

“Análisis de incentivos y proyecciones del vehículo 100% eléctrico en el Ecuador”

“Analysis of incentives and projections of the 100% electric vehicle in Ecuador”

Luis Xavier Orbea Hinojosa

José Antonio Toapaxi Casanova

Cristhian Alexander Guano Calvache

Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador

Autor para correspondencia: luis.orbea@ute.edu.ec, tcja7012823@ute.edu.ec, c.guano@hotmail.com

Juan José Castro Mediavilla

Universidad Internacional del Ecuador, Ecuador

Autor para correspondencia: jucastrome@internacional.edu.ec

Fecha de recepción: 20 de Enero de 2017 - Fecha de aceptación: 25 de Marzo de 2017

Resumen: Las principales causas de contaminación ambiental son producidas por actividades productivas del hombre como la generación de energía, industria, agricultura, aunque las actividades no productivas como el transporte y las realizadas dentro de los hogares también son fuentes de contaminación. Debido al cambio climático, por la cantidad de gases contaminantes que se lanzan a la atmosfera se ha optado por nuevas alternativas en energía renovables amigables con el ambiente. Una de las principales causas del calentamiento global es la contaminación de los vehículos con un 76% en cuanto es a contaminación global. Por lo cual trataremos en nuestra investigación medir resultados cuan factibles es poder introducir tecnología renovable con los vehículos eléctricos EV en nuestro país, tenemos la ventaja del cambio de la matriz energética que ayudara a relacionar entre la demanda y la oferta energética actual si un gran porcentaje de EV es introducido al mercado nacional. Con la construcción de 8 centrales hidroeléctricas produciendo 10.688 gigavatios/hora y no olvidar la energía eólica esta genera 15 MW con 56 GWh/año. Tenemos energía eléctrica para poder cubrir suplir la demanda de energía eléctrica [2].

Palabras Clave: Contaminación, eléctrico, energía, ambiente, vehículo

Abstract: The main causes of environmental pollution are produced by productive activities of man as power generation, industry, agriculture, although non-productive activities such as transport and those made within households are also sources of contamination. Due to climate change, the amount of greenhouse gases that are released into the atmosphere has opted for new alternatives in renewable energy friendly to the environment. One of the main causes of global warming pollution from vehicles by 76% as it is global pollution. Therefore, try in our research results measure how feasible it is to introduce renewable technology with EV electric vehicles in our country, we have the advantage of changing the production model will not heal very much to reach out our investigation. With the construction of eight hydroelectric plants producing 10,688 gigawatt / hour and not forget the wind power it generates 15 MW with 56 GWh / year We have electricity supply to cover the demand for electricity.

Key Words: Electric, energy, environment, pollution, vehicle.

Introducción

El Ecuador en sus planes de desarrollo, ha considerado de vital importancia el cambio de la matriz energética, debido a que el gobierno dentro de sus compromisos está el de minimizar la emisión de gases contaminantes a la atmósfera. Hay que mencionar que Ecuador en su participación de la COP 21 (París – Francia) busca integrarse en el propósito de lograr un acuerdo que limite el calentamiento global a un máximo de 2°C respecto a la era preindustrial [5]. En la presente investigación se pretende mostrar, analizar y ver las proyecciones de los vehículos eléctricos en el Ecuador, para conocer la viabilidad de la participación de dichos vehículos como solución a la disminución de los gases contaminantes producidos por vehículos a combustión interna

Materiales y Métodos

Características de vehículos eléctricos

Cero emisiones de CO₂, utilizando energías renovables.
Alto rendimiento del sistema propulsor.
Reducción del costo de operación y mantenimiento hasta 50%.
El funcionamiento es silencioso.
Alta eficiencia convierte del 62% al 75% de la electricidad en energía mecánica.
Reduce la dependencia del petróleo.

Partes principales

- **Motor eléctrico:** Motores síncronos de imanes permanentes que permiten ser integrados directamente en la rueda del vehículo.
- **Baterías:** Las baterías de los EV tienen las siguientes características:
Mantenimiento simple.
Pueden ser recicladas.
Cero riesgos de causar contaminación ambiental cuando sean desechadas.
Entregan autonomía de hasta 500 Km, dependiendo de la capacidad.

• Inversor

Funciones

Convertir la corriente continua en corriente alterna para el motor eléctrico. Recuperación de la energía cinética a eléctrica en las frenadas y desaceleraciones.

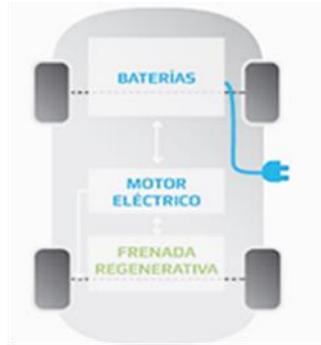
Requerimientos: Autonomía, seguridad en el almacenamiento de la energía eléctrica, los puntos de carga suficientes, el tiempo para la carga debe ser reducido, disponibilidad de energías renovables para suministrarlas a los vehículos, costo bajo tanto de baterías como de sus componentes.

Tipología de v.e

Las tipologías de los vehículos eléctricos son las diferentes formas de funcionamientos, modelos, ventajas y desventajas.

Battery Electric Vehicle (BEV)

Figura 1. Esquema de un vehículo BEV.



Fuente: ‘Endesa Vehículo Eléctrico. Tipos de coches eléctricos’. [10]

Los vehículos BEV funcionan con energía eléctrica y por ende poseen motores eléctricos, de corriente alterna de alta eficiencia para transforman la energía eléctrica en mecánica. La diferencia de este vehículo es que es cargable, posee un enchufe que se conecta a una toma de 110V o 220V, que puede ser de una casa o una electro linera, así la energía pasaría por un inversor que convierte la corriente alterna a continua de tal manera que carga las baterías, y esa corriente a los motores eléctricos para mover el vehículo. Este modelo también cuenta con un freno regenerativo que hace que dicha energía no se desperdicie al frenar y se aproveche moviendo la moto generadora.

➤ Autos

Tesla Modelo S (500kms)
Nissan Leaf
Kia Soul
Mercedes Benz

Desventajas

Autonomía (≤ 200 Km) (a excepción de Tesla)
Tiempo De Recarga
Mayor Costo Del Vehículo (baterías muy costosas)

Ventajas BEV

Cero emisiones
Menor coste en combustible
Menos mantenimiento

Hybrid Electric Vehicle (HEV)

Figura 2. Esquema de los vehículos HEV.



Fuente: ‘Endesa Vehículo Eléctrico. Tipos de coches eléctricos’. [10]

Posee un motor de combustión interna (M.C.I) para cargar la batería, además de un generador de energía eléctrica que es movido por el motor térmico, cuya corriente pasa por el inversor y luego a los motores eléctricos para mover el vehículo. También posee frenos regenerativos para aprovechar la energía producida al frenar.

➤ **Autos**

Toyota Prius 2010

Audi A8

BMW Active Hybrid 3

Desventajas

Produce emisiones

Toxicidad de las baterías que utilizan los motores eléctricos.

Mayor complejidad

Ventajas

Reduce emisiones.

Reduce el consumo de gasolina.

Reduce el costo de mantenimiento

Plug-in hybrid electric vehicle (PHEV)

Figura 3. Esquema de un vehículo PHEV.



Fuente: ‘Endesa Vehículo Eléctrico. Tipos de coches eléctricos’. [10]

Es un vehículo híbrido enchufable cuya característica principal es que posee un motor térmico y un enchufe que se conecta a una toma para cargar las baterías, además de un freno regenerativo. El motor térmico puede mover el vehículo en cierto tiempo y también funcionar para cargar las baterías.

➤ **Autos**

Audi A3
 BMW I8
 Mercedes Benz Clase S 500
 Mitsubishi Lancer PHV
 Toyota Prius

Desventajas

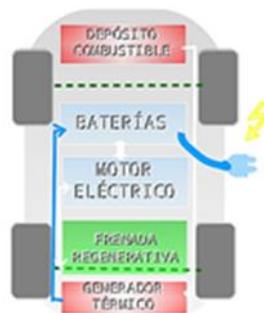
Recorren distancias entre 5 – 80 km/h con M.C.I
 Produce emisiones

Ventajas

Reduce emisiones
 Reduce coste de combustible
 Tiene 2 fuentes de cargar la batería

V.E con autonomía extendida (Extended Range EV – EREV)

Figura 4. Esquema de un vehículo EREV.



Fuente: ‘Endesa Vehículo Eléctrico. Tipos de coches eléctricos’. [10]

Similar a V.E de baterías, pero con M.C.I para cargar la batería. Además, posee un enchufe que sirve para conectar a una toma para cargar la batería.

➤ **Autos**

BMW I3
 Chevrolet Volt

Desventajas

Produce emisiones
 Coste de la batería

Ventajas

Autonomía de 450 hasta 500 km
 Reduce emisiones y consumo de combustible fósiles

Eléctrico con pila de hidrógeno (FCEV)

Combina una pila de combustible con una batería de iones de litio y un depósito de hidrógeno. La función de la pila de hidrógeno es producir energía eléctrica separando el electrón y el protón del hidrógeno mediante una membrana y luego unirlos.

Figura 5. Esquema de un vehículo FCEV.



Fuente: ‘Endesa Vehículo Eléctrico. Tipos de coches eléctricos’. [10]

➤ **Autos**

Hyundai IX35 FCEV
Honda FCX CLARITY

➤ **Ventajas**

Tiene una autonomía 460km
Alcanza 160KmH

Las baterías han evolucionado de una manera que lo que se busca es almacenar suficiente energía, para dar una potencia y autonomía suficiente para el vehículo eléctrico.

En la tabla 1 se ve el resumen de los tipos de baterías y sus características. Fuente: Â. R. Mateo, ‘Evaluación del impacto de los vehículos eléctricos en las redes de distribución’

Tabla 1. Evolución de las baterías: energía y costo

Tipo de baterías recargables	Energía (Wh/kg)	Autonomía esperada	Eficiencia energética (%)
Zebra (NaNCI)	300	135 km	92,5
Polímero de litio	200	120 km	90.0
Iones de litio	125	100 km	90.0
Níquel – Hidruro Metálico	70	80 km	70.0
Níquel Cadmio (NiCd)	60	100 km	72.5
Plomo – ácido	40	80 km	82,5

Baterías

Tesla

Su peso es de alrededor de 540kg y proporciona 400Watts en corriente continua (DC). Está formado por miles de baterías de iones de litio sumando una capacidad de 90kWh ofreciendo una autonomía de 450km.

Grafeno

Poco espacio.

Menos peso.

Gran capacidad 93 kWh entregan autonomía de 800 – 1000 km.

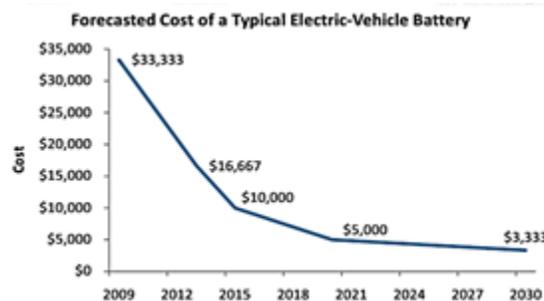
Grafeno de 93kWh = litio 70 kWh en tamaño 32% de incremento de potencia.

Normalmente \$ 4,50 es el costo de recorrer 100 km con un M.C.I, pero el vehículo eléctrico recorre 100 km con \$ 1,60.

Proyecciones en costo de las baterías

En el informe del Departamento de Energía de los Estados Unidos se establece un pronóstico del costo de las baterías

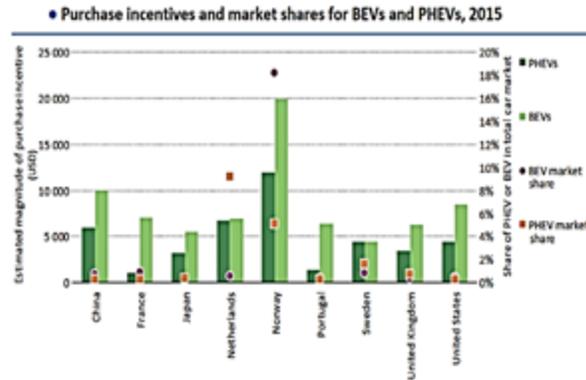
Figura 6. Evolución del costo de las baterías es positiva Fuente: U.S. DOE Vehicle Technologies Program.



Incentivos: relación positiva

En la introducción de estos vehículos tienen relación con los incentivos o el apoyo de los gobiernos. En la Figura 8 se muestra como intervienen los gobiernos con incentivos para la comercialización de los vehículos, hay que resaltar que el país que más interés tiene en incentivar la adquisición de vehículos eléctricos es Noruega [4].

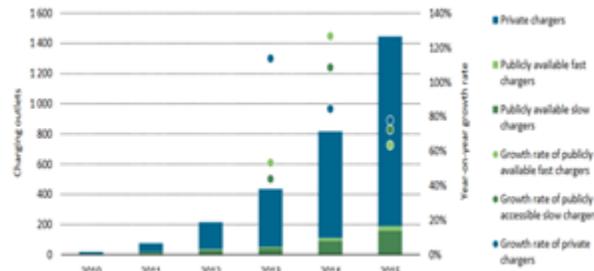
Figura 7. Intervención de los gobiernos con incentivos para la comercialización EV (EAFO 2016)



Electrolineras – perspectiva global

Una estación de recarga de vehículos eléctricos, también llamada electrolinera (charging station), es una infraestructura que suministra energía eléctrica en la recarga de vehículos eléctricos y/o vehículos híbridos. Las estaciones de servicio van en crecimiento, aunque en mayor número en el sector privado. Existen algunos tipos de electrolineras como de carga lenta y rápida y según el lugar de recarga. [8].

Figura 8. Crecimiento de las electrolineras de varios sectores. (EAFO2016)



Fuente: IEA Analysis base don EVI country submissions, complemented by EAFO (2016). [8]

Modos de carga

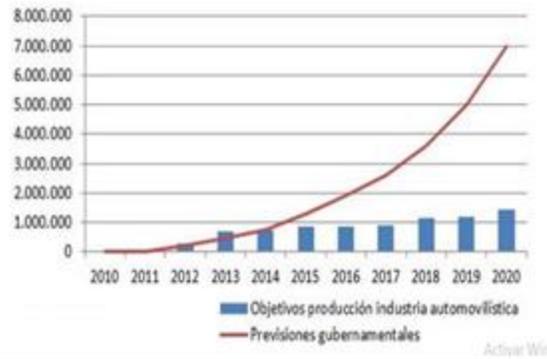
Los modos de carga van acorde al modelo del vehículo, el lugar y el tiempo de la carga. La Figura 9 muestra los modos de carga.

Figura 9. Modos de carga de los EV.



Fuente: Endesa, “Tipos de vehículos eléctricos,” Funcionamiento de los tres modelos de vehículos eléctricos, 2013. [9]

Figura 10. Proyección de ventas de vehículos eléctricos en el mundo.



Fuente: OECD Better Policies for Better lives / IEA International Energy Agency, Nov. 2014. [11]

Análisis de resultados

Comparación vehículo de gasolina (nissan qashqai) vs vehículo eléctrico (nissan leaf)

Tabla 2. Comparación vehículo de gasolina (Nissan Qashqai) vs vehículo eléctrico (Nissan Leaf)

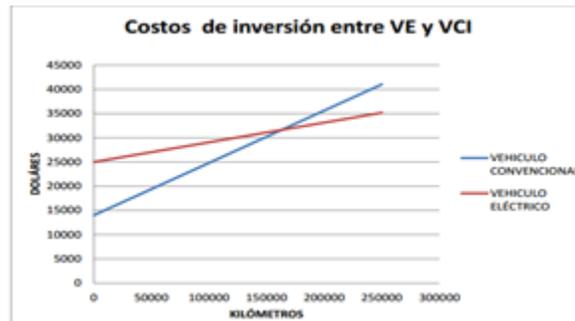
	Qashqai	Leaf
Coste General		
Consumo	45 km \$1,50 a \$2,00	212 km \$3,00
Coste Mantenimiento		
Preventivo	\$ 60	\$30
Correctivo	\$ 1.320.00	\$ 440.00
Autonomía	500 km	175 km
Nivel de ruido	Ruidoso	Silencioso
Emisiones	Contaminante	0
Eficiencia energética	18% - 27%	+75%
Peso bruto	1500kg	1200kg
Potencia	114CV	108CV
Velocidad máxima	177 km/h	144 km/h
Par Máximo	240Nm @ 1750	254Nm

Fuente: Autor Alex córdoba España [13].

Costo de inversión según los kilómetros

Los costos están directamente relacionados con el mantenimiento ya que más kilometraje tenga mayor serán los costos de mantenimiento, la figura 11 nos muestra como es el comportamiento de los EV y los VCI.

Figura 11. Costos de inversión entre VE y VCI.



Fuente: Autor Alex córdoba España. [13].

Marcas y modelos de vehículos en Ecuador

Siete modelos de vehículos 100% eléctricos ya están en el país, pero solo 2 ya están en etapa de comercialización. Siete modelos de vehículos 100% eléctricos ya están en el país, pero solo 2 ya están en etapa de comercialización los cuales son KIA con su modelo SOUL y Renault con el modelo Twizy con un precio de 14.990 y el restante las cuales son Nissan Leaf con un costo de \$35000, BYD E6 con un costo de \$45.368, Toyota, Green Wheel, están en etapa de prueba, toda esta iniciativa se está realizando desde el mes de enero cuando ya se lanzó al mercado el Kia Soul con un precio de \$34.990 con una venta de 80 unidades el mismo día se estima una venta de 2000 unidades en este año entre Quito y Guayaquil, y hasta 3000 unidades en el 2017. Cabe recalcar que si las ventas hacen 15,000 unidades anuales se accede a una ensambladora, también saber que la tecnología que se está desarrollando está bajo la concordancia RTE INEN 034 [1].

Ventajas y desventajas

- Si se toma en consideración que Ecuador actualmente no ha desarrollado esta tecnología. Las ventajas son:
 - Apoyo del gobierno en sus promociones en la tarifa y los aranceles.
 - Costo de mantenimiento en 50% menos que un M.C.I.
- La desventaja:
 - Ecuador no es un medio desarrollada en su totalidad en esta tecnología.
 - Las electrolineras no existen actualmente en el país.
 - Poco conocimiento y capacitación de los técnicos para el mantenimiento y reparación de vehículos eléctricos.

Incentivos en Ecuador

El gobierno está invirtiendo para que estos vehículos puedan entrar a funcionar en el país. A continuación, se detalla los incentivos:

Se apoya a este proyecto con el no pago del IVA si su valor no supera los USD 35000. Poseen ICE equivalente al 0% los vehículos 100% eléctricos.
Tarifa: \$0,08cts el WK/H

Carga de 22:00 a 04:00 le costara 0.05 ctvs.

Se ha firmado un convenio con marcas como Nissan, Renault, KIA y BYD.

Fabricación de partes y piezas para los EV [4].

Proyección de electrolineras en Ecuador

Está previsto que en el segundo semestre del año en curso se den los primeros pasos para la instalación de los centros de recarga, los cuales están valorados entre \$20.000 a 40.000. Se estima que la inversión del Gobierno este entre \$3 millones a \$4 millones en una red de electrolineras [4].

Fuentes de producción de energía eléctrica en el Ecuador, su participación de producción y su evolución

El Ecuador posee una importante cantidad de recursos hídricos, actualmente con la construcción de 8 nuevas hidroeléctricas el gobiernos podrá suplir la demanda, además en el país se produce aproximadamente 14520 GW/h incluyendo las hidroeléctricas que se están por apertura y esto representa el 59% más de producción de energía eléctrica en el país. Si se toma en cuenta que el consumo de energía eléctrica en el país es de 18469 GW/h, entonces la energía restante podrá abastecer la demanda de los vehículos eléctricos (Figura 12 y 13) [2].

Figura 12. Producción de energía en el país antes de cambio de la matriz energética (Esteban albornoz, 2013). [2]

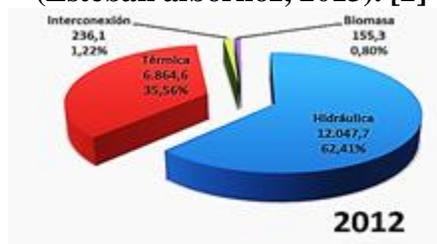
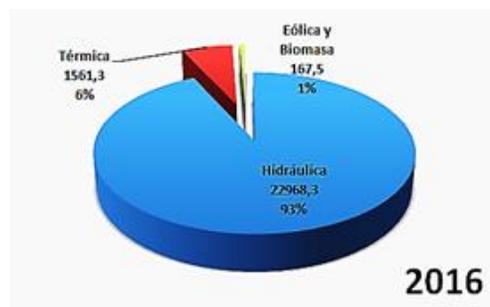


Figura 13. Producción actual de energía en el país (Esteban albornoz, 2013). [2]

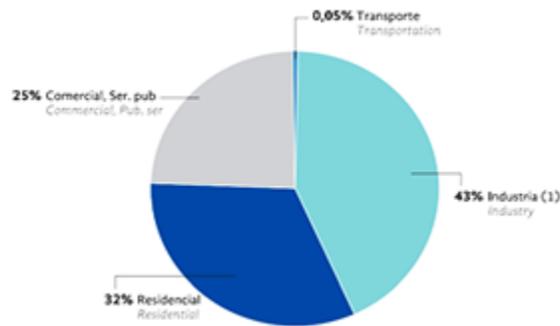


Oferta y demanda de energía en el Ecuador

Se es necesario el equilibrio entre la oferta y la demanda, puesto que la energía producida de las centrales hidroeléctricas posee un alto costo almacenarla en baterías, para lo cual Ecuador cuenta con un consumo inteligente de electricidad como los vehículos eléctricos [2].

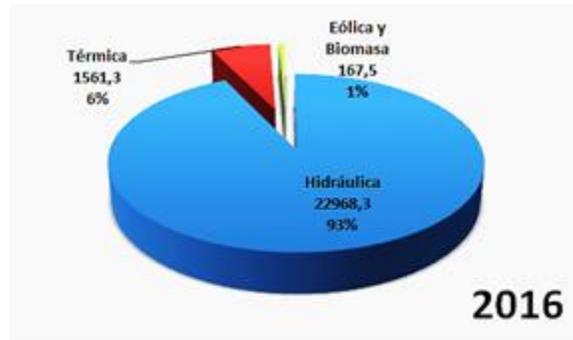
Demanda actual 21,495 GWH

Figura 14. Porcentaje del consumo de energía según el tipo de consumidores (Esteban albornoz, 2013). [2]



Oferta estimada actual 39,166 GWH

Figura 15. Producción actual de energía en el país (Esteban albornoz, 2013). [2]



El país está en condiciones de poder satisfacer cierta demanda. Hay que mencionar que la mayor parte de energía eléctrica es de fuentes renovables, por ejemplo, centrales hidroeléctricas. Se conoce que en el país existen alrededor de 2200000 unidades de vehículos, ahora que pasará si todo el parque motor fueran EV ¿a cuánto se elevaría el consumo de energía eléctrica? Vamos a considerar que un vehículo promedio consume 27232 kW/h.

$$N^{\circ} V * \text{CONSUMO} = 2200,000 * 27,232\text{kwh} = 59910,400 \text{ kW/h. (59,910 GWH)}$$

Este sería el consumo total de energía consumida, mientras la oferta es de 39,166 GWH es decir que no estamos preparados en abastecer el consumo total, pero si se cambiara todo el parque motor en el vehículo, pero si para abastecer cierta cantidad. (Alex Córdoba España).

Se estima que en Ecuador los EV tienen una participación en el mercado de entre un 15% y 20% hasta el 2020, es decir un aumento de 330000 EV por lo cual el consumo de estos vehículos será: $N^{\circ} V * \text{Consumo} = 330,000 * 27.232\text{kwh} = 8986,560 \text{ kWh (8,986 GWH)}$

Conclusiones

- Los vehículos eléctricos son una alternativa más limpia con respecto a los vehículos convencionales. El origen de la electricidad es clave en la reducción de emisiones contaminantes durante la vida útil del VE.

- Los VE convierten el 52% – 75% de electricidad en energía mecánica, mientras que los vehículos convencionales el 17% – 27%. Los costos de las baterías van bajando y la densidad energética aumenta y por tanto también aumenta la autonomía de los vehículos, reduciendo la dependencia del petróleo. En la investigación se pudo conocer que Ecuador está preparado para abastecer la demanda de vehículos 100% eléctricos.
- Se debe incentivar el uso de los vehículos eléctricos en el país, dado que emiten una baja (casi cero) emisión de contaminación ambiental a diferencia de los vehículos convencionales alimentados por combustibles fósiles.

Bibliografía

El Comercio (2016). Siete autos eléctricos buscan Mercado en el Ecuador. Recuperado 17 Octubre 2016 <http://www.elcomercio.com/actualidad/autos-electricos-buscan-mercado-ecuador.html>

Esteban Albornoz Veintimilla Diciembre (2013). El Nuevo Sector Eléctrico Ecuatoriano. Ministerio de electricidad y energía renovable.

Ministerio coordinador de producción, empleo y competitividad (2016). Vehículos eléctricos, una realidad en Ecuador. Recuperado 08 Agosto 2016 <http://www.produccion.gob.ec/vehiculos-electricos-una-realidad-en-ecuador>

Andes, Quito Febrero (2015). COP21 París 2015 Recuperado 13 Octubre 2016 <http://www.andes.info.ec/es/cop21Paris2015>.

Global EV Outlook 2016. International Energy Agency. Beyond one million electric cars recuperado 13 de noviembre 2016 https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Global_EV_Outlook_2016.pdf

David G. Artés. 14 de marzo de 2012. Baterías de coches eléctricos e híbridos, hoy [estado de la tecnología del automóvil]. Recuperado 8 de febrero de 2017 de <http://www.diariomotor.com/tecmovia/2012/03/14/baterias-de-coches-electricos-e-hibridos-hoy-estado-de-la-tecnologia-del-automovil/>

Department of Energy United States of American, “Transforming America’s transportation sector batteries and electric vehicles,” Washington, DC, USA, Jul. 2010.
IEA Analysis base don EVI country submissions, complemented by EAFO (2016)

Endesa, “Tipos de vehículos eléctricos,” Funcionamiento de los tres modelos de vehículos eléctricos, 2013. [Online]. Available: <https://www.endesavehiculoelectrico.com/vehiculoelectrico/el-vehiculo/tipos>

Endesa, Vehículo Eléctrico. Tipos de coches eléctricos. Available: <https://www.endesavehiculoelectrico.com/vehiculoelectrico/el-vehiculo/tipos>

OECD Better Policies for Better lives / IEA International Energy Agency, “Key World Statistics 2014,” 9 rue de la Fédération, 75739 Paris Cedex 15, Francia, Tech. Rep.19, Nov. 2014.

Á. R. Mateo, ‘Evaluación del impacto de los vehículos eléctricos en las redes de distribución’ Pg. 143