



*Análisis y diseño de un monociclo eléctrico que ayude a la movilidad sostenible*

*Analysis and design of an electric unicycle that helps sustainable mobility*

*Análise e projeto de um monociclo elétrico que auxilia na mobilidade sustentável*

Rodrigo Rigoberto Moreno-Pallares <sup>1</sup>  
[rodrigo.moreno@epoch.edu.ec](mailto:rodrigo.moreno@epoch.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-1877-6942>

**Correspondencia:** [rodrigo.moreno@epoch.edu.ec](mailto:rodrigo.moreno@epoch.edu.ec)

Ciencias técnicas y aplicadas  
Artículo de investigación

**\*Recibido:** 15 de agosto de 2020 **\*Aceptado:** 10 de septiembre 2020 **\* Publicado:** 01 de octubre de 2020

- I. Magíster en Ingeniería Industrial y Productividad Msc, Ingeniero Industrial, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.



## Resumen

El presente estudio tiene como objeto investigar y diseñar un monociclo eléctrico como movilidad sostenible en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ya que las personas transitan por los alrededores del campus con el fin de realizar una serie de actividades de su interés como trabajar, estudiar, hacer compras y visitar amigos. Este traslado puede llevarse a cabo ya sea caminando o utilizando vehículos motorizados (autobuses, automóviles, y motos). Dicha circulación refleja en el consumo de espacio, tiempo, energía, y recursos financieros, trayendo así consecuencias negativas como accidentes, contaminación y congestión vehicular, los mismos que son motivo de preocupación, por lo que la industria automotriz ha impulsado el desarrollo de nuevos diseños de prototipos a base de energía limpia como transporte alternativo. Como solución a la problemática de congestión vehicular y contaminación ambiental se plantea el uso del monociclo eléctrico como alternativa de transporte en la politécnica, explorar el campus con la finalidad de recolectar información de tipo cuantitativo, teniendo como resultados, un mejor desplazamiento, tiempos de traslado origen y destino, disminución del índice de accidentabilidad en el tránsito, contando con un servicio de transporte urbano personalizado. El prototipo consiste en una estructura de aluminio con un bajo centro de gravedad para su estabilidad, cuenta con un motor Brushless trifásico sincrónico, con rotor de imanes permanentes, dos plataformas laterales donde se colocan los pies del usuario para poder trasladarse, su asiento ergonómico, su batería y el sistema giroscópico que le permite auto-equilibrarse, lo que significa que se utiliza el movimiento natural del cuerpo para moverse. Esta nueva alternativa de movilización nos ayudará a combatir la contaminación ambiental, la contaminación acústica y en especial a no causar congestión vehicular, reduciendo así el impacto que tiene en la naturaleza, dando un aporte innovador y tecnológico para la sociedad.

**Palabras claves:** Movilidad; Contaminación Ambiental; Seguridad; Monociclo Eléctrico.

## Abstract

The present research has like objective to investigate and design an electric unicycle, as sustainable mobility at the Superior Polytechnic School of Chimborazo, due to people are moved around the campus in order to do a series of activities of their interest such as working, studying, going shopping and visiting friends. This moving can be done by walking or using a motor vehicle (busses, automobiles, and motorcycles. This move is reflected by the consumption of space, time, energy and financial resources, bringing in that way, negative

consequences such as accidents, pollution, and vehicular traffic, they are the reason of worrying, therefore the automotive industry has motivated the development of new prototype design based on clean energy like alternative transportation. As a solution of this vehicular traffic problem and environmental contamination it is suggested the usage of an electric unicycle like an alternative transportation at the polytechnic school, exploring the campus in order to gather quantitative type information, taking into account a better move, destination-origin time, decreasing the accident rate in the traffic, having a customized service of urban transportation. The prototype consists on an aluminium structure with a low gravity center for its balance, it has a three-phase synchronous Brushless motor with permanent magnet rotor, two lateral platforms where the user's feet are put on to move, its ergonomic seat, its battery and the gyroscopicsystem that permits self-balancing, what means the natural body's movement is used to move. This new alternative mobility will help us to fight the environmental, acoustic contamination and in especial to not cause vehicular traffic congestion, reducing in this way the impact that it has in the nature, giving a novel and technological contribution for the society.

**Key words:** Moving; Environmental Contamination; Security; Electric Unicycle.

## Resumo

O objetivo deste estudo é investigar e projetar um monociclo elétrico como mobilidade sustentável na Escola Superior Politécnica de Chimborazo, uma vez que as pessoas viajam pelo campus para realizar uma série de atividades de interesse como trabalhar, estudar, fazer compras e visitar amigos. Esse traslado pode ser feito a pé ou em veículos motorizados (ônibus, automóveis e motocicletas). A referida circulação reflete no consumo de espaço, tempo, energia e recursos financeiros, trazendo conseqüências negativas como acidentes, poluição e congestionamento de tráfego, que são preocupantes, para os quais a indústria automotiva tem promovido o desenvolvimento de novos projetos. de protótipos baseados em energia limpa como transporte alternativo. Como solução para o problema de congestionamento veicular e poluição ambiental, propõe-se o uso do monociclo elétrico como alternativa de transporte na politécnica, explorando o campus de forma a coletar informações quantitativas, tendo como resultados, um melhor deslocamento, tempos de deslocamento origem e destino, diminuição da sinistralidade no trânsito, com serviço de transporte urbano personalizado. O protótipo consiste em uma estrutura de alumínio com baixo centro de gravidade para estabilidade, possui motor sem escova trifásico síncrono, com rotor de ímã permanente, duas plataformas laterais onde os pés do usuário são colocados para poder se mover, seu assento ergonômico, sua bateria e

sistema giroscópico que permite o auto-equilíbrio, o que significa que o movimento natural do corpo é usado para se mover. Esta nova alternativa de mobilização vai ajudar-nos a combater a poluição ambiental, a poluição sonora e, principalmente, a não causar congestionamentos de trânsito, reduzindo assim o impacto que tem na natureza, dando um contributo inovador e tecnológico para a sociedade.

**Palavras-chave:** Mobilidade; Poluição ambiental; Segurança; Monociclo Eléctrico.

## **Introducción**

Cada día toma más importancia el desarrollo de la movilidad eléctrica, debido a la necesidad de disponer de un sistema que emplee energías sustentables, permitiéndonos mejorar el desplazamiento en relación a costos de transportación, reducir tiempo de traslado en origen y destino, disminuir el índice de accidentes de tránsito, contar con un servicio de transporte urbano personal adecuado, minimizar el tráfico vehicular y la contaminación ambiental con la reducción del uso del vehículo particular y comercial, brindar una mejor imagen urbanística, tomando en consideración aspectos importantes como el nivel de integridad, seguridad y la accesibilidad a los usuarios viales. En la actualidad, la necesidad de mejorar los sistemas de movilidad mediante la utilización de nuevos modos de transporte impulsados por energías alternativas, como son los monociclos eléctricos, requiere de un proceso de investigación largo y exhaustivo, ya que la disponibilidad de información sobre el diseño y las características de los sistemas de propulsión eléctrica son muy limitadas. Esta limitante se presenta debido a que su desarrollo es realizado por empresas privadas, a través de métodos de innovación cerrada y es difícil generar un proceso de vigilancia tecnológica.

## **Materiales y métodos**

Describa la metodología de la investigación de manera que otros investigadores la puedan replicar o que los lectores puedan conocer los límites de interpretación de los datos; informe la localización espacial del experimento si aplica (coordenadas geográficas, características geográficas).

La utilización incorrecta o inadecuada de los métodos estadísticos es inaceptable. No describa los tratamientos estadísticos corrientes (comparación de medias, análisis de varianza, etc.), incluya la referencia pertinente. Describa los modelos estadísticos y diseño experimental (clases, bloques y/o unidades experimentales). Con el software estadístico mencione las fuentes

de variación. Inductivo: se puede evidenciar en el marco teórico y los objetivos. Se aplicó el método inductivo al tomar las necesidades y problemas de la muestra, y generalizarlos al total de la población. Analítico: lo podemos notar en planteamiento del problema, objetivos, marco teórico y justificación. Como técnicas de investigación para el desarrollo del proyecto se utilizaron principalmente la aplicación de encuestas y una observación directa, mismas que fueron cruciales al momento de recolectar la información necesaria para identificar la realidad actual en cuanto a la facilidad que se tiene para movilizarse en transporte alternativo, además de percibir la aceptación que tendría el monociclo eléctrico cumpliendo el papel de una alternativa de transporte como respuesta a la congestión vehicular en los puntos principales de la ESPOCH. Las 375 encuestas se realizaron en diferentes puntos dentro del campus a personas al azar con la finalidad de obtener una muestra más heterogénea que nos garantice una mayor variabilidad entre los encuestados, para obtener datos que nos suministren información, para de esta manera comprobar nuestra hipótesis. La aplicación de la observación directa permitió evidenciar la realidad de la movilidad, las necesidades presentes para el desarrollo de la ESPOCH, como son la falta de señalización, una cultura adecuada de movilidad y congestión vehicular.

## Resultados

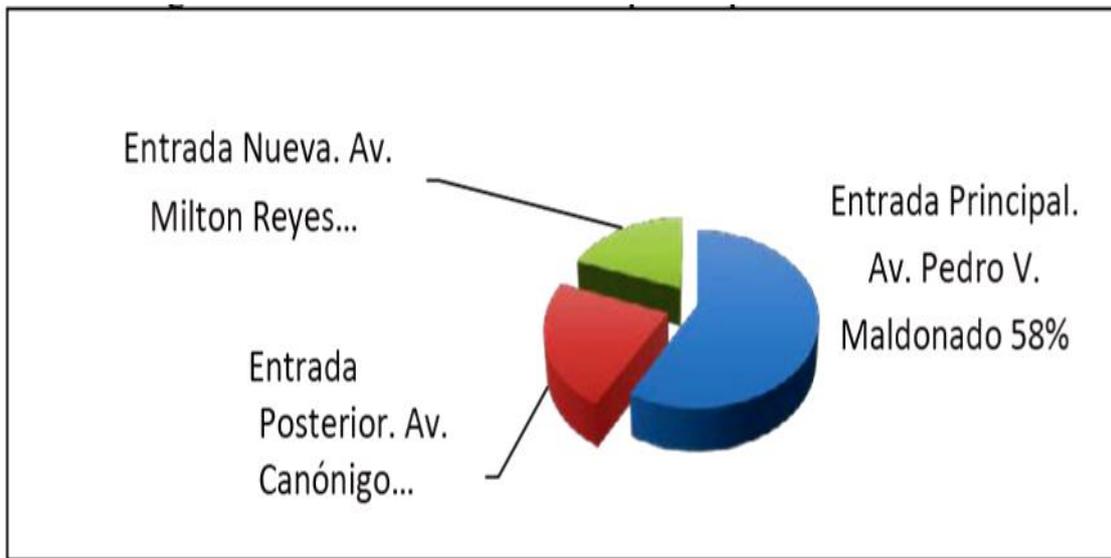
Es de suma importancia para el presente trabajo conocer la afluencia de vehículos para cada entrada existente que permite en ingreso vehicular en la ESPOCH con la finalidad de constatar la existencia de flujo masivo y por ende la congestión vehicular.

**Tabla 1** Flujo Vehicular

INGRESO N. 1 SUR			INGRESO N. 2 NORTE			ESTRATOS	
TIPO DE VEHICULO	DE	N.	TIPO DE VEHICULO N.	DE	N.		N.
TAXIS		1735	TAXIS		1179	Ingreso N.1 SUR	4491
PARTICULARES		2552	PARTICULARES		1825	Ingreso N.2 NORTE	3058
MOTOS		96	MOTOS		49	<b>TOTAL</b>	<b>7549</b>
BUSES		20	BUSES		5		
VOLQUETES, FURGONES		28	VOLQUETES, FURGONES		0		
<b>TOTAL</b>		<b>4431</b>	<b>TOTAL</b>		<b>3058</b>		

Fuente: Plan de Movilidad Sostenible ESPOCH

Se detallan los tipos de arribo motorizados y su partición modal. Figura 1 Acceso más utilizado por la población de la ESPOCH.

**Figura 1** Acceso más utilizado por la población de la ESPOCH

Se realizó un sondeo en las entradas principales de la institución por lo que se tomó el tiempo en segundos a vehículos motorizados; para saber su tiempo de desplazamiento en 100m.

**Tabla 2:** Tiempo de vehículos motorizados

Tiempos(s)	34	75	41	70	79
	42	67	45	40	64
	34	22	59	92	38
	33	36	94	21	58
	96	32	72	23	64
	68	122	71	25	102
	42	90	45	68	63
	57	29	59	41	96
	24	27	39	36	63
	77	89	32	53	85

La presente investigación es de tipo cuantitativo, por lo que se aplica la prueba de normalidad en primera instancia, y así determinar si se requiere métodos paramétricos o no paramétricos para la comparación de los tiempos. Prueba de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov H0: Los tiempos siguen una distribución normal Hi: Los tiempos no siguen una distribución normal Nivel de significancia =5% = 0,05

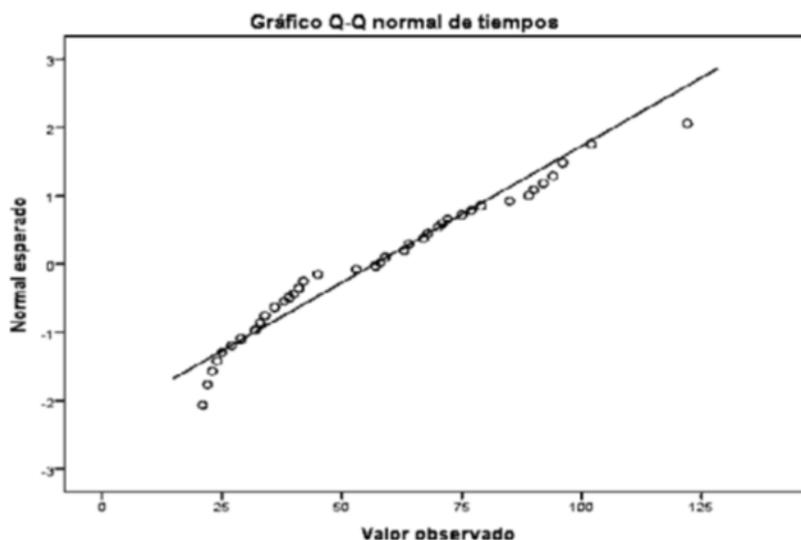
Cálculos estadísticos:

**Tabla 3:** Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
tiempos	.142	50	.014	.949	50	.031

Corrección de significación de Lilliefors

**Figura 2:** Promedio de tiempos



Mediante el análisis e interpretación de las encuestas realizadas dentro del campus politécnico sobre el monociclo eléctrico como transporte alternativo de movilidad, además de las mediciones realizadas en campo y la corroboración de la existencia del problema de congestión vehicular en las horas picos en las tres entradas principales de la ESPOCH apoyados en la tesis “Propuesta de un Plan de Movilidad Sostenible para la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo”, con todo esta información se puede llegar a concluir que la hipótesis donde se indica que el monociclo eléctrico ayudará a mitigar la problemática de tráfico vehicular con la ayuda de una ciclovía adecuada para su circulación está respaldada, también se evidencia que tiene una aceptación por parte de la comunidad politécnica y que al implementarse mejorará la movilidad dando un aporte al medio ambiente ya que se utiliza un medio de transporte limpio.

**Figura 3:** Motor eléctrico Brushless trifásico sincrónico, con rotor de imanes permanentes

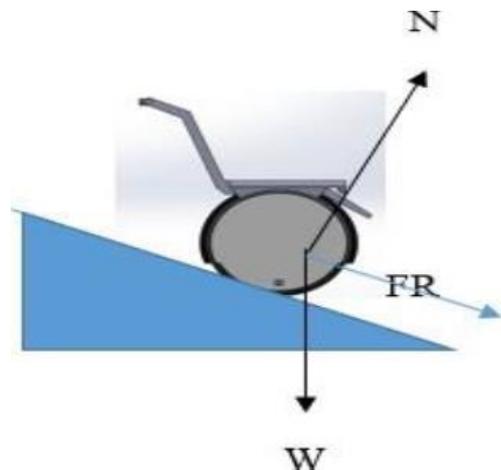
El Motor hace parte integral de la rueda ya que comparten el eje de rotación, por lo que el empuje del motor se aplica directamente a la rueda sin pasar por reductores mecánicos, cadenas o transmisiones; este sistema de tracción presenta una ventaja para la eficiencia, pero crea esfuerzos adicionales en el punto específico de sujeción. Esta simple solución previene la fatiga del material y brinda una seguridad estructural a nuestro monociclo eléctrico. Luego de definir los requerimientos, se diseñó la estructura de una forma que también fuese estéticamente agradable, se decidió dar al monociclo eléctrico, un estilo futurista El diseño fue realizado mediante la ayuda del software de dibujo SolidWorks. Luego de la especificación y selección de los componentes más relevantes para el desarrollo del monociclo eléctrico, se inició el proceso de montaje en el cual incorporan componentes de uso común, necesarios para conservar el principio básico de este medio de transporte. Partiendo de esta premisa se incorporan fibra de vidrio, un asiento simple pero ergonómico con su estructura de aluminio reforzado, agregado también su rueda con motor eléctrico Brushless, manubrio y sus focos de seguridad vial.

**Figura 6:** Diseño del monociclo eléctrico

Los sistemas de locomoción obedecen a los principios de la mecánica clásica, siendo fundamental la segunda ley de Newton en cuestiones como la aceleración y el desplazamiento del vehículo. Se realizó un cálculo sobre un diagrama de cuerpo libre para seleccionar un motor acorde con las necesidades

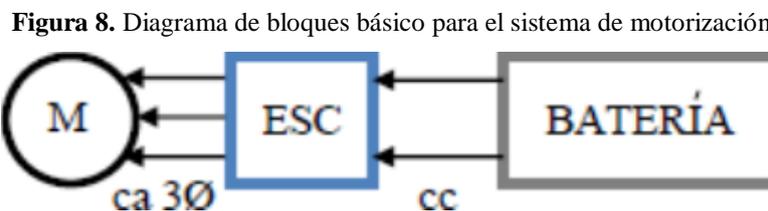
Según las gráficas del fabricante el motor "Brushless" de 500 W con el controlador del sistema que tiene los sensores giroscopios posee un torque máximo de 13,38 N/m, sin embargo, para el caso de escalar una pendiente, la velocidad es típicamente de entre 15 y 20 km/h y el torque de salida del motor para este punto de operación es de entre 3 y 4,5 N/m, destacándose que en este punto de operación se presenta la mayor eficiencia energética; alrededor del 82 % (Golden Motor Technology Co. Ltd., 2012).

**Figura 7.** Diagrama de cuerpo libre del monociclo eléctrico



Para los datos anteriores, promediando un peso combinado de vehículo y pasajero de 90kg, un radio de rueda equivale a 38cm y una fuerza de fricción aproximada al 10% de la fuerza de impulso producida por el motor, el monociclo puede afrontar pendientes hasta 7,5% sin necesidad de fuerza alguna. Este valor pendiente se escogió debido a que en la ciudad de Riobamba se presentan pendientes de entre el 6 y el 9%, siendo 7,5% un valor razonable. Además siempre se debe considerar que a diferencia de un automóvil eléctrico o una motoneta eléctrica; el monociclo eléctrico es un conjunto hombre-máquina. El motor empleado es del tipo "Brushless" trifásico sincrónico, con rotor de imanes permanentes, núcleo en hierro al silicio y carcasa de aluminio. El empleo de este tipo de motores es típico para las aplicaciones de movilidad eléctrica, pues presentan una buena curva de torque y potencia con un peso reducido; pero su principal ventaja es que no presentan componentes en fricción, por lo cual son muy confiables y prácticamente no necesitan mantenimiento. Como paréntesis se agrega

que sólo para el caso de los vehículos eléctricos con motores de tamaños considerables sería necesario el cambio del refrigerante cada 5 años y el de aceite de motor cada 100.000 km, la alta duración del aceite se da debido a que en el motor eléctrico, el aceite no pierde viscosidad por el efecto del cizallamiento ni tampoco se contamina con residuos de combustión. El factor limitante es el envejecimiento por cambios térmicos y la oxidación. Debido a que la fuente de alimentación es de corriente continua, se requiere el uso de un control electrónico de velocidad (ESC por sus siglas en inglés) para el funcionamiento del motor. Ver Fig. 4. El ESC se encarga de detectar la posición relativa del rotor con respecto al estator mediante sensores giroscopios y emula ondas similares a senoidales mediante pulsos en su descomposición de la serie de Fourier.



Las baterías hacen parte fundamental de un sistema de movilidad eléctrica independiente. Siendo el factor limitante la capacidad de energía acumulada por unidad de masa y de volumen, traduciéndose esto en una limitación a la autonomía propia del vehículo. Se analizaron una a una las diferentes tecnologías en baterías y se llegó a la conclusión que la mejor opción era equipar el sistema con baterías de litio debido a la superior capacidad en densidad específica de energía vs masa y volumen. Dentro de las tecnologías de Litio se escogió la tecnología Litio-Fosfato que a pesar de poseer densidades energéticas inferiores a las tecnologías Litio-Cobalto y Litio-Magnesio e incluso un precio más elevado, evidencian una superioridad absoluta en el tema de la seguridad, lo cual es un aspecto fundamental para el diseño de cualquier medio de transporte, (A123 Systems Inc., 2011), (Sandia National Laboratories, 2006). Adicionalmente la tecnología Litio-Fosfato presenta una vida útil hasta 10 veces superior respecto a la tecnología Plomo ácido (Buchmann, 2013), logrando incluso una expectativa de vida muy superior a la de los demás elementos que conforma el monociclo eléctrico. Luego de seleccionada la tecnología y saber que se encontraba disponible comercialmente, se importaron 13 celdas de tecnología LIFEPO4 por sus siglas en inglés de Litio Hierro Fosfato Polímero, de la marca A123, con una capacidad nominal de 20 Ah, tensión nominal de 3,3 V por celda y una

densidad energética de 131 Wh/kg (A123 Systems Inc, 2011). Dentro del diseño se concibió un cerramiento en fibra de vidrio de 7 mm de espesor con el objetivo de proporcionar a las baterías una protección mecánica y un confinamiento en el caso de un accidente; es importante enfatizar que durante la manipulación de baterías siempre se debe tener en cuenta que se trata con energía acumulada, lo cual es potencialmente peligroso. La batería escogida es la de tecnología Litio Hierro Nano Fosfato patentada por la marca A123 System cumple el estándar EUCAR 3 (A123 Systems Inc., 2011) para pruebas de penetración, sobre-carga, sobre descarga, cortocircuito externo y aplastamiento, esto quiere decir que la batería puede presentar goteo o filtraciones de electrolito, pero no entrara en ignición ni tampoco explotará, únicamente luego de superar el límite térmico la batería entra en carrera térmica y presentaría emisiones de humo, mas no presenta flameo, ni mucho menos explosión, por lo cual cumple con el estándar EUCAR 4 (A123 Systems Inc., 2011) para la prueba de estabilidad térmica. Esto nos confirma la principal ventaja de este tipo de baterías en el enfoque a la seguridad. Como resultado tenemos la aprobación de la Hipótesis Investigativa Hi que plantea que el uso del monociclo eléctrico como transporte alternativo si disminuye la congestión vehicular en las entradas principales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Al ocupar el monociclo eléctrico para el desarrollo de sus actividades cotidianas disminuirá la circulación de transportes a base de combustibles fósiles, como consecuencia lógica, al ser una nueva alternativa de movilidad amigable con el medio ambiente, novedosa y el hecho de no producir residuos contaminantes, hacen que sea factible su aplicación en relación al medio ambiente.

## Conclusiones

El monociclo eléctrico es una alternativa de transporte personal, basado en la tecnología de los sistemas de control de auto-balanceo. Con esta se intenta dar solución a los problemas de transporte en distancias cortas a medianas que existen en diferentes partes de alrededor del campus y de la ciudad de Riobamba, como ya se ha visto, el automóvil está dejando de ser una buena forma de transportarse a través de la metrópoli en distancias relativamente cortas gracias a la sobrepoblación de este tipo de vehículos, causando que la gente empiece a utilizar formas alternas de transporte como la motocicleta, la bicicleta, el transporte público, etc. Al concientizar a la ciudadanía de las ventajas del uso de transportes alternativos, estos tendrán mayor oportunidad de ventas, además la mayoría de casa comerciales están apostando por emplear energías limpias en sus productos, como es el caso de Kia Motors con su Modelo Soul EV, también se han lanzado al mercado muchas otras alternativas de transporte como bicicletas

y monociclos eléctricos. Luego del proceso de investigación, desarrollo y pruebas en el sistema de movilidad eléctrica, queda claro la amplia superioridad en eficiencia, respecto a los medios de transporte convencionales.

## Referencias

1. Agenjo, C. B., & Mateu, S. T. (2008). *El transporte: aspectos y tipología*. Madrid: Delta Publicaciones.
2. Alonso, M., Buyolo, F., Castella, S., Freixa, A., Fuses, V., Garcia, E., Santamaria, X. (2011). *El Vehículo Eléctrico, desafíos tecnológicos, infraestructuras y oportunidades de negocios*. Barcelona: Nova Era Barcelona.
3. Central European Time. (20 de Abril de 2016). europapress.es. Obtenido de Murcia recibe un Premio europeo de movilidad urbana sostenible: <http://www.europapress.es/murcia/noticia-murcia-recibe-premio-europeo-movilidad-urbana-sostenible-20160420193918.html>.
4. El telégrafo. (24 de Abril de 2017). El telégrafo. Redacción Ciudadana. Obtenido de Loja es pionera en el transporte eléctrico: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/loja-es-pionera-en-el-transporte-electrico> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. (2015).
5. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido a través de antecedentes ESPOCH: <https://www.esPOCH.edu.ec/index.php/antecedentes.html> Excm. Diputación Provincial de Albacete. (s.f.). *Desarrollo Sostenible de la Provincia de Albacete*. Obtenido de Transporte y Movilidad. Desarrollo Sostenible: <http://www.absostenible.es/index.php?id=82>
6. Maldonado, P. (16 de Enero de 2018). Los vehículos eléctricos ruedan por el país y desean acelerar. Líderes. Obtenido de [www.revistalideres.ec/lideres/vehiculos-electricos-ruedan-pais-empresas.html#](http://www.revistalideres.ec/lideres/vehiculos-electricos-ruedan-pais-empresas.html#)
7. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (1996). *Marco Conceptual del Desarrollo Sostenible de la Agricultura y el Medio Rural en el IICA*. Venezuela: IICA Biblioteca Venezuela.
8. Miranda, J., & Iglesias, N. (2015). Las infraestructuras de recarga y el despegue del vehículo eléctrico. *Observatorio Medioambiental*, 57-85. doi:10.5209/rev\_OBMD.2015.v18.51285
9. Ministerio de Transportes y Obras Públicas. (31 de Agosto de 2012). Ministerio de Transportes y Obras Públicas. Especial Seguridad Vial. Obtenido de Ciclovías. Una nueva alternativa de Transporte no Motorizado. : [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/31-08-2012\\_Especial\\_Ciclovias.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/31-08-2012_Especial_Ciclovias.pdf)
10. Ninebot INC & KPsport Group INC. (2016). Ninebot. Obtenido de Ninebot One S2: <https://www.ninebot.com.es/ninebot-one-s2/>

11. Rojas Tixe, L. A. (2016). Análisis de movilidad para la zona céntrica de la ciudad de Riobamba perteneciente a la provincia de Chimborazo. (Tesis de Ingeniería). Riobamba.
12. Rosero CH., M. (05 de Septiembre de 2014). El Comercio. Actualidad. Obtenido de Los uniformes son patrimonio de la ciudad: <http://www.elcomercio.com/actualidad/uniformes-patrimonio-ciudad-estudiantes.html>
13. Sánchez, L., Quintana, P., Arguello, E., & Acurio, H. (2018). International Journal of Engineering Trends and Technology.
14. Solow , R. M. (1956). Teoría Económica del Desarrollo. Barcelona : Gredos.
15. T3México. (19 de Febrero de 2016). T3México. Obtenido de Econduce: La nueva alternativa de movilidad en la CDMX: <http://t3mexico.mx/econduce-la-nueva-alternativa-de-movilidad-en-la-cdmx/>.

©2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).