

Estudio para la implementación de vehículos eléctricos en la ciudad de Ibarra

Mtr. Alex Calderón
alexcalderon@hotmail.com
Cristhian Bolaños
cristhianfbp@hotmail.com

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz

RESUMEN

Los vehículos de combustión interna (diésel y gasolina), han tenido gran evolución en los últimos años debido al avance e introducción de la electrónica, para el control de la mayor parte de sus sistemas. A pesar de todos estos esfuerzos por reducir los índices de contaminación emitidos por los motores de estos vehículos, no se consigue obtener una notable reducción de emisiones contaminantes. Los fabricantes de vehículos, han desarrollado carros con motores híbridos, contando estos con un motor de combustión interna y otro eléctrico, teniendo. Si bien es cierto, con esta propuesta al mercado, los índices de contaminación bajaron pero aún se sigue contaminando al medio ambiente. Por tal motivo, hoy en día en varios países del mundo ya se comercializan vehículos netamente eléctricos, siendo estos los que ofrecen al ambiente un bajo nivel de contaminación, debido a que no requieren de la combustión de una mezcla (oxígeno + combustible) para su funcionamiento. La energía limpia, ofrece al mundo una nueva alternativa para detener la contaminación que poco a poco deteriora el planeta, brindando así la oportunidad de dejar un planeta limpio, donde puedan crecer y vivir adecuadamente las futuras generaciones. El principal aporte a obtener con esta investigación, va destinado a la reducción de emisiones que contaminan el medio ambiente y perjudica a sus habitantes (seres vivos), es decir, a los seres humanos principalmente. Con la introducción de vehículos eléctricos para la movilidad dentro de una sociedad en general, se pretende reducir las emisiones que contaminan el planeta, pero sobre todo se quiere obtener un aire más limpio para respirar.

Palabras Clave: MOTORES HÍBRIDOS, VEHÍCULOS ELÉCTRICOS, COMBUSTIBLE

ABSTRACT

Implementation of electric vehicles study in the city of Ibarra

The internal-combustion vehicles (diesel and petrol), have had great evolution in recent years due to the advancement and introduction of electronics, for the control of most of their systems. Despite all these efforts to reduce the rates of pollution emitted by the engines of these vehicles, it has not been possible to get a significant reduction in the emissions of pollutants. The manufacturers of vehicles, in solution to this problem have developed vehicles with hybrid engines, with an internal combustion engine and an electric one. Then, with this proposal to the market, the index of contamination dropped but it is still contaminating the environment. For this reason, today in several countries of the world vehicles clearly electrical are commercialized, offering to the environment a low level of pollution, due to the fact that they do not require the combustion of a mixture (oxygen + Fuel) for its operation. Clean energy, offers the world a new alternative to stop the pollution that little by little deteriorates the planet, thus providing the opportunity to leave a clean planet, where the future generations can grow and live adequately. The main contribution of this research, is destined to the reduction of emissions which pollute the environment and harm their inhabitants (living beings), that is to say, to humans mainly. With the introduction of electric vehicles for mobility within a society in general, is intended to reduce emissions which pollute the planet, but above all they want to obtain a cleaner air to breathe.

Keywords: HYBRID ENGINES, ELECTRIC VEHICLES, FUEL



Automóviles eléctricos.



Introducción

Dentro de la industria automotriz, la movilidad eléctrica no es un tema nuevo, esto debido a que su existencia se remonta a la misma invención del vehículo. El desarrollo de esta tecnología se vio estancada, porque en ese entonces se dio el bum petrolero y todos los fabricantes se centraron en desarrollar autos que funcionen con combustibles fósiles.

Las exigencias de hoy en día han dado paso al desarrollo de los vehículos eléctricos, en algunos países ya se comercializan, mientras que en otros aún se siguen realizando estudios y adaptaciones para este tipo de tecnología.

El Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía I.D.A.E. (2014), menciona que *“Los vehículos eléctricos han vuelto, esta vez sí, para quedarse”*.

Los principales factores con mayor influencia, para modificar la movilidad urbana tradicional, e implementar sistemas de movilidad basados en vehículos eléctricos son:

El problema de mayor conocimiento e impacto al medioambiente es el calentamiento global, resultado del efecto invernadero producido por algunos gases que son emitidos hacia la atmósfera.

Dentro de los gases que mayor incidencia tienen por su grado de aporte a

este efecto, es el dióxido de carbono CO₂. Un factor estadístico determina que el 35 % de las emisiones globales de CO₂, son emitidas por los vehículos de combustión interna.

El avance tecnológico, ha dado paso para que las legislaciones locales, regionales, nacionales e internacionales sean más restrictivas en el tema de contaminación, un claro ejemplo de ello es el continente Europeo, donde los V.E. se encuentran ya en operación y comercialización.

El desarrollo y la implementación de fuentes renovables de energía, supone una gran inversión para los gobiernos de cada país, sin embargo, la disponibilidad de este tipo de fuentes de energía, permite que la implementación de los vehículos eléctricos, se conviertan en los principales y más potenciales consumidores de dichas fuentes, consiguen a su vez el desarrollo de las mismas.

Los avances de ingeniería y la elaboración de nuevos materiales en los últimos años, ha permitido que la producción de V.E. tenga una base sólida, consiguiendo con ello el desarrollo de este nuevo mercado por parte de la industria automotriz.

El trabajo en conjunto realizado por los sectores energéticos y automotrices contribuyen al desarrollo de mejor vivir para las sociedades, así como también el aprovechamiento de los diversos recursos

naturales con los que cuenta el planeta.

Tomando en cuenta los aspectos anteriormente mencionados se ha considerado la implementación de vehículos eléctricos en la ciudad de Ibarra, partiendo de un estudio de la red eléctrica y los tipos de cargadores y recargas para los vehículos eléctricos.

Mantenimiento de los vehículos eléctricos

Al hablar de vehículos eléctricos se hace referencia a la vanguardia, sin embargo, por más futuristas que parezcan, los V.E. no están exentos de reparaciones para estar a punto. El mantenimiento y la restauración de este tipo de coches se vinculan a tres aspectos básicos, estos son:

- Sistema de iluminación.
- Arranque.
- Sistema de audio.

A pesar de que este tipo de vehículos rara vez requieren un mantenimiento mecánico, esporádicamente es importante realizar una visita al taller con el fin de descartar alguna anomalía.

El mantenimiento de un vehículo convencional en comparación al de un vehículo eléctrico es naturalmente muy inferior. En un V.E. los componentes mecánicos que friccionan y modifican su temperatura son muy pocos en comparación a los de un convencional.

Actualmente son muy pocos los talleres que cuentan con la infraestructura y el equipamiento adecuado para dar mantenimiento a vehículos eléctricos. Aquellos talleres que van a la vanguardia, para realizar mantenimiento a este tipo de vehículos han desarrollado una hoja de ruta la cual guía durante la reparación, todo ello es realizado en 3D con el fin de mejorar la visualización, acortar los tiempos planificados de reparación y a su vez minimizar las dudas más frecuentes.

Un desafío a futuro va relacionado a los gastos que el vehículo eléctrico genera por las baterías, la idea es que con el tiempo dichos gastos se amorticen a lo largo de

la vida útil del automóvil. Estudios determinan que la disminución en los precios de baterías y de coches es algo posible y que con ello los gastos de mantenimiento disminuirán.

En conclusión, los vehículos eléctricos no únicamente traen consigo beneficios para el medio ambiente, sino también para el presupuesto de cada usuario en lo que al mantenimiento se refiere.

Figura 1. Mantenimiento Vehículo Eléctrico



Fuente: Colección de los autores

Sistema de carga

Un cargador de batería, debe cumplir tres funciones: Cargar la batería, optimizar la tasa de carga, y terminación oportuna del proceso de carga.

Infraestructura de carga

Al igual que un vehículo convencional, un vehículo eléctrico requiere de una infraestructura adecuada para abastecerse de energía que alimente a su motor, en este caso es la energía eléctrica.

Dentro de los retos para este vehículo, se encuentra la creación de una infraestructura de recarga, misma que debe ser segura, de fácil acceso y cómoda para el usuario.

Los puntos de recarga pueden ser clasificados en relación a dos aspectos, su ubicación y el uso: Públicos: En vías públicas; En garajes privados; y en estaciones de recargas (electrolineras). Y Privados: en garajes particulares (domiciliarios) y Garajes de flotas o cooperativas.

Carga Convencional

Es la más estandarizada y de aceptación por parte de los fabricantes. Dentro de la carga convencional monofásica (corriente alterna) se emplea la intensidad y voltaje de igual nivel que una vivienda, es decir, una intensidad de 16 amperios y una tensión de 230 voltios. Esta información nos indica que la potencia eléctrica que puede ser entregada en este tipo de cargas es de 3,7 KW.

Carga Semi – Rápida

Es aceptada por algunos fabricantes, aunque se pronostica que sea la próxima a suplantarse a la convencional. Este tipo de carga emplea corriente alterna trifásica con una intensidad de 64 amperios y una tensión de 400 voltios. Esto hace posible que el potencial eléctrico a entregar sea de 7,3 KW.

Carga Rápida

Aceptada por algunos fabricantes, este tipo de carga alimenta un vehículo con corriente continua a una intensidad de hasta 400 A y una tensión de 400 V. Este tipo de carga emplea una mayor intensidad eléctrica y se entrega una potencia eléctrica de 50 KW.

Tiempos de carga de un vehículo eléctrico

Carga convencional

Es la más estandarizada y de aceptación por parte de los fabricantes. Dentro de la carga convencional monofásica (corriente alterna) se emplea la intensidad y voltaje de igual nivel que una vivienda, es decir, una intensidad de 16 amperios y una tensión de 230 voltios. Esta información nos indica que la potencia eléctrica que puede ser entregada en este tipo de cargas es de 3,7 KW.

Carga Semi – rápida

Es aceptada por algunos fabricantes, aunque se pronostica que sea la próxima a suplantarse a la convencional. Este tipo de carga emplea corriente alterna trifásica con una intensidad de 64 amperios y una tensión de 400 voltios. Esto hace posible que el potencial eléctrico a entregar sea de 7,3 KW.

Carga Rápida

Aceptada por algunos fabricantes, este tipo de carga alimenta un vehículo con corriente continua a una intensidad de hasta 400 A y una tensión de 400 V. Este tipo de carga emplea una mayor intensidad eléctrica y se entrega una potencia eléctrica de 50 KW.

Modos de carga de un vehículo eléctrico

Carga en base de una toma de corriente de uso no exclusivo

Se dispone de infraestructura de carga en toma tipo “Schuko” (toma doméstica). Para realizar la conexión entre el vehículo y la red eléctrica se necesita de un cable con dos conectores; uno de ellos conectado a la red y el otro al vehículo. Este tipo de carga está homologado para soportar hasta 16 A durante un máximo de dos horas. Para el caso del V.E. cuyo tiempo de recarga con este potencial eléctrico asciende hasta las ocho horas, existe el riesgo de que el enchufe se funda, además de que este modo no dispone de protección.

Figura 2. Carga en base de una toma de corriente de uso no exclusivo.



Fuente: Colección de los autores

Carga en base de una toma de corriente estándar de uso no exclusivo con protección incluida en el cable.

El modo 2 es un avance frente al modo 1. En este modo la infraestructura cuenta con una toma “Schuko” (toma común para hogares) en la pared, para que sea posible la carga se requiere de un cable el cual dispone entre el vehículo y la clavija de conexión a la toma de suministro, una caja con protecciones (circuito piloto de control) que permite:

- Verificar la conexión correcta entre el vehículo eléctrico y la red.
- Comprobar continuamente la integridad de la conexión (conductor) a tierra.
- Seleccionar la velocidad de carga.
- Permite la activación y desactivación del sistema.

Figura 3. Carga en base de una toma de corriente estándar de uso no exclusivo con protección incluida en el cable.



Fuente: Colección de los autores

En este modo de carga, la conexión entre el vehículo y la red se realiza a través de tomas de corrientes monofásicas o trifásicas normalizadas con una intensidad máxima de recarga de 32 A.

Carga en base de una toma de corriente especial para uso exclusivo a la recarga del vehículo eléctrico.

En este modo de carga, el equipo utilizado es de uso exclusivo para la recarga del vehículo eléctrico. La infraestructura de recarga es de tipo “Mennekes” con hilo piloto de comunicación integrado. Los dispositivos de control y protecciones (mayores a las de los modos 1 y 2) ya se encuentran dentro del propio punto de recarga.

Soporta una intensidad máxima de

32 A, aunque se pretende ampliar a 64 A. El conector a usar debe ser el correcto, tanto el recomendado por el fabricante como por los gestores de carga; con la finalidad de garantizar la seguridad y la capacidad de carga a distintos niveles.

Figura 4. Carga en base de una toma de corriente especial para uso exclusivo a la recarga del vehículo eléctrico.



Fuente: Colección de los autores

Conexión de corriente continua

En este modo el vehículo eléctrico es conectado a un punto de carga donde se cuenta con un convertidor de corriente alterna a corriente continua, las protecciones y el control están al lado de la instalación fija y es únicamente empleada en recargas rápidas, cuyas intensidades de corriente son de hasta 400 A lo que permite cargar un vehículo en menos de 30 minutos.

Figura 5. Conexión de corriente continua



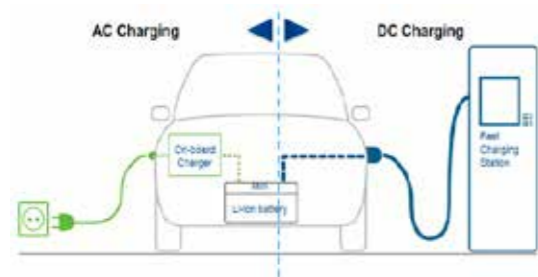
Fuente: Colección de los autores

Recarga con DC y AC

El dispositivo que les permite a los vehículos eléctricos recargar su batería, dispone de un convertidor que transforma la corriente alterna de la red eléctrica a corriente continua que es la utilizada para recargar las baterías. Los sistemas de recarga rápida ya no cuentan con dicho convertidor puesto que trabajan de manera directa con corriente continua.

En las recargas con corriente alterna (AC), (modos 1, 2 y 3) los equipos están dentro del vehículo. Por otro lado las recargas con corriente continua (DC), (modo 4) todo o parte del equipo se sitúa fuera del vehículo en la estación de carga.

Figura 6. Recarga con DC y AC

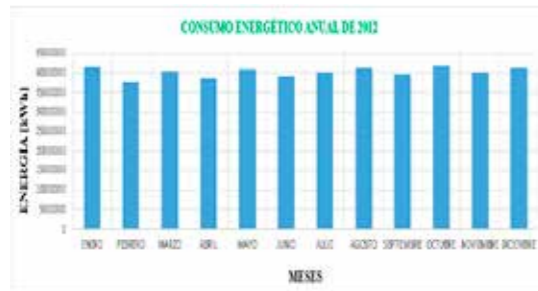


Fuente: Colección de los autores

Análisis del consumo energético para los años 2012/2013/2014

Consumo energético año 2012

Figura 7. Consumo energético año 2012



Fuente: Elaboración propia

En base a los datos obtenidos en la curva de la demanda correspondiente al año 2012, es posible determinar los siguientes resultados:

Para el año 2012 se registró un consumo energético, cuyo valor total fue 479 873 192 [kWh]. Dicha cantidad corresponde a la demanda presentada por los sectores: residencial, comercial e industrial.

La demanda de energía para el año 2012 obtuvo un valor promedio de 39 989 432.67 [kWh].

El valor máximo del consumo energético registrado durante el año 2012 se suscitó a las 20:00 horas, en el día 25 del mes de Enero con un valor equivalente a 89 376 [kWh].

El valor mínimo de consumo energético registrado durante el año 2012 se suscitó a las 07:00 horas, en el día 30 del mes de Septiembre con un valor equivalente a 29 767 [kWh].

En la curva del año 2012 se puede identificar claramente que el mes en donde se registra la mayor demanda energética corresponde al mes de Octubre, por lo que se lo considera como el mes más crítico de todo el año antes mencionado.

El mes con el menor registro energético corresponde al mes de Febrero, cuyo valor fue igual a 37 518 070.02 [kWh].

Al determinar la diferencia entre el mes de mayor y menor consumo energético (Octubre y Febrero respectivamente) se puede concluir que el resultado de la misma indica, que a partir de este último se registra en el sistema un valor de 3 913 583.39 [kWh] para acaparar la demanda mencionada en el mes crítico.

Consumo energético año 2013

Figura 8. Consumo energético año 2013



Fuente: Elaboración propia

EMELNORTE S.A. (2014), menciona que para el año 2013 se presentó un inconveniente con la información, debido a que esta no se encontró en su totalidad; por tal motivo, existe ausencia de datos de 5 meses, siendo estos: Enero, Febrero, Mayo y Diciembre. Además la información para el mes de Abril es inconclusa, esto conlleva a que mencionado mes no sea considerado dentro del análisis posterior.

En base a los datos obtenidos en la curva de la demanda correspondiente al año 2013, es posible determinar los siguientes resultados:

Para el año 2013 se registró un consumo energético, cuyo valor total fue 317 155 092.2 [kWh]. Dicha cantidad corresponde a la demanda presentada por los sectores: residencial, comercial e industrial.

La demanda de energía para el año 2013 obtuvo un valor promedio de 39 644 386.52 [kWh].

El valor máximo del consumo energético registrado durante el año 2013 se suscitó a las 20:00 horas, en el día 3 del mes de Septiembre con un valor equivalente a 99 428 [kWh].

El valor mínimo de consumo energético registrado durante el año 2013 se suscitó a las 05:00 horas, en el día 30 del mes de Julio con un valor equivalente a 32 173 [kWh].

En la curva del año 2013 se puede identificar claramente que el mes en donde se registra la mayor demanda energética fue en el mes de Septiembre.

El mes con el menor registro energético corresponde al mes de Junio, con un valor igual a 40 773 398.6 [kWh].

Al determinar la diferencia entre el mes de mayor y menor consumo energético (Septiembre y Junio respectivamente) se puede concluir que el resultado de la misma indica, que a partir de este último se registra en el sistema un valor de 5 620 954.63 [kWh] para acaparar la demanda mencionada en el mes crítico.

Consumo energético año 2014

Figura 9. Consumo energético año 2014



Fuente: Elaboración propia

En base a los datos obtenidos en la curva de la demanda correspondiente al

año 2014, es posible determinar los siguientes resultados:

Para el año 2014 se registró un consumo energético, cuyo valor total fue 446 228 919.6 [kWh]. Dicha cantidad corresponde a la demanda presentada por los sectores: residencial, comercial e industrial.

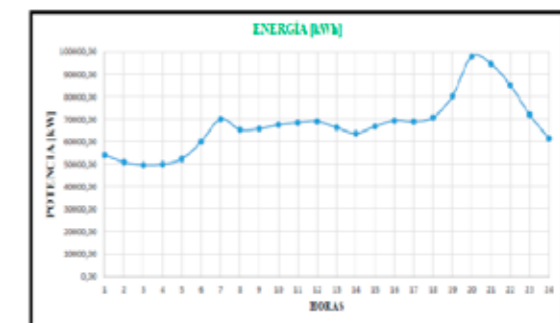
La demanda de energía para el año 2014 obtuvo un valor promedio de 44 622 891.96 [kWh]. El valor máximo del consumo energético registrado durante el año 2014 se suscitó a las 20:00 horas, en el día 11 del mes de Junio con un valor equivalente a 97 896 [kWh]. El valor mínimo de consumo energético registrado durante el año 2013 se suscitó a las 17:00 horas, en el día 12 del mes de Julio con un valor equivalente a 29 045 [kWh].

En la curva del año 2013 se puede identificar claramente que el mes en donde se registra la mayor demanda energética fue en el mes de Junio, con un valor igual a 46 094 478.27 [kWh]; mientras que el mes con el menor registro energético corresponde al mes de Febrero, con un valor igual a 42 350 636.13 [kWh].

Al determinar la diferencia entre el mes de mayor y menor consumo energético (Junio y Febrero respectivamente) se puede concluir que el resultado de la misma indica, que a partir de este último se registra en el sistema un valor de 3 743 842.14 [kWh] para acaparar la demanda mencionada en el mes crítico.

Análisis valor máximo de consumo energético

Figura 10. Curva que registra el valor máximo de consumo energético durante el año 2014

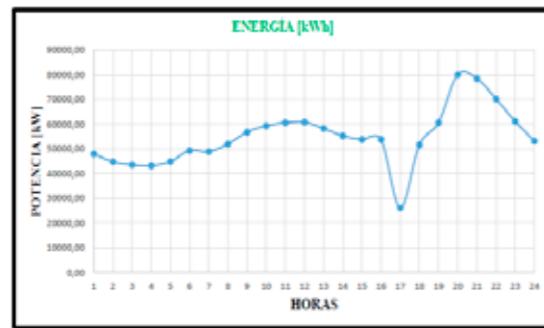


Fuente: Elaboración propia

En la figura 9. Se puede apreciar que el día que registra el valor máximo de consumo energético durante el año 2014 corresponde al día 11 del mes de Junio, cuyo valor total equivale a 1 620 641.05 [kWh]. El valor máximo de consumo energético de 2014 fue igual a 97 896 [kWh] y ocurrió a las 20:00 horas; mientras que el valor mínimo de consumo energético registrado en este día fue igual a 50 015.73 [kWh] y se dio a las 04:00 horas. Para el día 11 se determinó un valor promedio por hora de 67 526.71 [kWh].

Análisis valor mínimo de consumo energético

Figura 11. Curva que registra el valor mínimo de consumo energético durante el año 2014.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 10. Se puede apreciar que el día que registra el valor mínimo de consumo energético durante el año 2014 corresponde al día 12 del mes de Julio, cuyo valor total equivale a 1 314 876.18 [kWh]. El valor mínimo de consumo energético de 2014 fue igual a 26 044.61 [kWh] y ocurrió a las 17:00 horas; mientras que el valor máximo de consumo energético registrado en este día fue igual a 80 096.97 [kWh] y se dio a las 20:00 horas. Para el día 12 se determinó un valor promedio por hora de 54 786.51 [kWh].

Crecimiento de la demanda energética

Tabla 4. Crecimiento de la demanda energética 2012/2014

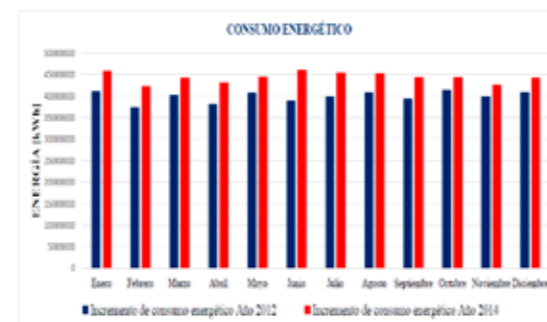
| Mes | Energía [kWh] | | | | | | Incremento Potencial (%) | | | | | |
|------------|-------------------|---------------|---------------|--------------|---------------|----------------|--------------------------|-----------|----------------|-----------|-------------|-------|
| | Energía (Energía) | | | Diferencia | | | 2012 - 2013 | | 2013 - 2014 | | 2012 - 2014 | |
| | Año 2012 | Año 2013 | Año 2014 | 2012-2013 | 2013-2014 | 2012-2014 | 2012-2013 | 2013-2014 | 2012-2014 | 2012-2013 | 2013-2014 | |
| Enero | 41 212 946.61 | - | 49 693 303.97 | - | - | 8 480 357.36 | - | - | 8 480 357.36 | - | - | 18.8 |
| Febrero | 27 518 070.02 | - | 42 351 636.11 | - | - | 14 833 566.09 | - | - | 14 833 566.09 | - | - | 53.9 |
| Marzo | 40 318 376.79 | 41 438 397.31 | 41 229 676.51 | 1 120 020.51 | 2 700 678.80 | 1 580 658.29 | 2.8 | 6.7 | 9.5 | 2.8 | 6.7 | 11.7 |
| Abril | 48 238 847.63 | 6 683 056.3 | 43 184 231.79 | - | - | -14 054 616.33 | - | - | -14 054 616.33 | - | - | -18.8 |
| Mayo | 40 331 434.06 | - | 44 651 755.63 | - | - | 4 320 321.57 | - | - | 4 320 321.57 | - | - | 10.7 |
| Junio | 39 010 781.42 | 40 773 398.8 | 48 044 478.27 | 1 762 617.38 | 7 271 079.47 | 5 508 462.09 | 4.5 | 18.1 | 22.6 | 4.5 | 18.1 | 22.6 |
| Julio | 39 929 236.05 | 44 324 724.84 | 45 562 466.41 | 4 395 488.79 | 1 237 741.6 | 5 633 230.39 | 11.0 | 2.5 | 13.5 | 11.0 | 2.5 | 13.5 |
| Agosto | 40 950 964.95 | 42 201 368.71 | 45 341 802.33 | 4 250 837.38 | 3 140 433.62 | 7 391 271.00 | 10.4 | 8.3 | 18.7 | 10.4 | 8.3 | 18.7 |
| Septiembre | 39 471 281.07 | 40 384 353.23 | 44 411 614.23 | 4 940 073.16 | 4 027 260.94 | 8 967 334.10 | 12.5 | 17.9 | 30.4 | 12.5 | 17.9 | 30.4 |
| Octubre | 41 431 455.41 | 45 475 118.88 | 44 411 614.23 | 4 043 663.47 | -1 019 841.65 | 2 923 821.82 | 9.8 | -2.5 | 7.3 | 9.8 | -2.5 | 7.3 |
| Noviembre | 39 939 011.11 | 43 944 476.41 | 42 724 356.51 | 4 005 465.30 | -1 219 119.90 | 2 786 345.40 | 10.0 | -2.7 | 7.3 | 10.0 | -2.7 | 7.3 |
| Diciembre | 41 024 556.73 | - | 44 334 899.44 | - | - | 3 310 342.71 | - | - | 3 310 342.71 | - | - | 8.1 |

Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó al inicio del análisis de los datos proporcionados por Emelnorte S.A. toda la información correspondiente al año 2013 no es fiable debido a que existe información faltante y parte de los datos presentes son inconclusos, esto conlleva a destacar la diferencia e incrementos porcentuales que se pueden apreciar en la tabla 4.

En la tabla 4, es posible apreciar que en el año 2014 se presentó un incremento mínimo del 7% en comparación al año 2012, dicho incremento porcentual equivale a una diferencia igual a 2 787 339,47 [kWh], correspondiente al mes de noviembre. El máximo incremento de consumo energético fue de 18,2%, porcentaje que equivale a una diferencia de 7 083 696,75 [kWh], dicho valor corresponde al mes de Junio, resultado de comparar los consumos de los años 2012 y 2014 .

Figura 12. Crecimiento del consumo energético 2012 - 2014



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Valores correspondientes al crecimiento energético en relación a los tres últimos años.

| Año | Energía [kWh] | | | Incremento Potencial (%) | | | | | |
|------|---------------|-------------|-------------|--------------------------|-------------|-------------|-----------|-------------|--|
| | Energía | | | Diferencia | | 2012 - 2013 | | 2013 - 2014 | |
| | 2012 | 2013 | 2014 | 2012-2013 | 2013-2014 | 2012-2013 | 2013-2014 | 2012-2014 | |
| 2012 | 479 673 192 | 317 155 002 | 533 202 170 | -162 518 190 | 216 047 078 | 33.4 | 68.1 | 101.5 | |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5, se aprecia que el incremento porcentual del 2012 hasta el 2014 fue igual al 11% que equivale a 53 418 978 [kWh].

Encuesta

La encuesta comprendía 21 preguntas referentes a movilidad de transporte eléctrico efectuado en los lugares de mayor concurrencia de la ciudad de Ibarra.

Entre las más importantes y que determinaron la factibilidad del estudio fueron las siguientes:

Décima pregunta

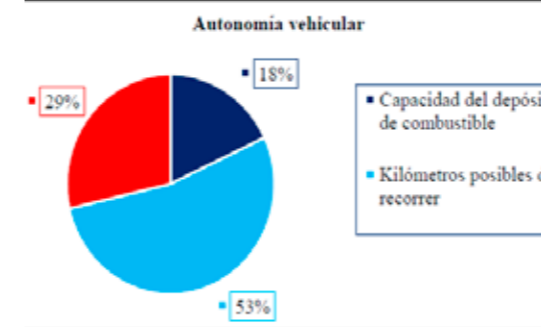
¿Sabe usted qué es la autonomía de un vehículo?

Tabla 6. Decima Pregunta

| Variable | Frecuencia | Porcentaje |
|---|------------|------------|
| Capacidad del depósito de combustible | 43 | 18 |
| Kilómetros posibles de recorrer | 127 | 53 |
| Tiempo antes de realizar en mantenimiento | 68 | 29 |
| Total | 238 | 100 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Valor porcentual decima pregunta



Fuente: Elaboración propia

La finalidad de la pregunta N° 10, fue

determinar si los encuestados conocen lo que representa la autonomía de un vehículo, ya que esta característica es de suma importancia tanto para la introducción de vehículos eléctricos como para la compra de los mismos.

Según los resultados obtenidos de la encuesta realizada, para la décima pregunta es posible afirmar lo siguiente: Del total de encuestados 43 de ellos, que corresponden al 18%, consideraron que la autonomía de un vehículo hace referencia a la capacidad del depósito de combustible. Un total de 127 personas, que equivale al 53% del total de los encuestados, consideraron que la autonomía de un vehículo hace referencia a los kilómetros posibles de recorrer. De los encuestados 68 de ellos, que corresponde al 29%, consideraron que la autonomía de un vehículo hace referencia al tiempo antes de realizar el mantenimiento. En conclusión, es posible afirmar que un grupo considerable de los encuestados tiene muy claro lo que representa la autonomía de un vehículo, la cual corresponde a los kilómetros posibles de recorrer con un vehículo. Actualmente la autonomía ofrecida por los vehículos eléctricos supera los 200 km.

Décima tercera pregunta

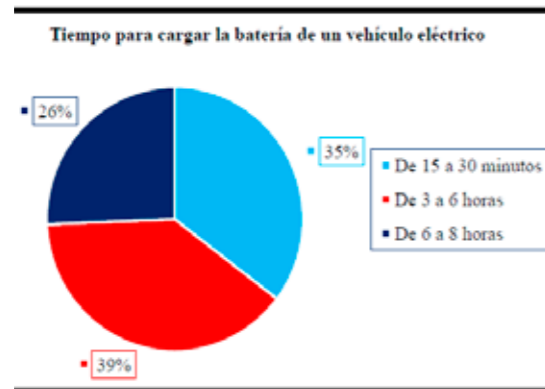
¿Conoce cuánto tiempo tarda la batería de un vehículo eléctrico en cargarse?

Tabla 7. Décima Tercera Pregunta

| Variable | Frecuencia | Porcentaje |
|--------------------|------------|------------|
| De 15 a 30 minutos | 84 | 35 |
| De 3 a 6 horas | 93 | 39 |
| De 6 a 8 horas | 61 | 26 |
| Total | 238 | 100 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Valor porcentual 13ª pregunta



Fuente: Elaboración propia

La finalidad de la pregunta N° 13, fue determinar si los encuestados conocen el tiempo que tarda la batería de un vehículo eléctrico en cargarse, esto debido a que el tiempo que toma la recarga de la batería va de la mano con la autonomía del vehículo y es algo de gran interés para un usuario.

Cabe mencionar que para esta pregunta se utilizaron rangos de tiempo reales, ofrecidos por los distintos tipos de recarga que existen actualmente.

Según los resultados obtenidos de la encuesta realizada, para la décima tercera pregunta es posible afirmar lo siguiente:

Del total de encuestados, 84 de ellos, que corresponde al 35%, indicaron que el tiempo que tarda la batería de un vehículo eléctrico en cargarse está comprendido de 15 a 30 minutos. En este caso las personas dentro de este grupo, no conocían este dato, sin embargo, ellos seleccionaron este rango de tiempo manifestando que ese sería un tiempo adecuado y aceptable de esperar mientras se recarga la batería de su vehículo, sugirieron además la creación de beneficios dentro de las estaciones de recarga (electrolineras) como por ejemplo servicios de Internet gratuito, restaurante y/o salas de entretenimiento, entre otros.

Un total de 93 personas, que corresponde al 39% de los encuestados, mencionaron que el tiempo que tarda la batería de un vehículo eléctrico en cargarse está comprendido de 3 a 6 horas. Las personas dentro de este grupo coincidieron en una inquietud en relación a esta pregunta, ma-

nifestando si existe la posibilidad de cargar un vehículo eléctrico en sus hogares, en vista de que obtuvieron una respuesta favorable a su inquietud ellos asumieron que el tiempo estimado para cargar la batería de un vehículo eléctrico está comprendido en lapso de tiempo antes mencionado.

De los encuestado, 61 de ellos, que corresponde al 26%, indicaron el tiempo que tarda la batería de un vehículo eléctrico en cargarse está comprendido de 6 a 8 horas. Cabe mencionar que para este caso en particular los encuestados hicieron relación al tamaño de la batería de un vehículo eléctrico, comparándola con la de otros gadgets, como fue el caso de los teléfonos celulares y laptops, así como el tiempo que tardaban en cargarse las baterías de estos.

En conclusión, es posible afirmar que la mayoría de los encuestados consideraron de gran importancia este aspecto, sin embargo, los usuarios no están informados acerca de este particular y que para responder la pregunta requirieron ayuda del encuestador o se vieron en la necesidad de relacionar la batería de un vehículo eléctrico con la de otro gadget. Cabe mencionar que para recargar la batería de un vehículo eléctrico se presentan actualmente tres opciones de recarga, estas son:

Recarga rápida, comprendida de 15 a 24 minutos, ofrecida únicamente por electrolineras. Recarga semi-rápida, comprendida de 3 a 4 horas, ofrecida en parqueaderos o realizada en hogares.. Recarga lenta, comprendida de 6 a 8 horas, posible de realizar en hogares.

Vigésima pregunta

Si el gobierno promoviera facilidades de financiamiento y ofreciera beneficios tales como: Peajes libres; Parqueaderos gratuitos; Reducción del valor de la matrícula; Descuento de la tarifa eléctrica. ¿Reemplazaría su vehículo actual por un eléctrico?

Tabla 8. Vigésima Pregunta

| Variable | Frecuencia | Porcentaje |
|----------|------------|------------|
| Si | 229 | 96 |
| No | 9 | 4 |
| Total | 238 | 100 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Valor % vigésima pregunta



Fuente: Elaboración propia

La finalidad de la pregunta N° 20, fue determinar si los propietarios de un vehículo, lo reemplazarían si el gobierno promoviera beneficios por adquirir un vehículo eléctrico, esto debido a que la oferta de un vehículo que no se comercializa en el mercado del país, requiere de estrategias comerciales y una de ellas es el ofrecerle beneficios a los usuarios.

Cabe mencionar que los distintos beneficios que se mencionan en esta pregunta, son los ofertados actualmente por los países de la Unión Europea para quien adquiere o es propietario de un vehículo eléctrico.

Según los resultados obtenidos de la encuesta realizada, para la vigésima pregunta es posible afirmar lo siguiente: Del total de encuestados, 229 de ellos, que corresponde al 96%, indicaron que si reemplazarían su vehículo actual por un eléctrico. Cabe mencionar que las personas dentro de este grupo comprenden que de promoverse los beneficios mencionados, estos no serán permanentes, sin embargo, tienen muy presente que la energía eléctrica en el país es de bajo costo y a largo tiempo eso representa un gran beneficios

para ellos como usuarios.

Un total de 9 personas, que equivale al 4% del total de encuestados, manifestaron que no reemplazarían su vehículo actual por un eléctrico. Las personas indicaron que tomarían esta medida principalmente por la siguiente razón: Ausencia de información acerca de las características de vehículos eléctricos.

En conclusión, es posible afirmar que uno de los puntos en contra de la introducción de vehículos eléctricos, es la poca o equivocada información que tiene la mayoría de las personas acerca de estos vehículos, sin embargo, se considera que al facilitar al usuario una adecuada información se incrementaría la demanda para la introducción de este tipo de vehículo.

Comparación entre las características y los costos de vehículos eléctricos

Tabla 9. Comparación entre las características y los costos de vehículos eléctricos.

| Marca- Modelo | Velocidad Máxima (km/h) | Velocidad 0-100 km (s) | Potencia (CV) | Par Motor (Nm) | Autonomía (km) | Capacidad Batería (kWh) | Costo por recarga (USD) | Precio del vehículo (USD) |
|--------------------|-------------------------|------------------------|---------------|----------------|----------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Kia Soul | 145 | 11.2 | 110 | 285 | 212 | 27 | 1.89 | 30.000 |
| Nissan Leaf | 145 | 11.9 | 107 | 280 | 200 | 24 | 1.68 | 28.000 |
| Renault Kangoo ZE | 130 | 20.3 | 60 | 226 | 170 | 22 | 1.54 | 28.000 |
| Renault Twizy | 80 | 6.1 (0-45) | 16.2 | 57 | 100 | 6 | 0.56 evs | 9.900 |
| Renault Fluence | 135 | 13.7 | 95 | 226 | 160 | 22 | 1.54 | 31.000 |
| Chevrolet Spark EV | 144 | 8.5 | 130 | 542 | 132 | 21.3 | 1.5 | 23.000 |
| MiniCooper i-MEV | 130 | 15.9 | 67 | 180 | 150 | 16 | 1.12 | 32.000 |

Fuente: Elaboración propia

Comparación de los costos entre los combustibles fósiles y la energía eléctrica

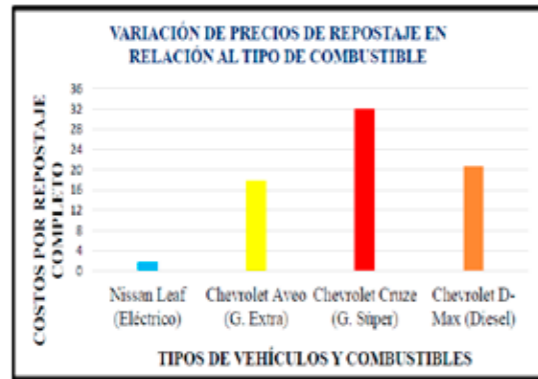
Tabla 10. Comparación de los costos entre los combustibles fósiles y la energía eléctrica

| Vehículo | Precio del vehículo (USD) | Precio de la energía o combustible | Capacidad total | Costo por repostaje (USD) | Autonomía (km) |
|----------------------------|---------------------------|------------------------------------|-----------------|---------------------------|----------------|
| Nissan Leaf (Eléctrico) | 28.000 | 7 cts/kWh | 24 kWh | 1.68 | 200 |
| Chevrolet Aveo (G. Extra) | 16.000 | 1.48 USD/Gal | 12 Gal | 17.76 | 530 |
| Chevrolet Cruze (G. Super) | 30.000 | 2 USD/Gal | 16 Gal | 32 | 700 |
| Chevrolet D-Max (Diesel) | 26.690 | 1.03 USD/Gal | 20 Gal | 20.6 | 800 |

Fuente: Elaboración propia

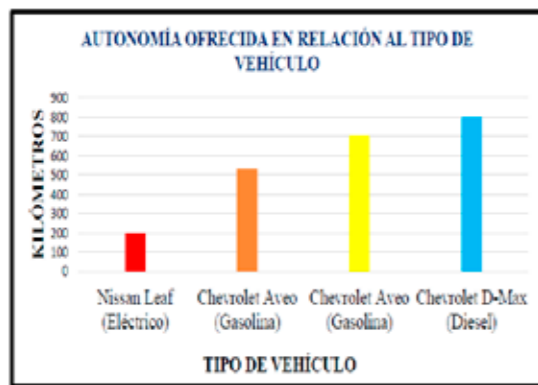
Comparación de costos de repostaje y autonomía

Figura 16. Variación de precios de repostaje en relación al tipo de combustible



Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Autonomía ofrecida en relación al tipo de vehículo.



Fuente: Elaboración propia

Costos por repostaje y posibles ingresos a la red eléctrica de Ibarra de vehículos eléctricos

Figura 18. Costos por repostaje y posibles ingresos a la red eléctrica de Ibarra de vehículos eléctricos.

| Repostaje | V.E. 15 Chevrolet Aveo (G. Extra) | V.E. 15 Chevrolet Cruze (G. Súper) | V.E. 15 Chevrolet D- Max (Diesel) | Recorrido (km) |
|------------------------|---|--|---|-------------------|
| Ahorro en 1 año (USD) | 362 | 447 | 250 | 14 400 |
| Ahorro en 3 años (USD) | 1086 | 1341 | 750 | 43 200 |
| Ahorro en 5 años (USD) | 1810 | 2235 | 1 250 | 72 000 |

Fuente: Elaboración propia

Valores económicos posibles de ahorrar con un vehículo eléctrico

Figura 19. Valores económicos posibles de ahorrar con un vehículo eléctrico

| Marca / Modelo | Consumo por kilómetro (kWh/km) | Consumo mensual (kWh) al recorrer 1 200 km mes | Costo del repostaje mensual (USD) | Consumo anual (kWh) al recorrer 14 400 km año | Costo del repostaje anual (USD) | Ciudades de V.E. posibles de ingresar |
|--------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|---|---------------------------------|---------------------------------------|
| Kia Soul | 0,13 | 157 | 11 | 1 834 | 128 | 6/2 |
| Nissan Leaf | 0,12 | 144 | 10 | 1 728 | 121 | 5/6 |
| Renault Kangoo ZE | 0,13 | 155 | 11 | 1 864 | 130 | 5/3 |
| Renault Twizy | 0,08 | 96 | 7 | 1 152 | 81 | 3/4 |
| Renault Fluence | 0,14 | 165 | 12 | 1 980 | 139 | 5/0 |
| Chevrolet Spark EV | 0,16 | 194 | 14 | 2 324 | 163 | 4/3 |
| Mitsubishi i-MiEV | 0,11 | 128 | 9 | 1 536 | 108 | 6/1 |
| Tesla Model S P85D | 0,20 | 234 | 16 | 2 814 | 197 | 3/6 |

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

Finalizando este trabajo de investigación, se presentan las siguientes conclusiones a fin de que sean consideradas por quien utilice el presente como fuente de consulta. Un vehículo eléctrico en comparación a un vehículo convencional (con motores de combustión interna e híbridos), ofrece varios beneficios entre los que se destacan: la eficiencia, menor contaminación tanto por emisiones como acústicas, reducción de costo en cada repostaje gracias al bajo costo de energía eléctrica y la reducción del costo de mantenimiento.

La autonomía que actualmente ofrecen los vehículos eléctricos satisface con creces la distancia recorrida por los usuarios dentro de la ciudad de Ibarra. Además con gran acierto es posible afirmar que dicha autonomía será suficiente para aquellos usuarios que residen en ciudades más grandes que Ibarra.

El horario de horas pico de consumo energético en la ciudad de Ibarra, está comprendido a partir de las 18:00 hasta las 22:00 horas, esto indica que las horas propicias para recargar un vehículo eléctrico sin ocasionar sobrecargas y daños en el sistema, inician a partir de las 22:00 horas y culmina a las 06:00 horas, teniendo con ello un total aproximado de 9 horas durante parte de la noche y madrugada para realizar la recarga.

Para todos los años el mes de febrero será el mes que registre el menor consumo energético, debido a que el mes con menos días en comparación al resto de meses. El mes que registre el mayor consumo energético no es fijo, y aunque parezca que el mes de Diciembre es donde se debería registrar un mayor consumo de energía, las cifras no lo indican así, o al menos no en los últimos tres años.

Por el momento la introducción de vehículos eléctricos a gran escala no es factible ya que incrementaría considerablemente la demanda energética, la cual no podría ser solventada por el sistema, sin embargo a partir del año 2017. Ecuador será un país energéticamente desarrollado, ya que los proyectos energéticos se encontraran operando. Con un cambio en marcha de la matriz energética, la introducción de los vehículos eléctricos es factible, no únicamente en la ciudad de Ibarra sino a nivel nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albendea D. (2011). *Estrategias de control para la integración de vehículos eléctricos en la red de distribución*. Leganés.

Arauz M. (1967). *Red de distribución eléctrica para la ciudad de Ibarra*. Ecuador.

Bianchi E. (2010). *Elementos de electroquímica: Electrólisis y acumuladores reversibles*. Chile.

Castaneda V. (2005). *Auto reciclado con tracción eléctrica*. Chile.

Ceña A. (2009). *El coche eléctrico: el futuro del transporte, la energía y el medio ambiente*. España.

Chamorro J. (2011). *Auditoría eléctrica en Editorial Ecuador*. Ecuador.

CONELEC. (2005). *Fundamentación teórica sostenibilidad energética, estado actual y tendencias en el Ecuador*. Ecuador.

EMELNORTE. (2006). *El sistema eléctrico de EMELNORTE S.A.* Ecuador

ENDESA. (2012). *El uso de la electricidad*. Madrid, España.

FITSA, IDEA. (2008). *Nuevos combustibles y tecnologías de propulsión: Situación y perspectivas para automoción*. Sedán oficina de imaginación. Madrid.

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. (2007). *Guía del vehículo eléctrico*. España.

Guerrero V. (2012). *Estudio sobre los gestores de cargas para vehículos eléctricos*. Leganés.

Guzman R. (1993). *Sistemas Scada en distribución de energía eléctrica*. Ecuador.

I.D.A.E. (2012). *El vehículo eléctrico para flotas*. España. Clem.

- (2012). *Mapa tecnológico de la movilidad eléctrica*. España.

I.N.E.C. (2010). *Fascículo provincial Imbabura*. Ecuador.

Larminie J. (2003). *Electric vehicle technology explained*. EE.UU.

López, J. (2007). *El medio ambiente y el automóvil*. Editoriales Dossat. España.

Rega P. (2011). *Motores eléctricos*. Santa Fé.

Rodriguez, J. & Lafoz, M. (2013). *La tecnología de los motores eléctricos en vehículos*. Industriales, ETSII-UPM. Madrid, España.