran que el desgaste de los neumáticos, el desgaste de los frenos, el desgaste de la superficie de la carretera y la resuspensión del polvo de la carretera es mayor.

Los estudios del ciclo de vida muestran que la idea de cero emisiones es engañosa, al menos por ahora. Es necesario tener en cuenta todas las etapas, tanto la producción de los automóviles, como la obtención de los metales raros presentes en su batería, la electricidad que emplean en su uso y las emisiones durante el rodaje.

Un punto no menor, es la controversial situación que atraviesa la República Democrática del Congo, principal proveedor de cobalto del mundo. Donde hay minas donde trabajan más de 40.000 niños en condiciones muy perjudiciales para su salud. Si bien las empresas se han manifestado a favor de controlar las cadenas de suministro de sus proveedores, organizaciones internacionales como Amnistía internacional continúan denunciando estas irregularidades y la falta de verdadera acción por parte de las empresas.

Las baterías tienen un alto costo de producción y una vida útil limitada. Actualmente no se prevé un segundo uso para las mismas y la existencia de diferentes modelos y tamaños según el fabricante dificulta el desarrollo de un procedimiento estándar de reciclaje. No hay tampoco desde los gobiernos políticas fuertes que promuevan o impongan la reutilización de las baterías o sus partes, lo cual puede redundar negativamente en el medio ambiente en el mediano plazo.

Si bien una ventaja muy importante a tener en cuenta a la hora de elegir un vehículo eléctrico es su bajo costo de mantenimiento, ya que el sistema mecánico no requiere de lubricantes, circuito de refrigeración, ni poseen caja de cambios, son en promedio un 35% más caros que un vehículo convencional, lo cual a la hora de decidir la compra es un factor de peso.

Otro tema a considerar es que, al encontrarse en pleno desarrollo, no es una tarea fácil conseguir talleres de posventa como los de los vehículos convencionales, pudiendo también surgir problemas para conseguir repuestos y partes para realizar reparaciones. Y su corta autonomía complica la practicidad de su uso, pudiendo ser utilizados solamente en trayectos cortos y en las ciudades. Estos factores pueden desincentivar a los consumidores a sumarse a la “ola verde”.

Aún si los avances tecnológicos permitieran reducir las emisiones de CO₂, de las partículas en movimiento y las baterías encontrarán un uso alternativo, tendríamos que enfrentar el problema de la falta de infraestructura en las ciudades para este tipo de automóviles. La red de recarga no está preparada, y es necesario que las infraestructuras y compañías energéticas se adapten poco a poco a esta nueva realidad, preparándose para un aumento de la demanda de energía en cada hogar y puertos de carga públicos en las ciudades.

Tras este análisis, podemos afirmar que el coche eléctrico aún está muy verde, que es necesario tomar conciencia que esta revolución aún está en su etapa inicial y se necesita de muchos avances para poder afirmar que realmente es más amigable con el medio ambiente. Es de suma importancia poner énfasis en las cuestiones remarcadas para que sea realmente una evolución y no solamente negocio para algunos o puro marketing de muchos países que al no tener petróleo buscan independizarse de aquellos que lo producen.

Bibliografía

- 20 Minutos. (17 de Abril de 2019). *www.20minutos.es*. Obtenido de *www.20minutos.es*:
<https://www.20minutos.es/noticia/3616750/0/coches-electricos-funcionamiento-motor-bateria-transformador/>
- 20minutos.es, 2. (8 de junio de 2019). <https://www.20minutos.es/noticia/3663066/0/coches-electricos-venta-espana-precio/>.
- Aguila Juarez, A. (25 de abril de 2019). <https://www.gestiopolis.com/>. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/analisis-financiero-de-tesla-inc/>
- Ambientum. (28 de Enero de 2020). *www.ambientum.com*. Obtenido de *www.ambientum.com*:
https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/energia/el_petroleo.asp
- Auto-electrico.net. (13 de Julio de 2015). *Auto-electrico.net*. Obtenido de Auto-electrico.net:
<http://www.auto-electrico.net/>
- BBC, Riesgo ambiental. (5 de octubre de 2012).
https://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/10/121005_autos_electricos_riesgo_ambiental_ar. Obtenido de https://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/10/121005_autos_electricos_riesgo_ambiental_ar
- Brizzi, M. (11 de Febrero de 2019). *El Cronista Rpm*. Obtenido de El Cronista Rpm:
<https://www.cronista.com/rpm/mercado/Autos-electricosson-viables-en-la-Argentina-20190211-0002.html>
- Buller, B. Y. (5 de Septiembre de 2017). *Nacioneolica, 1000 millones de autos electricos, Año 2050*. Obtenido de <https://nacioneolica.com/2050-habran-1000-millones-autos-electricos-mundo-indica-reciente-estudio/>
- Coches.com, 2. (2019). <http://www.autodescuento.com/>.
- Coelho, F. S. (27 de mayo de 2019). <https://www.significados.com/sustentabilidad/>.
- Datosmacro.com. (Enero de 2020). *Datosmacro.com*. Obtenido de Datosmacro.com:
<https://datosmacro.expansion.com/materias-primas/opec>
- Efi Mob Efficient Mobility. (s.f.). *Efi Mob*. Obtenido de Efi Mob:
<https://www.efimob.com/es/info/31-tipos-de-conectores>
- Electric2car. (s.f.). *Electric2car*. Obtenido de Electric2car:
<https://www.electric2car.com/servicios/conector-scame-ev-plug-alliance-tipo-3>
- Electro movilidad. (11 de Febrero de 2020). Obtenido de <http://electromovilidad.net/tipos-de-recarga-del-vehiculo-electrico/>
- Electro movilidad. (10 de Febrero de 2020). *electromovilidad.net*. Obtenido de <http://electromovilidad.net/el-vehiculo-electrico/>
- Empresa Nacional del Petróleo. (s.f.). *www.enap.cl*. Obtenido de *www.enap.cl*:
https://www.enap.cl/pag/241/1119/historia_petroleo
- Energia Nuclear. (s.f.). Obtenido de <https://energia-nuclear.net/energia/energia-electrica>

- Fuentes, V. (22 de agosto de 2018). <https://www.motorpasion.com/>. Obtenido de <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/fabricar-baterias-coche-electrico-conlleva-gran-problema-guerra-cobalto>
- Fuentes, V. (29 de Mayo de 2018). *Xataka.com*. Obtenido de Xataka.com: <https://www.xataka.com/automovil/coche-ectrico-sus-baterias-tienen-gran-problema-guerra-cobalto>
- García Oliva, C. (14 de noviembre de 2018). *Cargadores de coches eléctricos: todo lo que tienes que saber*. Obtenido de <https://www.autonocion.com/>: <https://www.autonocion.com/cargadores-coche-electrico-tipos/>
- García, A. (7 de Noviembre de 2019). *ADSL ZONE.NET*. Obtenido de <https://www.adslzone.net/2019/11/07/reciclar-baterias-coches-electricos-dificil/>
- García, A. (7 de Noviembre de 2019). *ADSL ZONE.NET*. Recuperado el 25 de Enero de 2020, de *ADSL ZONE.NET*: <https://www.adslzone.net/2019/11/07/reciclar-baterias-coches-electricos-dificil/>
- IAPG, P. (2019). http://www.iapg.org.ar/web_iapg/publicaciones/libros/libros.
- Instituto de Investigación, S. (29 de mayo de 2017). <https://www.ivl.se/toppmeny/pressrum/pressmeddelanden/pressmeddelande---arkiv/2017-05-29-ny-rapport-belyser-klimatpaverkan-fran-produktionen-av-elbilsbatterier.html>.
- internacional, A. (15 de noviembre de 2017). *Amnesty.org*. Obtenido de *Amnesty.org*: <https://www.amnesty.org/es/latest/news/2017/11/industry-giants-fail-to-tackle-child-labour-allegations-in-cobalt-battery-supply-chains/>
- Irle, V. (Octubre de 2019). *Ev-volumenes*. Obtenido de <http://www.ev-volumes.com/>
- Irle, V. (Enero de 2020). *Volumenes EV*. Obtenido de *Volumenes EV*: <http://www.ev-volumes.com/>
- IVL. (2015). *IVL*. Obtenido de *IVL*: <https://www.ivl.se/english/startpage/pages/contact/staff/matsolarsson.4.76c6e08e1573302315f1132.html>
- Jones, B. (6 de agosto de 2017). <https://www.dailymail.co.uk/>. Obtenido de <https://www.dailymail.co.uk/news/article-4764208/Child-miners-aged-four-living-hell-Earth.html>
- ksigma, v. d. (16 de febrero de 2019). <http://ksigma.com.ar/2019/02/16/autos-electricosson-viables-en-la-argentina>.
- Mendez Castro, A. L. (octubre de 2013). <http://www.oilproduction.net/>. Obtenido de <http://www.oilproduction.net/files/Aspectos-de-Produccion.pdf>
- Mia Romare, L. D. (Mayo de 2017). *IVL*. Obtenido de *IVL*: <https://www.ivl.se/download/18.5922281715bdaebede9559/1496046218976/C243+The+lif+e+cycle+energy+consumption+and+CO2+emissions+from+lithium+ion+batteries+.pdf>
- Movilidad eléctrica, V. d. (2019). <https://movilidadelectronica.com/ventas-vehiculos-electricos-en-estados-unidos-2018/>.

- Murias, D. (10 de Octubre de 2019). *Motor Pasion*. Obtenido de Motor Pasion: <https://www.motorpasion.com/tecnologia/los-motores-son-tambien-clave-en-el-desarrollo-del-coche-electrico-no-todo-es-cuestion-de-baterias>
- Oliva, C. G. (14 de Noviembre de 2018). *www.autonocion.com*. Obtenido de *www.autonocion.com*: <https://www.autonocion.com/cargadores-coche-electrico-tipos/>
- OTERO, A. (3 de Enero de 2019). *Motorpasion, coches hibridos* . Obtenido de <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/ventas-coches-electricos-se-duplican-espana-quinto-ano-consecutivo-hay-camino-recorrer>
- Petovel, P. b. (15 de octubre de 2018). <https://www.merca20.com/hay-un-problema-dicen-que-las-baterias-de-los-carros-electricos-contaminan-mas-que-la-gasolina/>.
- Protocolo de medidas anticontaminación. (2018). https://www.esmadrid.com/protocolo-medidas-anticontaminacion-madrid-pdf?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F.
- QuimiNet. (8 de noviembre de 2005). <https://www.quiminet.com/>. Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/todo-lo-que-deseaba-saber-de-las-parafinas-2655.htm>
- Raffino, M. E. (16 de Enero de 2019). *Energia Electrica*. Obtenido de Energia Electrica: <https://concepto.de/energia-electrica/>
- Richter, W. (24 de Enero de 2020). Obtenido de <https://wolfstreet.com/2020/01/24/tesla-global-deliveries-compared-to-top-10-volkswagen-toyota-gm-ford-honda-fca-mercedes-chart/>
- Richter, W. (24 de Enero de 2020). *Wolfstreet.com*. Obtenido de <https://wolfstreet.com/2020/01/24/tesla-global-deliveries-compared-to-top-10-volkswagen-toyota-gm-ford-honda-fca-mercedes-chart/>
- SGM, S. G. (22 de marzo de 2017). <https://www.sgm.gob.mx/>. Obtenido de https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Yacimientos-petroleros.html
- Sierra, M. (17 de octubre de 2018). <https://www.vozpopuli.com/>. Obtenido de https://www.vozpopuli.com/economia-y-finanzas/empresas/fabricacion-baterias-electricas-Tesla-tanto-CO2-coche-tradicional_0_1062794865.html
- Super Green Solutions. (2020). *supergreensolution.com*. Obtenido de *supergreensolution.com*: <https://supergreensolutions.com/panama-bellavista/lang-es/energia-renovables-y-electricidad/estacion-de-carga-para-vehiculos-electricos/>
- Sustainable development goals. (2015). *Sustainable development goals Knowledge platform*. Obtenido de <https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300>
- Tesla. (mayo de 2019). <https://www.tesla.com/>. Obtenido de <https://www.tesla.com/about/legal#human-rights-and-conflict-minerals-policy>
- Timmers, V., & Atchen, P. (17 de marzo de 2016). Obtenido de <http://www.soliftec.com/NonExhaust%20PMs.pdf>
- Torre, A. d. (5 de Mayo de 2018). *Autopista.es*. Obtenido de Autopista.es: <https://www.autopista.es/noticias-motor/articulo/coche-electrico-toda-verdad-emisiones-gases-contaminacion-baterias-petroleo>

Toyota Motor Company. (31 de Marzo de 2019). *Sustainability Data Book 2019*. Obtenido de https://global.toyota/pages/global_toyota/sustainability/report/sdb/sdb19_en.pdf#page=52

Victor R.J.H.TimmersaPeter A.J.Achtenb. (16 de marzo de 2016). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S135223101630187X>.

Wall box Store. (s.f.). *Wallbox*. Obtenido de Wallbox: <http://wallbox.eu/es/info/tipos-de-conectores-de-vehiculos-electricos.html>

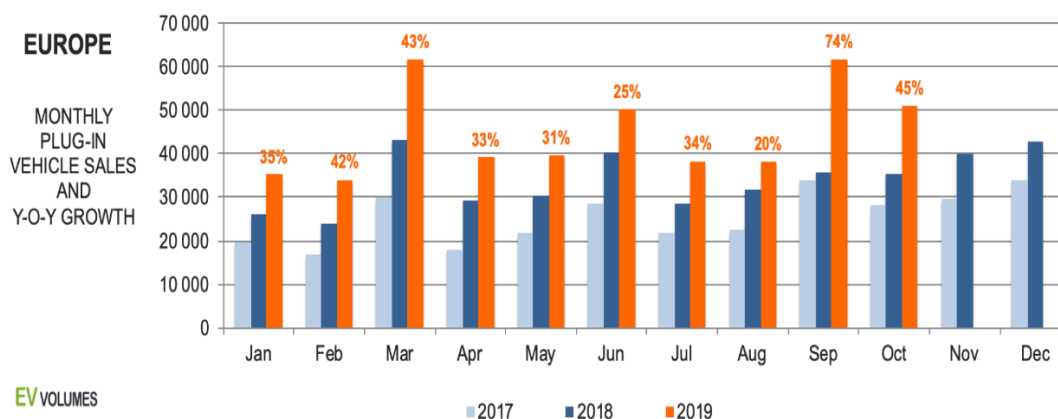
XATAKA, 2. (2019). <https://www.xataka.com/automovil/todos-coches-electricos-que-se-venden-espana-su-autonomia-caros-a-baratos>.

Anexos

Ventas de autos eléctricos en Europa durante el 2019

Según el analista sueco Viktor Irle de ev-volumen.com, en el 2019 tuvo un incremento importante la venta de vehículos eléctricos en los Europa, donde se vendieron hasta el tercer trimestre 400.000 unidades aproximadamente, como muestra el grafico n°8, entre vehículos eléctricos e híbridos enchufables, con un fuerte relanzamiento de vehículos híbridos como el BMW, Mercedes, VW, Porsche y el Tesla Model3 debido a la introducción del WLTP (*World Harmonized Light-duty Vehicle Test Procedure*), que es un estándar global para determinar niveles contaminantes, más estricto, cambios en los impuestos y subvenciones que promueven una mayor absorción de vehículos eléctricos, de los cuales un 68 por ciento son eléctricos puros, representando así un 17 por ciento más que el año pasado, lo que trae como resultado una participación en el mercado del 3,25 por ciento para el año. (Irle, Ev-volumenes, 2019)

Grafico 8: Ventas de vehículos eléctricos e híbridos en Europa durante el 2019



Fuente: Irle, V. (Octubre de 2019). Volumenes EV. Obtenido de Volumenes EV: <http://www.ev-volumes.com/>

A pesar de la baja producción de vehículos híbridos enchufables de origen nacional hasta agosto, Alemania obtuvo el primer puesto de Noruega este año. El crecimiento, 49% hasta ahora, está dado por el aumento de ventas de vehículos eléctricos compuesto principalmente, por el nuevo Tesla Model-3 que contribuyó con

7900 unidades, Renault aumentó las ventas de su nuevo Zoe en un 90% a 8330 unidades, BMW duplicó las ventas del i3 a 8200, la capacidad de la batería se incrementó a 42 kWh y se fue el Range Extender. El Mitsubishi Outlander híbrido enchufable vendió 6700 unidades, lo que significó un aumento aproximado del 435% y ocupó parte del mercado que dejaron Daimler, el grupo Volkswagen y BMW. Los nuevos modelos como el Audi e-tron quattro, el Hyundai Kona EV y el Mercedes E300 híbrido enchufable tuvieron un crecimiento de 3000 a 4000 unidades cada uno. (Irle, Ev-volumenes, 2019)

Los mercados que están teniendo un crecimiento importante en términos porcentuales son los Países Bajos e Irlanda, ambos con la total atención en las ventas de vehículos eléctricos. El Reino Unido y Bélgica volvieron al crecimiento con altas ventas de Tesla Model-3 y el regreso de los híbridos enchufables populares. (Irle, Ev-volumenes, 2019)

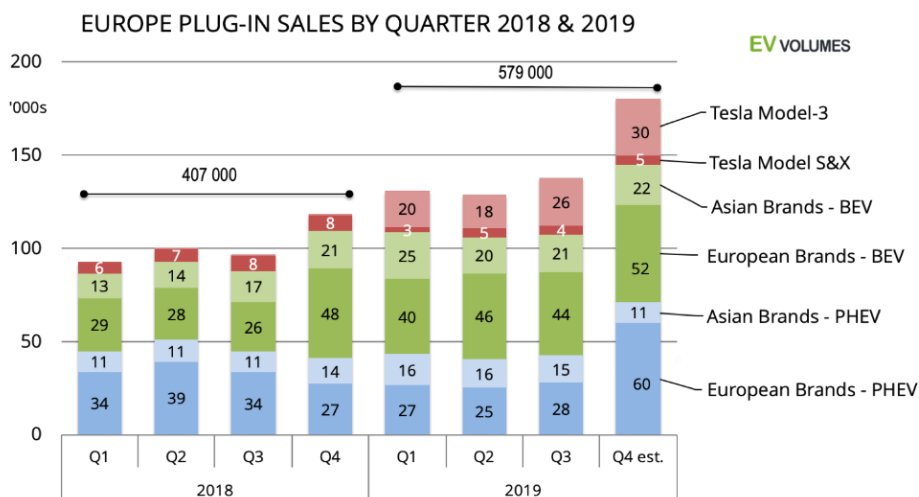
Además de los quince países más importantes en el mercado de los eléctricos, la mayoría de los otros mercados también registraron ganancias, a excepción de países como Islandia, Eslovaquia y Eslovenia donde no hubo demasiados cambios. En total, las ventas de vehículos híbridos enchufables en Europa aumentaron un 39% hasta octubre. (Irle, Ev-volumenes, 2019)

Tesla en Europa no tiene la misma importancia que en los Estados Unidos, donde 4 de cada 5 vehículos eléctricos comprados son de la marca, y el Model 3 de gran importancia ya que representa casi la mitad las ventas de vehículos eléctricos. Sin embargo, la adopción de vehículos eléctricos, sería significativamente más lenta en Europa. Del crecimiento del sector de 125.400 unidades hasta octubre, 65.600 provienen del Model 3 como se observa en el gráfico n°9.

“Para el cuarto trimestre del 2019 hubo una alta demanda de híbridos enchufables de marcas alemanas y ventas de eléctricos puros en los Países Bajos, donde el beneficio en valor en especie para el uso privado de los automóviles de la compañía aumenta del 4% al 8% del precio de lista; Los PHEV e ICE tienen un impuesto del 22% del precio de lista. Además de eso, Tesla necesita alcanzar, o mejor, superar la guía para las entregas globales en 2019. 360 000 unidades fueron el extremo inferior, lo que requiere al menos 105.000 entregas globales en el cuarto trimestre, "solo" 8000

más que en el tercer trimestre. Las entregas en diciembre de Tesla Model-3 pueden llegar a 10.000 unidades solo en los Países Bajos". (Irlé, Ev-volumenes, 2019)

Gráfico 9: Ventas de vehículos eléctricos e híbridos en Europa según modelos. Años 2018-2019.



Fuente: Irlé, V. (Enero de 2020). Volumenes EV. Obtenido de Volumenes EV: <http://www.ev-volumenes.com/>

Gráfico 10: Comparativo de capitalizaciones de mercado por automotriz

Tabla 1. Capitalización de mercado de las 9 automotrices más valiosas. Enero 2020

Market Capitalization	
	Billion \$
Toyota	\$233.9
Tesla	\$102.0
Volkswagen	\$97.6
Daimler	\$53.6
Honda	\$49.8
BMW	\$49.5
GM	\$49.0
Ford	\$36.0
FCA	\$20.9

WOLFSTREET.com

Fuente: Wolfstreet.com. (Enero de 2020). Wolfstreet.com. Obtenido de Wolfsteet.com: <https://wolfstreet.com/2020/01/24/tesla-global-deliveries-compared-to-top-10-volkswagen-toyota-gm-ford-honda-fca-mercedes-chart/>

Comparativo de precios de los automóviles según tipo y automotriz

Tabla 2. Precios según tipo de mecánica y automotriz. Año 2019

		Tipo	Desde	Hasta	Precio promedio	Gamas
BMW	BMW i3	Eléctrico	35.500 €	41.200 €	38.350 €	3 versiones
	BMW serie 2	Híbrido enchufable	39.500 €		39.500 €	iPerformance
	BMW serie 1	Diesel	26.400 €	36.450 €	31.425 €	3 puertas
	BMW serie 1	Naftero	25.400 €	35.550 €	30.475 €	3 puertas
Citroen	Citroen C-Zero	Eléctrico	26.190 €		26.190 €	
	Citroen E-Mehari	Eléctrico	26.000 €		26.000 €	
	Citroen C-1	Naftero	11.190 €		11.190 €	
Hyundai	Hyundai Ioniq Electric	Eléctrico	34.500 €	39.500 €	37.000 €	3 gamas
	Hyundai Ioniq Hybrid	Híbridos enchufables	23.900 €	29.900 €	26.900 €	3 gamas
	Hyundai Elantra	Naftero	20.025 €	28.700 €	24.363 €	6 gamas
Kia	KIA Soul EV	Eléctrico	32.840 €	35.955 €	34.398 €	2 modelos
	KIA Niro HEV	Híbridos enchufables	25.400 €	29.800 €	27.600 €	3 gamas
	KIA Soul	Naftero	14.026 €	22.526 €	18.276 €	8 gamas
NISSAN	Nissan Leaf	Eléctrico	29.235 €	37.435 €	33.335 €	6 gamas
	Nissan Pulsar	Naftero	18.850 €		18.850 €	
RENAULT	Renault ZOE	Eléctrico	22.125 €	36.725 €	29.425 €	8 gamas
	Renault Clío	Diesel y Naftero	12.850 €	25.700 €	19.275 €	
VOLKSWAGEN	Volkswagen e-Golf	Eléctrico	36.850 €		36.850 €	
	Volkswagen Golf GTE	Híbrido enchufable	40.090 €		40.090 €	
	Volkswagen Golf	Diesel y naftero	19.690 €	26.650 €	23.170 €	4 gamas
	Volkswagen Golf GTI	Naftero	32.850 €	38.750 €	35.800 €	4 gamas

Nota: Esta tabla fue elaborada en base a la información suministrada por las distintas fuentes.

Fuentes: 20minutos.es, 2. (8 de junio de 20109). <https://www.20minutos.es/noticia/3663066/0/coches-electricos-venta-espana-precio/>.

Coches.com, 2. (2019). <http://www.autodescuento.com/>

XATAKA, 2. (2019). <https://www.xataka.com/automovil/todos-coches-electricos-que-se-venden-espana-su-autonomia-caros-a-baratos>.