



Powered by
Arizona State University

ING. AUTOMOTRIZ

Trabajo integración Curricular previa a la
obtención del título de Ingeniero en Automotriz.

AUTORES:

Steban Nicolás Rogel Vilatuña
Juan Esteban Salgado Romero

TUTOR:

Ing. Vladimir Azansa

Análisis de puntos de carga para vehículos
eléctricos unipersonales dentro del DMQ

CERTIFICACION

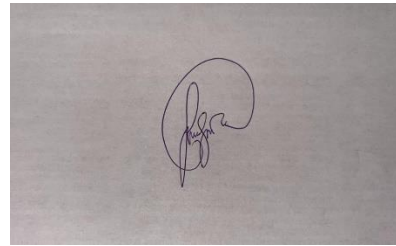
Nosotros, STEBAN NICOLAS ROGEL VILATUÑA y JUAN ESTEBAN SALGADO ROMERO declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no había sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado de la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad a la Universidad Internacional Del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



STEBAN NICOLAS ROGEL VILATUÑA
ROMERO

CI:1720072279



JUAN ESTEBAN SALGADO

CI: 1723252019

Yo Ing. VLADIMIR EDUARDO AZANZA LUTSAK, certifico que conozco a los señores STEBAN NICOLAS ROGEL VILATUÑA y JUAN ESTEBAN SALGADO ROMERO, autores exclusivos de la presente investigación, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Firmado electrónicamente por:
EDUARDO VLADIMIR
AZANZA LUTSAK

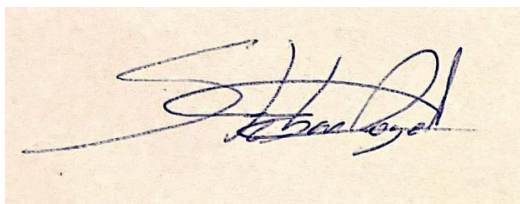
Ing. VLADIMIR EDUARDO AZANZA LUTSAK

DEDICATORIA

El presente estudio se lo dedico a mi padre Olger Rogel y a mi madre Ruth Vilatuña quienes son un pilar fundamental para conseguir lo que siempre he deseado con mucho esfuerzo y dedicación ya que sin su ayuda no estaría en el lugar donde siempre he deseado estar, acompañándome en cada gran salto que doy hacia mi futuro, haciendo de mí una mejor persona y un mejor ser humano, siempre siendo mis ejemplos a seguir de cómo salir adelante sin importar las circunstancias.

A mis hermanas Michell y Paola que me brindaron su apoyo siempre que lo necesite y estuvieron ahí en los momentos más sombríos durante el transcurso de mi vida universitaria, dándome fuerzas y aconsejándome para siempre dar lo mejor de mí y no darme por vencido.

Por último, cabe mencionar a las personas que me han ayudado con consejos y apoyo emocional durante todo el transcurso de desarrollo de la investigación.

A handwritten signature in black ink on a light-colored, textured paper background. The signature is stylized and appears to read 'Steban Rogel'.

STEBAN NICOLAS ROGEL VILATUÑA

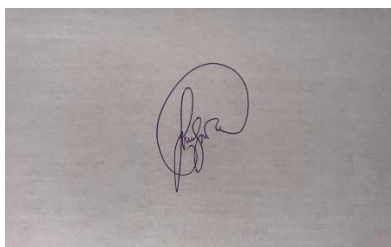
CI:1720072279

DEDICATORIA

En primer lugar, quiero dedicar esta investigación para la obtención de mi título como Ingeniero Automotriz a mi padre, Rodney Salgado, quien fue un pilar fundamental en todos estos años de estudio, dándome el apoyo emocional, instrumental, educativo y económico, lo cual ha sido indispensable para llegar a culminar de manera excepcional mi carrera. También quisiera dedicar a mi madre, María Soledad Romero, quien estuvo día tras día pendiente de que realizara mis estudios de manera exitosa y que no me falte nada. Les amo mucho.

Quisiera también dedicar este trabajo a mi primo hermano David Bonilla, persona a la cual traigo mucho respeto y profunda admiración ya que me enseñó que cualquier situación negativa en la vida se puede superar con constancia, esfuerzo y confianza en los seres más queridos y cercanos. Gracias hermano.

Por último, quiero dedicar a mi tío paterno, Francisco Salgado, quien lamentablemente dejó este mundo hace 3 años pero que en su estancia en la tierra fue una figura digna de admiración y de ejemplo personal y profesionalmente y estoy seguro de que estuviera muy orgulloso de ver que su sobrino se gradúa como un ingeniero al igual que él.

A photograph of a handwritten signature in dark ink on a light-colored surface. The signature is stylized and appears to read 'JESR'.

JUAN ESTEBAN SALGADO ROMERO


CI: 1723252019

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme fuerzas cuando ya no creía que podía más, el me dio un rayo de esperanza y me hizo dar cuenta que siempre hay una solución para todo y que por más mal que me esté yendo el estará ahí para apoyarme.

Las palabras de agradecimiento se quedan cortas frente a todo el cariño que tengo hacia mis padres, lo único que les quiero decir es gracias, gracias por siempre estar para mí, gracias por ser mi apoyo todos estos 4 años de carrera, gracias por convertirme en una mejor persona y que cada día ponga un granito de arena para ser el mejor en lo que hago y gracias por creer en mí.

Por último, quiero agradecer a mis amigos que fueron un pilar fundamental en el transcurso de estos 4 años de vida universitaria los cuales me han incentivado a ser un mejor estudiante y a su vez de dar lo mejor de mi haciendo que estos años sean inigualables a lado de excelentes personas como son ustedes amigos míos. A ustedes amigos míos: Esteban Salgado, Christian Suarez, Geovanny, Gissela, Joaquín, Esteban Gaviláñez, Emilio, Juan Andrés y Samira; gracias de todo corazón por ser los mejores amigos que la vida me pudo dar.

A photograph of a handwritten signature in black ink on a light-colored, textured paper. The signature is stylized and appears to read 'Esteban Rogel Vilatuña'.

STEBAN NICOLAS ROGEL VILATUÑA

CI:1720072279

AGRADECIMIENTO

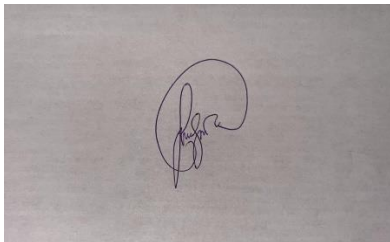
Quiero agradecer a todas las personas que han formado parte de mi camino y han sido vitales para que yo logre alcanzar esta meta soñada en mi vida, empezando por mis padres, a quienes estaré eternamente agradecido por ser una luz en mi vida y darme la posibilidad de tener una educación de tercer nivel que me permita desarrollarme como una persona valiosa para mi país y el mundo.

A mis familiares, Julieta, Freddy, Doris, Juan Francisco, Sonia, Janine, Ivonne, Andrés Salgado, Sofía y Andrés Poveda, personas con las cuales guardo varios recuerdos y lecciones de aprendizaje que han dejado en mí en estos últimos años de mi vida.

A mi primo hermano Martín Bonilla, quien desde el primer día de clases me dio el apoyo y la ayuda académica y emocional que fue esencial para que yo pueda desarrollarme como un excelente estudiante. Estoy infinitamente agradecido contigo hermano.

A mi abuela Beatriz, que siempre ha sido un complemento en mi vida y ha velado por mi integridad y mi bienestar mediante el amor y cariño más puro que solo ella me puede dar.

Por último, quiero agradecer a mis amigos más cercanos, quienes han estado en cada situación positiva y negativa por las cuales he pasado, dándome todo el apoyo que solo un amigo de verdad te podría brindar. A ustedes amigos míos: Michelle, Alejo, Natalia, Gissela, Esteban Gavilánez, Steban Rogel, Christian y Giovanni; Gracias hermanos de mi alma.

A square image showing a handwritten signature in dark ink on a light-colored background. The signature is stylized and appears to read 'JESR'.

JUAN ESTEBAN SALGADO ROMERO

CI: 1723252019

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	7
INTRODUCCIÓN	9
MARCO TEÓRICO.....	10
Antecedentes	10
Vehículos Eléctricos.....	10
Vehículos L1e	10
Scooter eléctrico.....	10
Autonomía.....	10
Peso del ocupante.....	11
Baterías y tipos de carga.....	11
MATERIALES Y MÉTODOS	11
Metodología	11
Cálculo	12
Cálculo de índice de consistencia y ratio.	12
Cálculo de Tamaño de la muestra	13
Cálculo de autonomía.....	13
Cálculo de tiempo de carga de baterías	13
Cálculo de una pendiente	14
Materiales	14
Scooter Eléctrico Get Moving – g scooter	14
Norma NTE INEN 2656	14
Variables.....	14
Delimitación Geográfica	15
RESULTADOS.....	15
Tabla de datos de entrada	17
Análisis de Datos y Resultados Individuales	17
Prueba 1	18
Prueba 2	18
Prueba 3	19
Comparativa de resultados	19
Discusión.....	19
CONCLUSIONES	20
BIBLIOGRAFÍA	21
ANEXOS	23

RESUMEN

Introducción: La falta de cargadores para vehículos L1e dentro de la ciudad de Quito es la causa por la cual se requiere de un estudio donde se ubiquen los puntos de carga. Esto se realiza con el objetivo de promover un tipo de movilidad alternativa. **Metodología:** Para realizar esta investigación se utiliza el método deductivo-cuantitativo impulsado por el análisis AHP para determinar la importancia de los criterios a tomar en cuenta, realizado bajo la norma NTE INEN 2656 y mediante pruebas prácticas realizadas en un scooter eléctrico, teniendo en cuenta las variables presentes. **Resultados:** Los resultados que se obtuvieron a partir del método AHP permitieron ponderar la importancia de los criterios tomados en cuenta y a partir de ello se realizan las pruebas basándose principalmente la autonomía y las zonas de concurrencia de estos vehículos, realizando 3 pruebas con diferentes condiciones en el trayecto, en base a estos resultados, se definen 9 puntos de carga en los lugares estratégicos y más adecuados en Quito. **Conclusión:** A partir de este estudio se determinan las ubicaciones recomendadas para la instalación de los puntos de carga e incentivar el uso de este tipo de vehículos scooters eléctricos tanto para usuarios particulares como para empresas.

Palabras clave: Vehículo L1e, Autonomía, Método AHP, Puntos de carga, Rutas de prueba.

ABSTRACT

Introducción: The lack of chargers for L1e vehicles within the city of Quito is the reason why a study is required where the charging points are located. This is done with the aim of promoting a type of alternative mobility. **Metodología:** To carry out this research, the deductive-quantitative method promoted by the AHP analysis is used to determine the importance of the criteria to be considerate, carried out under the NTE INEN 2656 standard and through practical tests achieved on an electric scooter, considering the variables present. **Resultados:** The results that were requested from the AHP method allow to ponder the importance of the criteria considered and from this the tests were carried out intensely, mainly the autonomy and the areas of concurrence of these vehicles, performing 3 tests with different conditions on the journey, based on these results, 9 charging points are defined in the strategic and most appropriate places in Quito. **Conclusión:** Based on this study, the recommended location for the installation of charging points are determined and encourage the use of this type of electric scooters for both private users and companies.

Key words: L1e vehicles, Autonomy, AHP method, Charging points, Test routes.

INTRODUCCIÓN

En el distrito metropolitano de Quito, la demanda de vehículos L1e han incrementado en los últimos años, por lo que las autoridades competentes se han visto obligadas a regularizar el uso de estos vehículos dentro del DMQ e implementar vías de tránsito exclusivas para la circulación de sus usuarios denominada ciclovía, con el fin de preservar la seguridad vial dentro de la ciudad e incentivar al uso y la comercialización de estos vehículos L1e. La presente investigación proporciona un estudio de análisis estratégico para la implementación de estos puntos de carga a lo largo y ancho de la ciudad.

El objeto de estudio de este artículo se basa en la propuesta de la ubicación de puntos de carga para vehículos unipersonales eléctricos dentro de la ciudad de Quito, debido a que actualmente este servicio no se lo ha implementado, mediante esta propuesta se busca llegar no solo a las personas que usan estos vehículos particularmente ya que la autonomía que proporcionan los mismos no son la suficiente para permitirlos llegar a sus destinos, sino también, a las empresas que los rentan para su uso en ciertas zonas de la ciudad y que de esta manera no deban movilizar a cada unidad vehicular una vez que se acabe su batería, para volverlos a recargar.

Acorde con el estudio de (Basconez, 2022), los patinetes eléctricos se han hecho populares, principalmente por su versatilidad, así como por su practicidad. Además, tienen otras ventajas como su sostenibilidad, su bajo coste, sus pequeñas dimensiones, su fácil maniobrabilidad y su velocidad, pudiendo alcanzar los 20-30 km/h. Por ende, se ha vuelto cotidiano el hecho de ver muchos usuarios trasportándose en este medio de transporte en calles urbanas.

Según la investigación (Gössling, 2020), en todo el mundo, las ciudades buscan aliviar los problemas de congestión, contaminación del aire, ruido y accidentes de tráfico relacionados con el transporte. Los planificadores del transporte urbano han dado la bienvenida a los e-scooters como una alternativa al transporte individual motorizado, específicamente al automóvil. Por esta razón, es necesario colocar cargadores eléctricos en diferentes puntos de las vías urbanas destinadas a el uso de estos vehículos L1e.

Según la investigación de (Ríos & Encalada, 2021) la menor autonomía que alcanzó el scooter en base a los kilómetros recorridos y con el mayor peso, fue de un total de 26,87224 km, sin embargo, no se puede establecer esta cantidad como distancia entre cada punto de recarga, ya que siempre surgen diferentes factores que influyen en el consumo de la batería. Estos factores se deben tomar en cuenta al momento de realizar las pruebas para obtener un resultado promedio de su autonomía.

En la investigación se hace uso respectivo de materiales, herramientas y normativas para la obtención de datos con el fin de proponer lugares estratégicos para la carga de vehículos L1e. Se procede a realizar la investigación mediante distintas herramientas las cuales facilitarán la obtención de datos y el desarrollo de la investigación como lo es el medidor de velocidad y distancia, vehículos L1e (scooter eléctrico) y tomando a su vez en cuenta la ruta de prueba. Como punto final cabe recalcar que se empleará las normativas NTE INEN 2656, con el fin de normar la obtención de datos y así cumplir con los objetivos planteados.

MARCO TEÓRICO

Antecedentes

La movilidad sostenible en el Ecuador se viene incentivando desde el año 2003 mediante el ciclo paseo dominical y desde el año 2014 mediante la creación de ciclovía en Quito como una ideología de generar una cultura ciudadana diferente y mediante esto que los quiteños prefieran movilizarse en bicicletas, scooter o patinetas.

Vehículos Eléctricos

Los vehículos eléctricos son un nuevo tipo de tecnología y movilidad fomentando el cuidado del medioambiente, en el caso de Ecuador no existe una gran demanda de estos vehículos, aunque estos sean vehículos libres de diversos impuestos, esto se debe a que no existe infraestructura suficiente que permita movilizarse por el país en largas distancias.

Vehículos L1e

Los vehículos pertenecientes a la categoría L1e son aquellos los cuales poseen una geometría diseñada para ser unipersonales y que su velocidad máxima se vea limitada a los 45 kilómetros por hora o las 28 millas por hora, en esta se incluyen diferentes modelos, entre ellos, el scooter y la bicicleta eléctrica.

Scooter eléctrico

El scooter eléctrico es un coche de 2 ruedas unipersonal que se mueve mediante energía proporcionada por un motor eléctrico ubicado en una de sus llantas y es alimentado por una batería que se encuentra generalmente en la parte inferior o en el piso del scooter y entrega una potencia suficiente para mover al usuario hasta una velocidad máxima de 45km/h.

Figura1:

Scooter eléctrico



Fuente: Autores (2023)

Autonomía

La autonomía en un vehículo es la magnitud de distancia que puede movilizarse un automóvil con su fuente de energía desde que está totalmente cargada, hasta que se esté vacía. En un vehículo L1e la autonomía se dará por algunos factores como la capacidad, el desempeño y el estado de la batería y el motor eléctrico, también por el peso del ocupante y por las condiciones del camino donde va circulando el automóvil.

Peso del ocupante

El peso del ocupante es la masa del mismo que actúa sobre un objeto con la fuerza de atracción de la gravedad. En un vehículo L1e, el peso del conductor variará de cierta forma la autonomía que entregue y está limitado a llevar un límite de carga relacionado con el peso promedio de una persona adulta. El peso promedio de una persona adulta es de 70kg aproximadamente.

Baterías y tipos de carga.

La batería es un elemento capaz de convertir la energía química en energía eléctrica mediante el movimiento de iones que van en celdas ubicadas dentro de ella por medio de electrodos, estas necesitan ser cargadas por fuentes de energía de diferente capacidad y con diferentes conectores, dependiendo de la cantidad de tensión y amperaje que sean capaz de proporcionar. En la siguiente tabla se detalla el voltaje y amperaje que definen si la carga es lenta, normal o rápida para cargar una batería de 36V, que es la batería que suelen tener la mayoría de estos vehículos L1e.

Tabla 1:

Tipos de carga según su velocidad

Tipos de carga

CARGA	VOLTAJE	AMPERAJE	TIEMPO
Lenta	110v	1 – 1,5 A	3-4h
Normal	110v	2 - 3 A	1,5 – 2h
Rápida	110v	4 – 5 A	45min-1h

Fuente: Autores (2022)

MATERIALES Y MÉTODOS

Metodología

La metodología que se utiliza para obtener el objetivo de la presente investigación es deductiva-cuantitativa, partiendo mediante el proceso de valoración por el método analítico jerárquico conocido como “AHP” el cual consiste en determinar los criterios fundamentales que intervienen en la investigación y realizar una comparación valorándolos a estos según su importancia e impacto con el tema principal y luego de ello se realiza una serie de cálculos estadísticos con el fin de ponderar y establecer dichos criterios en un orden jerárquico y así enfocar y priorizar a los mismos en el desarrollo de las pruebas a realizar para adquirir los resultados deseados. Los criterios que se toman en cuenta se establecen en base a información obtenida con artículos relacionados con el tema de estudio y mediante una encuesta realizada con un universo de ciudadanos quiteños con edades de entre 20 y 55 años con estimadores puntuales, con la cual se pudo determinar una estimación del conocimiento de estos vehículos en cuanto a la autonomía, la disposición para adquirir uno de ellos y la aceptación sobre un medio de transporte alterno dentro de la ciudad. Los criterios que se ponen en ponderación son los siguientes:

- Las zonas del Distrito metropolitano de Quito con más concurrencia de vehículos L1e.
- La autonomía del vehículo L1e
- El público o las personas que utilizan este tipo de vehículos según su edad y ocupación.

- Los lugares aptos para realizar la instalación de los cargadores eléctricos dentro del distrito metropolitano de Quito.

Con estos 4 criterios, se ponderan con una escala de entre 1 al 9 y se los compara uno por uno hasta obtener la importancia que tiene un criterio con el otro y viceversa formando una matriz de datos, luego se obtiene el valor del vector propio, el cual determina el porcentaje de importancia de cada criterio mediante la siguiente fórmula:

$$V_{propio} = \frac{\sum \text{de valores de ponderación}}{\text{Número de criterios}} \quad \text{Ec. [1.3]}$$

Cálculo

Al realizar la metodología AHP se deben realizar ciertos cálculos estadísticos básicos para lo cual se debe enumerar los criterios a ponderar y mediante una matriz donde se relacionan estos criterios se califica mediante una escala de comparación pareada desde el 1 hasta el 9 en base a la importancia que tenga un criterio frente al otro y viceversa.

Figura 2

Tabla de comparación pareada para calificar la importancia de un criterio frente a otro

Igual	Moderada	Fuerte	Muy F.	Extrema
1	3	5	7	9

Nota: Tomado de Aznar J. (2018).

De esta forma se obtiene una matriz en donde se obtiene un número en cada casilla derivado de la división entre la calificación en base a la importancia de cada criterio sobre otro. Una vez obtenido este número en cada casilla de la matriz, se realiza una suma de cada valor de cada columna para obtener un valor total, posterior a ello se divide el valor de cada casilla para este valor total. Por último, se suman todos los valores de cada fila obteniendo un valor inferior a 1 llamado vector propio y se lo multiplica por 100 para obtener el porcentaje de importancia. Cabe resaltar que el número de columnas y filas de la matriz va a estar definido por el número de criterios a ponderar.

Cálculo de índice de consistencia y ratio.

El valor de la consistencia es un valor importante ya que hace referencia a la verificación de los parámetros y de los criterios mencionados en el presente artículo, el cual permite determinar si los valores del vector propio se encuentran un rango óptimo o viable para la trayectoria de la investigación, la fórmula de la consistencia y del ratio se procede a explicar a continuación:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad \text{Ec. [2.3]}$$

Donde:

CI= Índice de consistencia

λ = Máximo auto valor del vector propio

n= Numero de criterios

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad \text{Ec. [3.3]}$$

Donde:

CR= Ratio de consistencia

CI= Índice de consistencia

RI= Índice aleatorio con respecto al tamaño de la matriz

Cálculo de Tamaño de la muestra

Con el fin de encontrar el tamaño de la muestra el cual da a conocer el número determinado de personas que se requiere para realizar la encuesta, se procederá a realizar los cálculos con la fórmula de tamaño de la muestra. A continuación, se explica las diferentes variables a considerar para hallar el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \quad \text{Ec. [4.3]}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra.

N= Tamaño del Universo.

Z= Parámetro de nivel de confianza.

e= Error de estimación máximo.

p= Probabilidad a favor.

q= Probabilidad en contra.

Cálculo de autonomía

La autonomía puede calcularse teórica y prácticamente, de forma teórica se requiere utilizar la fórmula que relaciona al porcentaje de batería con la autonomía que da el fabricante y para obtener la autonomía práctica se puede utilizar la fórmula de la distancia mediante el tiempo y la velocidad promedio recorrida por el vehículo. A continuación, se muestra ambas fórmulas respectivamente:

$$\text{Autonomía teórica} = \frac{(\text{SOC} * \text{Autonomía fabricante})}{100} \quad \text{Ec. [5.3]}$$

$$\text{Autonomía práctica} = t * v \quad \text{Ec. [6.3]}$$

Donde:

SOC: Porcentaje de batería

t: Tiempo

v: Velocidad Promedio

Cálculo de tiempo de carga de baterías

El tiempo de carga se lo halla mediante la fórmula de tiempo la cual primero se debe obtener los datos de la capacidad de la batería y dividirla para la capacidad del cargador.

$$t = \frac{C_b}{C_c} \quad \text{Ec. [7.3]}$$

Donde:

Cb: Capacidad de batería

Cc: Capacidad del cargador

Cálculo de una pendiente

Para realizar este cálculo se obtendrá datos de las pendientes por donde circularán los vehículos L1e y de obtendrán datos tanto del inicio de la pendiente como del punto final de la misma mediante la siguiente fórmula:

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad \text{Ec. [8.3]}$$

Donde:

Δy : Es la diferencia de altura entre el punto final y el punto inicial.

Δx : Es la distancia recorrida desde el punto inicial al punto final.

Materiales

Para la realización de la investigación presente se procede a ocupar herramientas tanto de la parte de los vehículos L1e como a su vez herramientas de medición, mediante estas herramientas se puede obtener diversos datos que permiten el desarrollo completo del análisis, como son:

- Scooter eléctrico modelo Get Moving – g scooter
- Rutas de prueba
- Calculadora científica
- Cargador para scooter eléctricos 1.5A
- Instrumentos bibliográficos (Libros, Noticias, Artículos, Periódicos)

Estas herramientas proporcionadas para analizar y realizar la toma de datos permiten crear una comparativa de los diversos puntos de carga planteados en el artículo en base a su distancia, velocidad y autonomía

Scooter Eléctrico Get Moving – g scooter

El scooter eléctrico que se utiliza es de la marca Get Moving, tiene una batería de 36V y 5.2 AH que alimenta a un motor eléctrico de 350W pudiendo llevar al scooter a una velocidad máxima de 25km/h y pudiendo recorrer pendientes positivas de hasta 15°, la capacidad de carga máxima es de 100kg y según el fabricante, da un rango de autonomía de 20km, tiene un acelerador y un freno electrónico. Este scooter es uno de los más solicitados en el mercado nacional debido a su practicidad, tamaño y costo. Este vehículo solo puede ser manejado por personas mayores a 12 años.

Norma NTE INEN 2656

La norma NTE INEN 2656 hace referencia a un estándar de especificación para vehículos de diversas categorías motorizados y no motorizados los cuales son identificados mediante diseño de circulación terrestre.

Variables

Las variables que se utilizan para el proceso de análisis de puntos de carga para vehículos L1e son:

- Tiempo de carga: el scooter analizado para el proyecto es un scooter de alta demanda en el cual la carga completa del mismo es de aproximadamente 03h46m, por lo cual se deberá analizar los parámetros de tiempo de carga para llevar a cabo una referencia de las posibles distancias de puntos de carga. Este tiempo se calcula en base al modelo

matemático mencionado anteriormente en donde la capacidad de la batería es de 5.2AH y la capacidad del cargador es de 1.5AH según los datos del fabricante.

- Autonomía vehicular: la autonomía de diversos scooters depende de la capacidad de su batería, el vehículo de pruebas tiene una batería estándar la cual permite una duración de 01h40min y una distancia de 20km según el fabricante, pero este valor varía según las condiciones de la ruta y el peso de la persona que maneje el scooter.
- La velocidad del scooter es la velocidad promedio a la circula el vehículo durante todo el trayecto realizado, en el cual a su vez se analizará la velocidad máxima del mismo.
- Peso del ocupante: es una de las variables que determinará la descarga de la batería, con lo cual se deberá tomar en cuenta el peso de una persona promedio.
- Pendiente: la pendiente es una variable por analizar ya que el vehículo requiere de más demanda de energía al subir una pendiente, con lo cual se tomará en cuenta rutas con pendientes positivas, negativas y casi nulas.

Estas variables previamente mencionadas permiten ejecutar la parte de resultados mediante diversas pruebas realizadas y análisis de las vías más transitadas por este tipo de vehículos.

Delimitación Geográfica

En el presente estudio se realiza un análisis de las zonas en las cuales existen vías exclusivas para este medio de transporte y también basándose en las zonas de cobertura para el servicio de renta de scooters realizados por diferentes empresas privadas de la ciudad.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos mediante el método AHP en cuanto a la ponderación de los criterios son los siguientes:

Figura 3:

Resultados de cálculos relacionados con la ponderación de los diferentes criterios utilizados mediante el método AHP realizados en el programa Excel 2016.

Criterios	Zonas concurridas	Lugar apto para instalación	Público dirigido	Autonomía del scooter		
Zonas concurridas	1	2	5	1/3		
Lugar apto para instalación	1/2	1	3	1/2		
Público dirigido	1/5	1/3	1	1/5		
Autonomía del scooter	3	2	5	1		
						Ponderación
						1
						3
Criterios	Zonas concurridas	Lugar apto para instalación	Público dirigido	Autonomía del scooter		
Zonas concurridas	1	2	5	0,33		5
Lugar apto para instalación	0,50	1	3	0,50		7
Público dirigido	0,20	0,33	1	0,20		9
Autonomía del scooter	3	2	5	1		2,4,6,8
SUMA	4,70	5,33	14,00	2,03		intermedios
Criterios	Zonas concurridas	Lugar apto para instalación	Público dirigido	Autonomía del scooter	VECTOR PROPIO / CRITERIO CON MAS PESO	Porcentaje
Zonas concurridas	0,21	0,38	0,36	0,16	0,277	28%
Lugar apto para instalación	0,11	0,19	0,21	0,25	0,189	18,9%
Público dirigido	0,04	0,06	0,07	0,10	0,069	6,4%
Autonomía del scooter	0,64	0,38	0,36	0,49	0,466	46,6%

Fuente: Autores (2022)

Una vez calculado el vector propio, se puede determinar el porcentaje de importancia de cada criterio para así enfocarse en ellos al momento de hacer las pruebas con el scooter.

Tabla 2:

Porcentaje de importancia de criterios analizados con el método AHP

Análisis de criterios

CRITERIOS	PORCENTAJE DE IMPORTANCIA
Autonomía del vehículo	46.8%
Zonas más concurridas	28%
Lugares aptos para la instalación	18.8%
Público Dirigido	6.4%

Fuente: Autores (2022)

Con el cálculo del vector propio se puede determinar que la autonomía del vehículo es el criterio más importante para tomar en cuenta, seguido por las zonas de concurrencia y los criterios menos importantes son los lugares aptos para la instalación de los cargadores y el público que utiliza este tipo de vehículos.

Figura 4:

Resultados de cálculo de consistencia y ratio de consistencia realizada mediante el método AHP en el programa EXCEL 2016

29	Cálculo de la consistencia							
30	Criterios	Zonas concurridas	Lugar apto para instalación	Público dirigido	Autonomía del scooter	SUMA	SUMA/VECTOR PROPIO	
31	Zonas concurridas	0,28	0,38	0,34	0,16	1,15	4,16	
32	Lugar apto para instalación	0,14	0,189	0,21	0,23	0,77	4,06	
33	Público dirigido	0,06	0,06	0,069	0,09	0,28	4,08	
34	Autonomía del scooter	0,83	0,38	0,34	0,47	2,02	4,33	
35						PROMEDIO=	4,158	
36								
37	Cálculo de índice de consistencia (C.I)							
38	$\lambda_{max} = 4,16$							
39	$n = 4$							
40	$C.I = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$							
41	$C.I = (4,16 - 4) / (4 - 1) =$						0,053	
42	$C.I = 0,053$							
43								
44	Ratio de consistencia =		CI/RI =	0,059				
45	Referencia: $n = 4 = 0,90$		Si el Ratio de consistencia es menor a 0,1 significa					
46			que nuestras ponderaciones están razonablemente consistentes.					

Fuente: Autores (2022)

En la figura 4 se observa el cálculo de consistencia el cual permite corroborar que los criterios analizados están en el rango adecuado ya que este rango debe ser menor a 0.1 por lo cual, las ponderaciones realizadas se encuentran entre los límites razonables de aceptación.

Tabla de carga de 0% a 100% de la batería del scooter utilizado

Para cargar completamente la batería del scooter se utilizó el cargador que incluye el mismo, el cual proporciona 1.5 amperios con una toma de 110 voltios convencional, el tiempo y el porcentaje de carga se refleja en la siguiente tabla:

Tabla 3

Porcentaje de carga de batería en relación con el tiempo

TIEMPO DE CARGA	PORCENTAJE DE CARGA
30 minutos	20%
1 hora, 12 minutos	40%
2 horas, 01 minuto	60%
2 horas, 54 minutos	80%
3 horas 46 minutos	100%

Fuente: Autores (2022)

Los resultados que son mostrados a continuación muestran la comparativa de autonomía de las diferentes pruebas que se realizó con el scooter eléctrico en completa carga, tomando en cuenta las distancias proporcionadas, velocidades y tiempo en realizar el trayecto establecido mediante datos obtenidos en la ruta y cálculos realizados. Cabe recalcar que las pruebas se realizan en el vehículo L1e scooter eléctrico de marca Get Moving. A continuación, se procede a exponer los datos de entrada previos a los diferentes cálculos.

Tabla de datos de entrada

Los resultados iniciales obtenidos en las distintas pruebas de ruta se tomaron en cuenta mediante un promedio de 3 principales rutas las cuales se pone a prueba la autonomía y capacidad de carga del vehículo de prueba , a su vez de los distintos puntos de carga posibles en los lugares más transitados y óptimos para una proyección a futuro de puntos de carga en distintos lugares a lo largo del Distrito Metropolitano de Quito, se toma en cuenta los datos del fabricante y se los compara en relación de los registrados en las pruebas. A continuación, se procede a exponer los distintos datos de entrada y los de las pruebas de ruta.

Tabla 4:

Datos de entrada del fabricante y las 3 pruebas realizadas para el análisis.

DATOS	Fabricante	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Voltaje	36 V	36V	36V	36V
Amperaje	5.2 AH	5.2AH	5.2AH	5.2AH
Tiempo de ruta	01h40m	01h05m	01h21m	00h58m
Distancia recorrida	20 km	7.6 km	14 km	8.6 km
Velocidad máxima	25 km/h	25 km/h	25 km/h	25 km/h
Angulo de inclinación máximo	15°	14°	8°	18°

Fuente: Autores (2023)

Mediante el proceso de toma de datos de las diversas pruebas realizadas en el scooter eléctrico se procede a encontrar los puntos de carga dentro del Distrito Metropolitano de Quito mediante la autonomía y factores como las zonas donde existe mayor movimiento personas con este tipo de vehículos y donde existen vías exclusivas para el tránsito de los mismos. En función de estos aspectos se determinan los puntos de carga a lo largo y ancho de la ciudad de Quito delimitado el ancho desde el sector del centro comercial El Bosque hasta la Avenida Gonzales Suarez y, a lo largo desde el colegio Albert Einstein hasta la tribuna del sur, esto se realiza ya que es la zona con más concurrencia de vehículos L1e. Una vez hecha las diversas pruebas de ruta se pudo calcular la autonomía del scooter mediante un promedio de las 3 pruebas.

Análisis de Datos y Resultados Individuales

A continuación, se procede a mostrar los datos de cada una de las rutas mediante las distintas pruebas y datos iniciales obtenidos previamente, a su vez se expresará los valores de la autonomía del scooter calculados con las fórmulas especificadas en el artículo.

Prueba 1

Ruta C.C. El Bosque-Gonzales Suarez Hotel Quito

Tabla 5:

Tabla de datos obtenidos en la ruta de prueba 1

DATOS

Lugar de salida	Centro comercial El Bosque
Lugar de llegada	Avenida Gonzales Suárez.
Distancia recorrida	7.6 km
Tiempo recorrido	1h y 05 minutos
Velocidad promedio	7.02 km/h
Pendiente máxima	13°
Tipo de calzada	Asfalto, adoquín.
Peso de carga	72kg / 158,4 lb.

Fuente: Autores (2023)

En la tabla 5 se puede observar la primera ruta realizada desde un centro comercial ubicado en la parte del este de la ciudad hasta la avenida Gonzales Suárez, en la parte oeste de Quito, se elige esta ruta ya que en ella existen vías exclusivas para estos vehículos y es una ruta donde hay mayor movimiento de personas debido a que pasa por toda la zona financiera de Quito por lo tanto existe mayor concurrencia de este tipo de vehículos y también cuenta con variaciones en las pendientes, las cuales permitieron observar el rendimiento y la descarga de la batería del scooter en las diferentes condiciones que se encuentran en la ruta.

Prueba 2

Ruta Intercambiador de Carcelén Avenida Galo Plaza Lasso-Hotel Hilton Colon

Tabla 6:

Tabla de datos proporcionados al realizar la prueba 2

DATOS

Desde	Intercambiador de Carcelén (Avenida Galo Plaza Lasso.
Hasta	Avenida Patria y Amazonas
Distancia recorrida	14 km
Tiempo recorrido	1h y 21 minutos
Velocidad promedio	10,37 km/h
Pendiente máxima	7°
Tipo de calzada	Asfalto, adoquín.
Peso de carga	72kg / 158,4 lb.

Fuente: Autores (2023)

En la tabla 6 se evidencia la segunda ruta de prueba que se realiza, se elige esta ruta ya que va desde el norte de Quito hasta prácticamente el centro, la vía cuenta con muy pocas pendientes y un gran trayecto tiene una vía exclusiva para este tipo de vehículos, por lo que la concurrencia de scooters eléctricos es muy alta, aquí se verifica el comportamiento del scooter cuando el motor eléctrico no tiene mayor esfuerzo.

Prueba 3

Ruta Parque El Ejido-Tribuna del sur

Tabla 7:

Tabla de datos proporcionados al realizar la prueba 3

DATOS

Desde	Parque el ejido
Hasta	Tribuna del sur
Distancia recorrida	8.6 km
Tiempo recorrido	58 minutos
Velocidad promedio	8.9 km/h
Pendiente máxima	16°
Tipo de calzada	Asfalto, adoquín.
Peso de carga	72kg / 158,4 lb.

Fuente: Autores (2023)

En la tabla 7 se detallan los datos de la ruta 3, que empieza desde un parque ubicado en esta ruta se eligió ya que en ella hay bastantes pendientes y calles empedradas por el centro histórico, lo que notablemente altera el consumo de batería y rendimiento del scooter.

Comparativa de resultados

El resultado final del proceso de pruebas se lleva a cabo mediante una comparativa entre las 3 pruebas de ruta diferentes para así determinar un trayecto en específico el cual es el indicado para la ubicación y colocación a futuro de puntos de carga para vehículos Scooter tipo L1e.

Al comparar las 3 pruebas realizadas se puede observar que la autonomía de la prueba 1 y la 3 son similares con 1km de diferencia, sin embargo, son menores que la distancia recorrida en la prueba 2, con aproximadamente 6km de diferencia, esto se debe a que la vía de esta ruta es plana por lo cual es scooter tiene un mejor desempeño y en las otras pruebas, la ruta contaba con varias pendientes que consumen la cantidad de batería de manera significativa. También se puede observar que la autonomía con respecto al tiempo de la prueba 1 y 3 varía en 7 minutos, durando más tiempo la primera prueba, esto se debe a que la velocidad promedio en la ruta 1 es menor. La prueba 2 tiene 16 minutos de diferencia con la prueba 1 y se observa que la distancia recorrida y velocidad promedio es mayor.

Discusión

Una vez realizadas las pruebas en el scooter se puede definir la correcta ubicación de las estaciones de carga en diferentes puntos de la ciudad, para ello se toma en cuenta la autonomía del scooter y las zonas con más concurrencia de vehículos L1e, a su vez de lugares y vías óptimas para la ubicación correcta de los puntos de carga ya que se da importancia a la seguridad de los usuarios y así mismo se pudo determinar los lugares que no son aptos para ubicación de estos debido a la falta de vías exclusivas y poca infraestructura para la construcción de puntos de carga.

Teniendo en cuenta los factores anteriormente mencionados se procede a dar un resultado de la problemática de escasos puntos de carga en el Distrito Metropolitano de Quito. Las zonas estudiadas fueron: norte de Quito, centro norte, centro histórico, sur centro de la ciudad y vías en la parte oriente y occidente de la ciudad. Con respecto a la primera prueba

realizada de occidente a oriente de la ciudad se establecen 2 puntos estratégicos de carga, el primero ubicado en el centro comercial Plaza de las Américas y el segundo en la intersección entre la avenida Francisco de Orellana y Coruña, se definen estos lugares ya que se toma en cuenta que el porcentaje de batería disminuyó en el 40% entre estos dos puntos en la prueba realizada. Mediante la segunda ruta se concluye que son necesarios 4 puntos de carga a lo largo de este trayecto los cuales se ubican de la siguiente manera: el primero, en la avenida Amazonas e Isaac Albéniz en el extremo sur a las afueras del parque Bicentenario, se recomienda ubicar en este punto ya que es un lugar estratégico tanto para la gente que se dirige al norte de Quito y al parque Bicentenario, el segundo punto se lo ubica en el bulevar del centro comercial Quicentro ya que es una zona importante para el sector financiero, laboral y académico, el tercer punto se lo ubica en las afueras de la parada de la estación del metro frente al Mall El Jardín, punto estratégico para la movilidad de personas del sectores aledaños a la estación, por último, el cuarto punto de carga se lo ubica en la Puerta de la Circasiana del parque El Ejido, se lo considera punto estratégico ya que los usuarios que se movilicen al centro histórico de Quito podrán cargar previamente los vehículos L1e y en la prueba realizada el scooter la batería se disminuyó en un 60% desde el punto de carga recomendado del parque bicentenario. En la ruta de la prueba número tres se opta por referir 3 localizaciones para los puntos de carga los cuales se ubican en las siguientes direcciones: primer punto se recomienda ubicar en la plaza del teatro ya que es un lugar amplio del centro histórico de Quito y es parte del ciclo paseo, el segundo punto, en la plaza de San Francisco, siendo un lugar turístico y concurrido, el tercer punto de carga se recomienda ubicar en el parque la Magdalena ya que después de recorrer el centro histórico la cantidad de la batería del scooter empieza a descender considerablemente debido a las pendientes y a su vez abarca parte del centro sur de la ciudad.

El tipo de cargador que se puede utilizar en la mayoría de los scooters eléctricos son de carga lenta, media y rápida o de 1.5 amperios, de 2 a 3 amperios y de 4 a 5 amperios respectivamente, para la implementación de los cargadores en los puntos sugeridos previamente, se recomienda implementar cargadores de carga rápida o de 4 a 5 amperios ya que de esta manera se podrá tener la carga completa de una batería en aproximadamente 45 minutos.

CONCLUSIONES

- Las ubicaciones de puntos de carga se definen en base a las pruebas realizadas con relación a las zonas financieras y céntricas de la ciudad, sugiriendo un total de 9 puntos de carga.
- La autonomía del scooter depende del peso del ocupante y el grado de inclinación vial, provocando en determinados casos una disminución de hasta 20% de batería en un rango de 500m.
- Con esta investigación se incentiva a los ciudadanos quiteños el uso de vehículos L1e como un método de movilización alternativo, a su vez se fomenta una solución a empresas privadas para la carga de scooter eléctricos.

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 21 DE 110	TITULACION

BIBLIOGRAFÍA

1. K. Basconez (2022). E- Scooters: A new Pandemic. Recuperado el 31 de mayo del 2022 de: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1888441521001375?token=DF3C8FC6C4271623CAF1D67D2AC60CAA82FDACC048445B9A83BB3758794A0EC6B8671464630E6051BE4032F0B9F1F687&originRegion=us-east-1&originCreation=20220605230500>
2. S Gössling. (2020). Integrating e-scooters in urban transportation: Problems, policies, and the prospect of system change. Recuperado el 31 de mayo del 2021 de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1361920919312829>
3. R. Arroyo (2019). Diseño de un Scooter eléctrico plegable como transporte alternativo para zonas urbanas en el Distrito Metropolitano de Quito. Recuperado el 31 de mayo del 2022 de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/25185>
4. Ríos Catota, C. E., & Encalada Núñez, E. F. (2021). Propuesta para implementación de electrolinerías para vehículos eléctricos categoría L1E, en función de su autonomía en el Distrito Metropolitano de Quito.
5. Caño, M. P., Sánchez, E. V., Lozano, M. S., & Arcas, A. N. (2009). Estudio de variables de influencia en el ensayo de Limitación de Velocidad para Ciclomotor de 2 ruedas (L1e) en condiciones estáticas, de aplicación para Estaciones ITV. In XIX CONGRESO NACIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA (pp. 8-06).
6. Duque D., Rocano J. (2018). Determinación de la autonomía de un vehículo eléctrico mediante ciclos controlados. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15067/1/UPS-CT007435.pdf>
7. Saavedra A.(2019). Diseño e implementación de un sistema para mejorar la autonomía en un scooter eléctrico en base a energía electromagnética. Lima, Perú, Recuperado el 12 de junio del 2022 de: https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2543/Luis%20Saavedra_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
8. Aznar J. (2018). AHP (Analytic Hierarchy Process). Valencia, España. Recuperado el 14 de Agosto del 2022 de: <http://www.upv.es/visor/media/58547b7f-e143-fb46-a396-41684b7f5080/c>
9. Nantes E. (2019). EL MÉTODO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS PARA LA TOMA DE DECISIONES. REPASO DE LA METODOLOGÍA Y APLICACIONES. Recuperado el 14 de Agosto del 2022 de: <file:///C:/Users/HP/Downloads/fvillarreal.+6.+T4601.pdf>
10. Peña C. (2011). Estudio de baterías para vehículos eléctricos. Madrid, España. Recuperado el 12 de junio del 2022 de: <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/11805#preview>
11. Denton T. Sistema Eléctrico y electrónico del Automóvil. España, cuarta edición, Editorial MARCOMBO.

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 22 DE 110	TITULACION

12. Hernández D; Rueda J. (2020). Diseño de un sistema de mejora de autonomía para un vehículo eléctrico. Bogotá, Colombia. Recuperado el 12 de junio del 2022 de: <http://52.0.229.99/bitstream/20.500.11839/7896/1/4122575-2020-1-IM.pdf>
13. Vargas W. (2017). La obesidad, una pandemia nacional. Recuperado el 12 de junio del 2022 de: <https://www.binasss.sa.cr/textos/obesidadIII.pdf>
14. Ravella O. (2019). Emisión de contaminantes vehiculares de origen energético en centros urbanos. Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 12 de junio del 2022 de: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/85659/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
15. Oleas D. (2014). La bicicleta y la transformación del espacio público en Quito (2003-2014). Quito, Ecuador. Recuperado el 12 de junio del 2022 de: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-66312016000100024

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 23 DE 110	TITULACION

ANEXOS

ANEXO 1. Duque D., Rocano J. (2018). Determinación de la autonomía de un vehículo eléctrico mediante ciclos controlados. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15067/1/UPS-CT007435.pdf>

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

**Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero
Mecánico Automotriz**

PROYECTO TÉCNICO

"DETERMINACIÓN DE LA AUTONOMÍA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO
MEDIANTE CICLOS CONTROLADOS"

AUTORES:

DUQUE SARMIENTO DIEGO ANDRÉS.

ROCANO YUNGA JAIME ANDRÉS.

TUTOR:

GARCÍA TOBAR, MILTON OSWALDO. M. S C.

CUENCA - ECUADOR

Enero 2018

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 24 DE 110	TITULACION



CAPÍTULO 1: MARCO TEORICO REFERENCIAL



1.1.4. Tipos de Vehículos Eléctricos.

Los vehículos eléctricos se dividen en dos grupos: los vehículos eléctricos y los vehículos híbridos, **se utilizará el término VE para cualquier clase de vehículo eléctrico**, se descarta aquellos vehículos autónomos implementados de condensadores, pila de combustible, o placas fotovoltaicas.

1.1.5. Características de los vehículos eléctricos.

Desde el punto de vista mecánica de los componentes, los vehículos eléctricos son más sencillos que los de combustión interna, ya que posee un dispositivo de abastecimiento de energía que suministre el motor eléctrico. Los motores utilizados en la fabricación de vehículos eléctricos han abarcado las diferentes tecnologías existentes, tanto de corriente continua como de alterna.

Los motores asíncronos se han establecido como los más óptimos para la movilidad eléctrica tanto por su robustez y su fácil mantenimiento.


Técnicamente el principal inconveniente que presentan estos vehículos es su autonomía limitada, la cual oscila entre los 80 y los 200 km, mientras que la principal ventaja que tiene el vehículo eléctrico es la independencia del petróleo como fuente de energía y la eliminación de las emisiones contaminantes.

1.1.6. Características de los vehículos híbridos.

Los vehículos híbridos, son una fusión de los vehículos eléctricos y convencionales, los cuales constan de dos motores: motor eléctrico y combustión interna. Al tener un motor de combustión la autonomía del vehículo ya no es un problema debido a su facilidad de abastecimiento de combustible, mientras que al tener un motor eléctrico, entrega mayor eficiencia energética, ahorro de combustible y menor contaminación.

Estos vehículos presentan una considerable característica frente a los vehículos híbridos convencionales siendo la posibilidad de recargar las baterías mediante el motor de combustión y también mediante la conexión a la red eléctrica.

Vehículo híbrido en serie: en estos vehículos, el motor de combustión es solidario a un generador que convierte la energía mecánica generada por la combustión del combustible en energía eléctrica. El generador, está instalado a un motor eléctrico y a un sistema de baterías que aportan energía a cualquiera de los dos. En este sistema, el motor eléctrico es el

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 25 DE 110	TITULACION



CAPÍTULO 1: MARCO TEORICO REFERENCIAL



La recarga en la vía pública, brinda facilidad a los propietarios de los vehículos eléctricos en alcanzar a la recarga de su vehículo en el transcurso de su trabajo o paseo familiar, obteniendo una mayor autonomía disponible.

La recarga en la vía pública, debe ser entregada como un complemento en caso de necesidad. Hay que tener en cuenta que el vehículo eléctrico tarda en cargarse 8 horas aproximadamente y a más de esto, siempre habrá más de un usuario que requiera recargar su batería.

Recarga en Parqueaderos eléctricos

Tomando en cuenta la movilidad sostenible y que cada vez los medios de transporte crecen más y de forma satisfactoria, al ofrecer a los usuarios comodidad y rapidez; la opción más factible, son los parqueaderos eléctricos públicos y privados que son adecuados mientras los vehículos no están siendo usados.

Recarga en residencias Privadas

Es la más importante debido a que la mayoría de los usuarios guardan el vehículo en su residencia y en especial por las noches, donde el vehículo estará unas 10 horas detenido y es cuando la opción de recargar su vehículo resulta beneficiosa.

1.1.8. Estaciones de servicio eléctricas.

Una construcción de este tipo debe contar con al menos dos estaciones de carga que permitan la carga simultánea de los vehículos. En los vehículos eléctricos, la autonomía es uno de los principales impedimentos para su comercialización masiva. Teniendo en consideración que la autonomía promedio de un vehículo eléctrico es de aproximadamente 200 a 300 km; por lo que es importante para un propietario de estos vehículos, el acceso a una recarga en un plazo de tiempo asumible.²

1.2. CICLOS HOMOLOGADOS.

El fabricante de un vehículo eléctrico entrega el dato de autonomía, este dato se refiere a los ciclos de homologación de pertenencia al mercado en el que se pondrá a la venta. Los más habituales son el ciclo NEDC (New European Driving Cycle) y el EPA (Environmental Protection Agency).

² R. E. y. d. V. Electrico, «EVWIND,» [En línea].

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 26 DE 110	TITULACION

ANEXO 2. Saavedra A.(2019). Diseño e implementación de un sistema para mejorar la autonomía en un scooter eléctrico en base a energía electromagnética. Lima, Perú, Recuperado el 12 de junio del 2022 de:
https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2543/Luis%20Saavedra_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y



Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Electrónica

“Diseño e implementación de un sistema para mejorar la autonomía en un scooter eléctrico en base a energía electromagnética”

PROGRAMA ESPECIAL DE TITULACIÓN

Autor: Luis Alberto Saavedra Quiroz

Para obtener el Título Profesional de
Ingeniero Electrónico

Asesor: Javier Gonzalo Mansilla Yanqui

Lima, setiembre 2019

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 27 DE 110	TITULACION

tienen su denominación en watts, caso contrario a los vehículos de combustión interna que utilizan la expresión de caballo de fuerza (HP) o de caballo de vapor (CV); **la equivalencia que existe entre estas unidades es 1 HP igual a 745.7 W y 1CV igual a 735.5 W**

De acuerdo a CENERGIA (2018) en el mercado local puede encontrarse este tipo de vehículo eléctrico con motores que oscilan desde los 250 W hasta los 1200 W; si se hace una comparación con los motores a combustión y siendo una conversión de HP a c.c. (centímetros cúbicos) igual a 1HP = 17c.c. aproximadamente, se observa que la máxima potencia de este vehículo eléctrico, que es 1200 W, estaría por los 27 c.c.; lo cual, es mucho menor a la capacidad mínima que se encuentra en el mercado de vehículos a combustión interna; esto deja en clara evidencia que el scooter eléctrico no puede desarrollar grandes velocidades, siendo su promedio de 20 Km/h a 40 Km/h

El scooter eléctrico tiene ventajas bien marcadas, las cuales son:

- **Cero mantenimientos, tanto de su motor eléctrico como de su batería.**
- **Sus componentes de control tampoco necesitan de mantenimiento al ser sistemas electrónicos de estado sólido.**
- **No contamina debido a que no utiliza un motor de combustión.**
- **No produce ruido debido a que su motor de corriente continua es silencioso.**
- **Al ser pequeñas y de fácil manejo permite movilizarse más rápido en el tránsito vehicular.**

La recarga del scooter eléctrico se hace directamente a la toma de corriente de 220 Vac gracias a que este cuenta con un adaptador el cual se encarga de transformar la tensión alterna en tensión continua para poder realizar la recarga a su batería de litio; adicionalmente este adaptador cumple la función de regular el voltaje y la corriente de forma adecuada de tal manera que no afecte el buen funcionamiento de la batería.

CENERGIA (2018) da a conocer un cuadro referente al costo de dinero que implica recargar una moto eléctrica el cual se detalla en la tabla 1 a continuación:

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 28 DE 110	TITULACION

Tabla 1.

Costo de recarga de una moto eléctrica.

Potencia del adaptador	
Precio de la energía eléctrica = S/. 0.45 / Kwh	
Tiempo de carga	Consumo
1 hora	S/. 0.11
2 horas	S/. 0.23
3 horas	S/. 0.34
4 horas	S/. 0.45
5 horas	S/. 0.56

fuelle: <https://cenegia.org.pe/blog/motos-electricas-peru-cuanto-ahorran/>

Si bien la información del cuadro anterior corresponde al costo de Kwh = S/.0.45 del 2018, en el presente año el costo asciende a S/.0.5341 el Kwh lo cual representa no más del 20% de aumento, esto quiere decir, que por 5 horas de recarga (Tiempo máximo para recargar la batería) el costo es de S/.0.70, algo que aún es económico cuando se analiza que una carga completa ofrece entre 20 a 40Km de autonomía.

De acuerdo a El Peruano (2018) hasta antes de diciembre del 2018 no era necesario de algún permiso para poder circular por las calles con este vehículo eléctrico; sin embargo, en dicho mes, este vehículo eléctrico se regularizo bajo el decreto supremo N° 019-2018-MTC y se le dio la categoría en la denominación L1, lo cual obliga a su propietario regularizar una tarjeta de propiedad, tener licencia de conducir y adquirir un seguro de accidentes de tránsito (SOAT)

El diagrama de bloques básico del scooter eléctrico en función, solamente, de la batería de litio, controlador de motor y el motor DC es como se muestra en la figura 3 a continuación:

 Powered by Arizona State University	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 29 DE 110	TITULACION

ANEXO 3. K. Basconez (2022). E- Scooters: A new Pandemic. Recuperado el 31 de mayo del 2022 de:

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1888441521001375?token=DF3C8FC6C4271623CAF1D67D2AC60CAA82FDACC048445B9A83BB3758794A0EC6B8671464630E6051BE4032F0B9F1F687&originRegion=us-east-1&originCreation=20220605230500>



ORIGINAL

Accidentes en patinete eléctrico: una nueva epidemia

K. Bascones^{a,*}, T.E. Maio Méndez^b y F.A. Yañez Siller^c

^a Cirugía Ortopédica y Traumatología, Unidad de Extremidad Superior, Hospital Asepeyo, Sant Cugat del Vallés, Barcelona, España

^b Residente COT, Hospital Asepeyo, Sant Cugat del Vallés, Barcelona, España

^c Cirugía Ortopédica y Traumatología, Unidad de Extremidad Inferior, Hospital Asepeyo, Sant Cugat del Vallés, Barcelona, España

Recibido el 16 de febrero de 2021; aceptado el 7 de septiembre de 2021

Disponible en Internet el 9 de febrero de 2022

PALABRAS CLAVE

Patinete eléctrico;
 Accidente *in itinere*;
 Accidente laboral;
 Incapacidad laboral;
 Impacto económico

Resumen

Introducción: El uso de patinetes eléctricos se ha popularizado como medio de transporte en los últimos años, tanto por su versatilidad como por la practicidad en el uso de estos. Sin embargo, no dejan de ser una fuente de accidentes, muchas veces graves, generando nuevos problemas de salud pública y aumentando los costes de esta.

Objetivo: Caracterizar la epidemiología de las lesiones producidas por accidentes en patinete eléctrico y estudiar el impacto económico indirecto en una mutua laboral.

Materiales y métodos: Estudio descriptivo, donde se revisan retrospectivamente los pacientes atendidos en urgencias, del Hospital de Asepeyo en Sant Cugat, que han sufrido accidentes en patinete eléctrico en el periodo comprendido entre enero de 2018 y diciembre de 2020.

Resultados: Se incluyeron 167 pacientes. El 55% (92) de los pacientes fueron hombres y el 45% (75) mujeres, con una edad media de 37,4 años. Se diagnosticaron 117 fracturas en el 63% (105) de los pacientes. Otras lesiones frecuentes documentadas fueron: 36 policonusiones, 16 TCE y 4 heridas que requirieron sutura. Las lesiones ligamentosas más comúnmente observadas fueron: 4 casos de rotura aguda de LCA, 3 casos de luxación acromioclavicular y 2 casos de rotura del LCC del pulgar. Un total de 105 pacientes requirieron ingreso hospitalario, 3 de ellos en UCI. El 51% (85) de los pacientes requirieron tratamiento quirúrgico. Durante ese periodo, el coste generado como consecuencia de las bajas laborales ascendió a 1.062.444 €.

Conclusiones: El patinete eléctrico está comportando un incremento significativo de accidentes de tráfico en población adulta joven. Las lesiones que provocan pueden compararse con las vistas en accidentes de alta energía, generando un alto impacto socioeconómico debido a la naturaleza de las lesiones y sus potenciales complicaciones. Como mutua laboral, el impacto económico generado por las incapacidades laborales ha sido significativamente notable, ascendiendo a más de 1.000.000 € en el periodo revisado.

© 2021 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: doctorabascones@gmail.com (K. Bascones).

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 30 DE 110	TITULACION

K. Bascones, T.E. Maio Méndez and F.A. Yañez Siller

KEYWORDS

E-scooter;
In-itinere accident;
Work-related
accident;
Work disability;
Economic impact

E-scooter accidents: A new epidemic

Abstract

Introduction: During the last years, the use of e-scooter has become more and more popular due to the versatility as the practicality in intra-urban mobility. However, e-scooter has turned into a spring of accidents, lot of them, severe, causing new public health problems and significantly increasing the direct and indirect healthcare costs.

Objective: To characterize the epidemiology of the injuries caused by e-scooter related accidents and to study their indirect economic impact in work-related accidents hospital.

Materials and methods: Retrospective and descriptive study in which has been checked all the medical information about the patients attended in the ER (emergency room) of the Hospital Asepeyo Sant Cugat, who suffered e-scooter accident from January 2018 to December 2020.

Results: 167 patients were included in the study. 55% (92) were male and 45% (75) were female. The average of age was 37.4 years-old. There were quantified 117 different fractures in 105 patients (63%). Other injuries documented were: 36 patients with multiple contusions, 16 head traumas and 4 wounds which required suture. The most frequent ligamentous injuries were 4 ACL ruptures, 3 ACJ dislocations and 2 patients with rupture of the UCL of the thumb. 105 patients required hospital admission, 3 of them in ICU. The 51% of the cases required surgical treatment of their injuries. In that period, as a consequence of the work inabilities generated by the total of the patients included in the study, the added cost for the hospital was around 1,062,444€.

Conclusions: The popularization of e-scooters between the employed population has caused a high increased number of accidents in this range of age. Most of the injuries observed may be compared with those seen in high-energy traumas. These cause an important socio-economic impact due to the nature of the injuries and the potential complications that could appear. The work inabilities observed as a consequence of e-scooter related injuries in the employed population have caused a substantial economic impact, shooting up to more than 1,000,000€ the indirect cost of our hospital during the reviewed period.

© 2021 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La movilidad intraurbana ha cambiado radicalmente en los últimos años debido al aumento del tráfico. Esto ha incentivado, dentro de las grandes urbes, el desarrollo de nuevas formas de desplazamiento más rápidas y económicas como alternativa al uso de los vehículos habituales¹. A pesar de haber aparecido con anterioridad, el uso del patinete eléctrico en España como medio de transporte no se popularizó hasta finales del 2017, fecha en la que se realizó el lanzamiento oficial de estos vehículos por parte de los principales fabricantes.

Los patinetes eléctricos se han hecho populares, principalmente por su versatilidad, así como por su practicidad². Además, tienen otras ventajas como su sostenibilidad, su bajo coste, sus pequeñas dimensiones, su fácil maniobrabilidad y su velocidad, pudiendo alcanzar los 20-30 km/h³. Todo ello favorece un ahorro de tiempo para todos sus usuarios que, además, no necesitan de un permiso de conducción específico ni un equipamiento de protección regulado estatalmente para su uso. Al igual que otros medios de transporte, el patinete eléctrico es una fuente de accidentes, de patrones lesionales aún desconocidos. En muchas ocasiones, estos accidentes tienen una gravedad considerable que hasta la fecha solo eran identificados en accidentes de alta energía.

En los últimos 5 años, la literatura médica internacional publicada acerca de este tipo de lesiones ha aumentado proporcionalmente al número de accidentes con patinete eléctrico⁴⁻²⁵. Hasta la fecha, no existe en nuestro país ningún artículo publicado referente a accidentes asociados a estos medios de movilidad personal.

El presente estudio tiene como objetivo examinar la frecuencia, características, patrones lesionales más comunes y distribución demográfica de las diferentes lesiones observadas en pacientes en edad laboral atendidos en el área de urgencias de un hospital mutua laboral español, como consecuencia de accidentes *in itinere* en patinete eléctrico.

Material y métodos

Estudio retrospectivo realizado en el Hospital Asepeyo Sant Cugat, Barcelona, España, incluyendo a todos los pacientes consecutivos atendidos en urgencias tras sufrir accidente *in itinere* en patinete eléctrico siendo conductores principales del mismo, desde el 1 de enero de 2018 hasta el 31 de diciembre de 2020. Se revisaron todas aquellas historias clínicas de pacientes que padecieron un accidente *in itinere* con patinete eléctrico siendo conductores principales del mismo. Se excluyeron todos aquellos pacientes en quienes el mecanismo lesional estaba relacionado con otro medio de transporte u otro tipo de patinete diferente al eléctrico,

 Powered by Arizona State University	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 31 DE 110	TITULACION

Tabla 1 Criterios de inclusión y exclusión para la revisión de historias clínicas

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Conductor principal de patinete eléctrico	Otro vehículo involucrado Patinete no eléctrico No conductor principal/acompañante Casos dudosos en los que no se pudo confirmar el uso de patinete eléctrico

cuando el paciente atendido no se trataba del conductor principal, así como todos aquellos casos donde había alguna discrepancia o no se podía confirmar el uso de patinete eléctrico (tabla 1).

Se registraron datos demográficos (edad y sexo), datos clínicos (diagnóstico principal y diagnósticos secundarios según la clasificación internacional de enfermedades CIE-10), región anatómica afectada, tratamiento, complicaciones, tasa de ingreso, días de estancia hospitalaria y días de incapacidad laboral que generaron. Tras la recolección de datos y previo al análisis estadístico, los datos identificativos de cada paciente fueron anonimizados.

La cohorte de pacientes fue dividida en dos grupos: Grupo 1, pacientes que requirieron tratamiento quirúrgico a consecuencia de las lesiones sufridas; Grupo 2: pacientes que fueron tratados mediante manejo conservador.

El análisis estadístico descriptivo se realizó con el SPSS software. La comparación entre grupos se realizó mediante estadística paramétrica usando la prueba de Fisher. El nivel de significación estadístico se fijó en $p < 0,05$.

Resultados

Se incluyeron 167 pacientes que cumplían los criterios de inclusión entre enero de 2018 y diciembre de 2020. Del total de pacientes atendidos, el 55% (92) de los pacientes fueron hombres y el 45% (75) mujeres, con una edad media de 37,4 años (rango entre 20 y 63 años), encontrándose la mayor incidencia entre los 20 y los 39 años (tabla 2).

Durante el tiempo de inclusión se ha observado un incremento exponencial de accidentes asociados al uso de patinete eléctrico: 20 en 2018, 46 en 2019, 101 en 2020 (fig. 1).

Entre los diferentes diagnósticos codificados (207 diagnósticos según el CIE-10), el más frecuente fue el de fractura en un 62,8% (105) de los pacientes, con un total de 117 fracturas en diferentes localizaciones anatómicas. De las 117 fracturas, 4 fueron codificadas como fracturas abiertas (3,41%). El resto de las lesiones que se documentaron fueron: 36 pacientes con contusiones múltiples (21,5%), 16 pacientes con traumatismo craneoencefálico (9,5%), 12 pacientes con lesiones ligamentosas y/o tendinosas (7,18%), y 4 pacientes con heridas que requirieron sutura (2,4%) (fig. 2). En cuanto a las lesiones ligamentosas y tendinosas, se constataron 4 casos de rotura aguda del ligamento cruzado anterior (LCA), 3 casos de luxación acromioclavicular (LAC), 2 casos de rotura del ligamento colateral cubital (LCC) del pulgar, uno de ellos asociado a una lesión de



Figura 1 Evolución del número de pacientes accidentados en patinete eléctrico atendidos en el servicio de urgencias durante los años 2018, 2019 y 2020.

Stenner, un caso de un paciente con rotura traumática del manguito rotador, un paciente con luxación de los tendones peroneos por una rotura del retináculo y un caso de un paciente con un primer episodio de luxación glenohumeral. Entre otras lesiones se evidenciaron también un caso de neumotórax que requirió drenaje torácico, un caso de laceración hepática de manejo conservador y un caso de laceración ocular de tratamiento conservador.

Del total de 117 fracturas, la región anatómica más afectada fue la extremidad superior (56% de las lesiones), siendo la región más afectada la cintura escapular, seguida de la muñeca, el codo y la mano, respectivamente (fig. 3).

Un 51% del total de pacientes (85) precisaron tratamiento quirúrgico, siendo la cirugía más frecuente la osteosíntesis de extremidad superior. Solamente se encontró una diferencia significativa en cuanto al tipo de tratamiento en las fracturas que afectaban la región de la columna, donde el 100% fueron de manejo conservador (tabla 3).

Del total de pacientes, 62 fueron dados de alta el mismo día del accidente y 105 requirieron ingreso hospitalario (62,87%); 7 pacientes requirieron de ingreso para valorar la evolución de sus lesiones a pesar de no haber requerido tratamiento quirúrgico; 3 pacientes (1,7%) requirieron ingreso en UCI por neumotórax (1), laceración hepática (1) y TCE severo con hemorragia subaracnoidea asociada a hematoma subdural (1). La media de días de ingreso fue de 4,6 días para los pacientes intervenidos quirúrgicamente y 4,2 días para los tratados de forma conservadora (tabla 4).

La media de días de incapacidad laboral generados por los 167 pacientes fue de $109,68 \pm 20,47$ días de baja laboral (IC 95%). Teniendo en cuenta que el coste de media generado por día de baja laboral/paciente para nuestra mutua es de 58 €, el coste que ha generado de media la incapacidad laboral de cada paciente ha sido de 6.391 € hasta la fecha. El coste total aproximado durante el periodo revisado ha sido de 1.062.444 €.

En nuestra revisión no se ha constatado la defunción de ningún paciente.

Discusión

Desde su aparición en 2017, el patinete eléctrico se ha convertido en una forma de transporte alternativa en

 Powered by Arizona State University	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 32 DE 110	TITULACION

K. Bascones, T.E. Maio Méndez and F.A. Yañez Siller

Tabla 2 Datos demográficos de los dos grupos de la muestra

	IQ (n = 84)	No IQ (n = 83)	Total (n = 167)	Valor p
Edad	39,0 ± 10,9	35,7 ± 9,2	37,4 ± 10,3	0,125
< 20	0	2 (2,41%)	2 (1,20%)	0,044
20-29	20 (23,81%)	22 (26,51%)	42 (25,15%)	0,67
30-39	24 (28,57%)	28 (33,73%)	52 (31,14%)	0,506
40-49	23 (27,38%)	24 (28,92%)	47 (28,14%)	0,864
50-59	15 (17,86%)	6 (7,23%)	21 (12,57%)	0,06
≥ 60	2 (2,38%)	1 (1,20%)	1 (1,80%)	1
Sexo				0,5358
M	36 (42,86%)	40 (48,19%)	75 (44,91%)	
H	48 (57,14%)	43 (51,81%)	92 (55,09%)	

No existen diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos en cuanto a sexo y edad excepto para el rango de edad < 20 años.

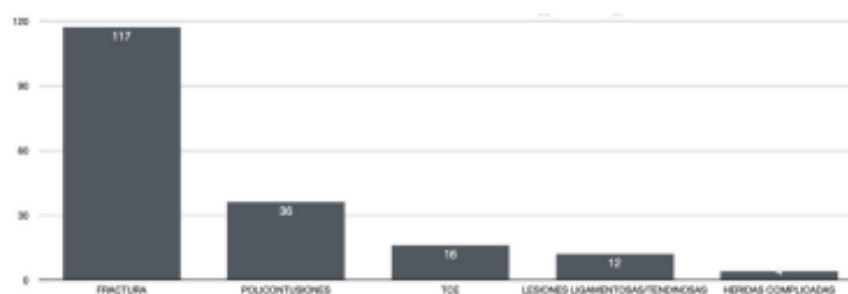


Figura 2 Distribución de los diagnósticos más frecuentemente codificados entre los pacientes atendidos en urgencias entre los años 2018 y 2020.

Tabla 3 Tasa de tratamiento quirúrgico vs. no quirúrgico en función de la localización anatómica de la lesión

	IQ (n = 98)	No IQ (n = 114)	Total (n = 207)	Valor p
Cabeza/cara	8 (8,16%)	19 (16,67%)	26 (12,56%)	0,148
Tórax/tronco	2 (2,04%)	4 (3,51%)	4 (1,93%)	0,688
Columna	0 (0%)	7 (6,14%)	7 (3,38%)	0,0159
Pelvis	1 (1,02%)	2 (1,75%)	5 (2,42%)	1
Extremidad superior	45 (45,92%)	47 (41,23%)	92 (44,4%)	0,5784
Extremidad inferior	42 (42,86%)	35 (30,70%)	73 (35,27%)	0,085

Solo se observó una diferencia estadísticamente significativa en aquellos pacientes con lesión a nivel de la columna donde el 100% de los casos fueron de manejo conservador.

Tabla 4 Número de pacientes que requirieron ingreso hospitalario y media de días de ingreso que se precisaron

Ingreso	IQ	No IQ	Total	Valor p
Pacientes	98	7	105	0,00001
Media días	4,66	4,2	4,77	No significativo

grandes urbes de todo el mundo⁴. Sus pequeñas dimensiones y maniobrabilidad, su rendimiento y su bajo coste hacen del patinete eléctrico un medio de transporte rápido y barato. Esto sumado a la ausencia de obligatoriedad de un permiso de conducción específico, así como a la falta de regularización de su uso, convierten actualmente el patinete eléctrico

en uno de los medios de movilidad personal más asequible para la mayoría de los ciudadanos, optimizando tiempo y dinero en comparación con otros medios de transporte. Sin embargo, esta nueva forma de movilidad urbana conlleva, al igual que el resto de los medios de transporte, unos riesgos lesionales inherentes. En Estados Unidos, se ha estimado

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 33 DE 110	TITULACION

K. Bascones, T.E. Maio Méndez and F.A. Yañez Siller

un medio de transporte muy común entre usuarios en edad laboral. Por lo tanto, si el número de accidentes asociados a patinete eléctrico sigue aumentando, el impacto socioeconómico que pueden llegar a generar esos accidentes y las incapacidades derivadas será considerable.

Coincidiendo con lo publicado por Aizpuru et al.⁸, Siow et al.²⁰ y Trivedi et al.²¹, las lesiones mayores (fracturas, luxaciones, hemorragias, lesiones internas) fueron las causas más frecuentes de admisión en nuestro hospital, reflejando la alta energía a la cual se producen estos accidentes. Ishmael et al. publicaron una tasa de fracturas abiertas del 12,3% (9 de 75 pacientes), concluyendo el incremento del riesgo de complicaciones que pueden padecer estos pacientes. En comparación con este dato, en nuestro estudio la tasa de fractura abierta fue menor, documentándose 4 fracturas abiertas (3,41%) del total de fracturas.

En nuestra revisión, la región anatómica más afectada por lesiones mayores fue la extremidad superior, específicamente en las regiones de la cintura escapular y codo. Esto es curioso teniendo en cuenta que, deportes parecidos como el patinaje o *skateboard*, típicamente causan fracturas en la región de la muñeca. Nuestros resultados coinciden con los publicados por Moftakhar et al.¹⁴ y Nellamattathil y Amber²², los que sin encontrar un patrón lesional típico afectando la extremidad superior concluyen que curiosamente son más frecuentes las fracturas a nivel del codo/hombro que en la muñeca. Otros autores también encuentran resultados similares a los nuestros, concluyendo que las áreas anatómicas más frecuentemente afectadas son las extremidades y la cabeza^{3,4,8,9,12,13,15,17,18,20-22}. Debemos tener en cuenta que, tanto las fracturas articulares, en especial las del codo, como las lesiones graves por TCE suelen resultar en limitaciones funcionales a largo plazo. En nuestro estudio se observó un 9,5% de TCE, pero se han llegado a publicar tasas de lesiones craneales de hasta el 40%^{1,14,15,19,21}. No obstante, a pesar de nuestra menor incidencia de traumatismos en la cabeza en comparación con los datos publicados en la literatura médica, alrededor del 40% de los pacientes con el diagnóstico de TCE sufrieron lesiones que podrían ser catalogadas como mayores (fracturas macizo facial, hemorragias/hematomas intracraneales). Störman et al. publicaron una tasa del 38,46% de lesiones mayores por TCE, destacando que solamente un 1,33% de los pacientes eran portadores de casco. Hasta la fecha, no existe en España una regulación del uso de casco ni otro material de protección personal en usuarios de patinete eléctrico, siendo las propias ciudades las que realizan las recomendaciones. La emisión de una ley que regule el uso obligatorio de casco en España puede comportar una reducción significativa de lesiones mayores en la cabeza asociadas al uso de patinete eléctrico, como han sido reportadas con anterioridad ante accidentes con motocicleta²⁶, con bicicleta²⁷ y con *skateboard*²⁸. Todos estos medios de movilidad personal, así como el patinete eléctrico, se caracterizan por alcanzar unas velocidades altas, la distancia al suelo es corta y el tiempo de reacción es poco. Es por ello por lo que creemos que la mejoría de la tasa de lesión intracraneal grave tras la obligatoriedad del uso del casco en esos medios de transporte puede ser extrapolable a la mejoría que podría observarse con el patinete eléctrico.

La tasa de tratamiento quirúrgico asociada a accidentes por patinete eléctrico se encuentra entre el 5,5 y el 33%^{10-12,14-20,22}. Estos estudios incluyen centros hospitalarios de todos los niveles. Creemos que nuestra tasa de cirugía es mayor (51%) debido al funcionamiento piramidal de nuestra mutua, donde el Hospital Asepeyo se encuentra en la punta de la pirámide y la base de la pirámide está formada por los centros asistenciales de Asepeyo, que se encuentran en todo el territorio español. Estos centros asistenciales creemos que pueden haber actuado como filtro de lesiones menores, e incrementar nuestra tasa de manejo quirúrgico así como nuestra tasa de ingreso (62,87%), la cual también es mayor que otras publicadas^{10,15,18,19,21}. El 1,7% de los pacientes requirieron ingreso en UCI, sin encontrarse diferencias con la tasa de ingreso en UCI publicadas hasta la fecha (1-8%)^{6,10,11,17-19}.

La estancia media en nuestro hospital fue de 4,53 días, sin diferencias significativas entre los pacientes que requirieron de un manejo quirúrgico y los que no. Este resultado no difiere de las tasas publicadas por Kobayashi et al.¹⁰ y Puzio et al.¹¹, indicando una estancia media de 3 días. En estos estudios únicamente se han revisado pacientes admitidos en hospitales tipo *Trauma Center* de Nivel 1, tal y como podría clasificarse nuestro hospital.

Campbell et al.²³, tras la revisión de 23 casos de pacientes accidentados en patinete eléctrico, especifican que la pérdida de ganancias total asociada a esos accidentes es de 44.368 \$ (1.930 \$ por paciente). Lavoie et al.²⁴ refieren que el cargo profesional de media generado en su hospital por cada paciente es de 9.334 \$. En nuestra revisión se ha encontrado un coste medio generado por la incapacidad laboral por paciente de 6.931 €, durante el periodo estudiado.

Hasta la fecha, no se ha lamentado ninguna muerte en nuestra revisión. Desde 2017, se han publicado 3 defunciones en Estados Unidos debido a accidentes en patinete eléctrico¹⁶, todas a causa de lesión intracraneal traumática²⁵, una de ellas asociada, además, a un traumatismo torácico grave¹³.

Limitaciones

Al tratarse de un estudio retrospectivo nuestras conclusiones están limitadas por los datos disponibles recogidos en cada historia clínica electrónica. Además, en la mayoría de los pacientes, el uso o no de material de protección corporal no fue recogido. Creemos, asimismo, que nuestro estudio puede presentar un *bias* de gravedad provocado por el filtro que hayan podido generar los centros asistenciales, derivándose a nuestro hospital mayoritariamente aquellos casos que presentasen lesiones mayores y que requiriesen de un manejo por especialistas. Por último, como estudio retrospectivo, puede haber limitaciones asociadas a la revisión de casos en un momento específico sin tenerse en cuenta la evolución a medio y largo plazo.

Conclusiones

El patinete eléctrico está comportando un incremento significativo de accidentes de tráfico en población adulta joven. Estos accidentes parecen afectar con mayor frecuencia las regiones de la cintura escapular, muñeca y codo. No se


	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 34 DE 110	TITULACION

ANEXO 4. Hernández D. & Rueda J. (2020). Diseño de un sistema de mejora de autonomía para un vehículo eléctrico. Bogotá, Colombia. Recuperado el 12 de Junio del 2022 de: <http://52.0.229.99/bitstream/20.500.11839/7896/1/4122575-2020-1-IM.pdf>

DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEJORA DE AUTONOMÍA PARA UN VEHÍCULO ELÉCTRICO

**DANIEL ALFONSO HERNÁNDEZ VARGAS
JOSÉ DAVID RUEDA ARENAS**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTÁ D.C
2.020**

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 35 DE 110	TITULACION

DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEJORA DE AUTONOMÍA PARA UN VEHÍCULO ELÉCTRICO.

**DANIEL ALFONSO HERNÁNDEZ VARGAS
JOSÉ DAVID RUEDA ARENAS**

**Proyecto integral de grado para optar el título de
INGENIERO MECÁNICO**

**Director
VÍCTOR RAÚL GONZÁLEZ FORERO
Ingeniero Eléctrico**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTÁ D.C
2.020**

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 36 DE 110	TITULACION

Tuvo que pasar algo más de una década para poder ver por las calles motores eléctricos, dando lugar a los primeros servicios de los Hackney Cabs. Aparte de los modelos construidos a petición de ricos empresarios y fabricados de forma individual, el verdadero debut de los vehículos eléctricos fue en las flotas de taxis de Inglaterra con los conocidos Taxi-Cab, para extenderse posteriormente a Francia o Estados Unidos. En aquellos años, la solución ideal para este tipo de transporte pasaba por el motor eléctrico. Las cualidades que lo hacían mejor respecto al motor térmico siguen siendo las mismas que hoy en día: no emite ningún sonido en su funcionamiento, facilidad de uso y robustez.

Varios fabricantes competían en el mercado francés, como Charles Jeantaud, Louis Krieger o Charles Mildé, que ofrecían turismo y vehículos comerciales con motores eléctricos. Por otra parte, en 1899 el piloto belga Camille Jenatton conseguía romper un récord de velocidad con su bólido eléctrico "La Jamais Contente" (La que nunca está satisfecha), al superar los 100 km/h.

1.1 CONCEPTOS BÁSICOS

1.1.1 Autonomía. La autonomía de un vehículo se define como la distancia máxima que puede recorrer dicho vehículo antes de detenerse totalmente sin tener que repostar combustible, o para este caso recargar las baterías.

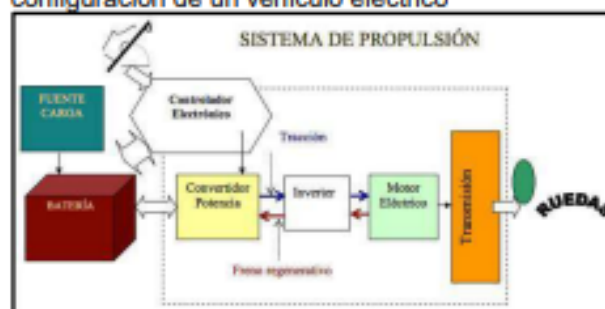
Ya que el consumo de los vehículos varía en función del recorrido y de la velocidad, la autonomía también varía, es decir, una batería de mayor capacidad permite una mayor autonomía, pero afecta gravemente el peso del vehículo, y se necesita mayor potencia para lograr mover este lo que afecta negativamente su autonomía, lo ideal es buscar una buena relación entre el peso y la potencia de los componentes que se van a agregar para mejorar la autonomía para así conseguir la mejor relación que nos permita una mejora efectiva.

1.1.2 Vehículo eléctrico. Es un vehículo propulsado por uno o más motores eléctricos. La tracción puede ser proporcionada por ruedas o hélices impulsadas por motores rotativos, o en otros casos utilizar otro tipo de motores no rotativos, como los motores lineales o los motores inerciales.

Los vehículos eléctricos obtienen su capacidad de movimiento por la energía eléctrica liberada por unas baterías o bien por una célula de combustible de hidrógeno o tomada directamente de una red eléctrica a la que están conectados permanentemente. El sistema de generación y acumulación de la energía eléctrica constituye el sistema básico para mover un vehículo eléctrico.⁵

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 37 DE 110	TITULACION

Diagrama 1. Esquema conceptual de la configuración de un vehículo eléctrico



Fuente: ASOCIACION NACIONAL DE INGENIEROS DEL ICAI. [sitio web]. Madrid: Asociación de ingenierías del ICAI, foro sobre el vehículo eléctrico. [consulta: 12 diciembre 2018]. Disponible en: <https://www.icali.es/event/3768/>

Generalmente, para ello se utilizan los acumuladores electroquímicos, formados por dos substancias conductoras bañadas en un líquido también conductor. El intercambio de cargas positivas y negativas entre ambos componentes mantiene una corriente eléctrica que puede ser utilizada para el funcionamiento del motor del vehículo eléctrico.

1.1.3 Motor eléctrico. Un motor eléctrico es una máquina rotativa que transforma la energía eléctrica en energía mecánica, a través de diferentes interacciones electromagnéticas. Hay algunos motores eléctricos que son reversibles, es decir, que pueden hacer el proceso inverso al mencionado antes, esto es transformar la energía mecánica en energía eléctrica pasando a funcionar como un generador. El principio de la conversión de la energía eléctrica en energía mecánica por medios electromagnéticos fue demostrado por el científico británico Michael Faraday en 1821. De acuerdo con este principio, sobre un conductor con corriente aparece una fuerza mecánica cuando se encuentra en presencia de un campo magnético externo.⁶

En el motor de combustión, sólo el 18% de la energía del combustible es utilizada para mover el vehículo, el resto sirve para accionar el motor. En el vehículo eléctrico el 46% de la energía liberada por las baterías sirve para mover el vehículo, lo que indica una eficiencia entre 10-30% superior de este, respecto al vehículo convencional con motor de explosión. En un vehículo eléctrico puede haber un solo motor de tracción o varios, acoplados a las ruedas. Su función es transformar la energía eléctrica que llega de las baterías en energía cinética o de movimiento. Esta energía puede ser aprovechada en forma de corriente continua o en forma de corriente alterna. En este último caso requiere de un inversor.

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 38 DE 110	TITULACION

ANEXO 5. R. Arroyo (2019). Diseño de un Scooter eléctrico plegable como transporte alternativo para zonas urbanas en el Distrito Metropolitano de Quito. Recuperado el 31 de mayo del 2022 de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/25185>



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL

Diseño de un Scooter eléctrico plegable como transporte alternativo para zonas urbanas
en el Distrito Metropolitano de Quito

Trabajo de Titulación modalidad Proyecto Integrador presentado como requisito previo a la
obtención del Título de Ingeniero en Diseño Industrial

AUTOR: Gallo Tafur Alex David

TUTOR: Ing. Flavio Roberto Arroyo Morocho. Ph. D

Quito, 2021

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 39 DE 110	TITULACION

Fuente: Agencia Nacional de Tránsito 2017.

2.2.2 Movilidad

2.2.2.1 Movilidad Urbana

La movilidad es la actividad que realizan las personas para desplazarse de un lugar a otro para 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 y automóviles) o no motorizados (bicicletas) (Alcántara, 2010). La importancia que tiene la movilidad influyen directamente en el desarrollo de una ciudad si esta es desordenada, o causada por la poca planificación provoca una ruptura entre el ciudadano y la optimización de tiempo lo que ocasiona perjuicios para el desarrollo económico y social (García, 2016).

Existe varias definiciones sobre movilidad urbana la (Obra Social de Caja de Madrid) lo define como una necesidad básica de las personas que debe ser satisfecha y serlo de manera que el esfuerzo que requieran los desplazamientos necesarios para acceder a bienes y servicios no repercuta negativamente en la calidad de vida, ni en las posibilidades de desarrollo económico, cultural, educativo, etc. de los ciudadanos (Obra Social de Caja de Madrid , 2010). También debe cumplir como un derecho en el cual se garantice en igualdad de condiciones a toda la población, sin diferencias derivadas del poder adquisitivo, condiciones físicas o psíquica género o edad o cualquier otra cosa (Obra Social de Caja de Madrid , 2010).

2.2.2.2 Movilidad sostenible

La Movilidad Sostenible es un concepto que empezó a desarrollarse por los problemas medioambientales y sociales ocasionados por la generalización de un modelo de transporte urbano basado en un vehículo particular como se muestra en la figura 13, (Avilés, 2007).

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 40 DE 110	TITULACION

La necesidad de disminuir el uso del automóvil se debe a que su uso de forma masiva es deficiente ya que usa más energía y consume más espacio por persona trasladada a diferencia del transporte público, es el que más contamina al medio ambiente de forma acústica y atmosférica además es el que más accidentes ocasiona (González M. , 2018). Por lo tanto, se puede definir como movilidad sostenible aquella que no perjudica a sus habitantes o al ecosistema y satisfaga las necesidades de las personas que habitan en él (Velásquez , 2015).

En su libro (Guillamón & Hoyos) establecen 10 objetivos para una movilidad sostenible:

Tabla 2. *Objetivos para una movilidad sostenible*

Objetivos para una movilidad sostenible	
1	Favorecer el acceso a bienes, recursos y servicios y, a la vez que se reduce la necesidad de movilidad, satisfacer las necesidades económicas, ambientales y sociales de manera integrada y eficiente
2	Asegurar que tanto las infraestructuras de transporte como el propio transporte no superan la capacidad de carga de los ecosistemas
3	Asegurar que los usuarios pagan los costes ambientales y sociales de sus elecciones de transporte sin perjudicar la competitividad de la industria ni evitar la satisfacción de la necesidad de movilidad de los sectores más desfavorecidos
4	Reducir el crecimiento del tráfico coches y camiones a niveles sostenibles
5	Asegurar que las inversiones en infraestructuras de transporte introducen la variable ambiental
6	Fomentar el uso de los medios de transporte más eficientes desde el punto de vista ambiental, social y económico
7	Alcanzar estándares de calidad ambiental basados en límites ecológicos críticos y el principio precautorio

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 41 DE 110	TITULACION

8	Asegurar el uso de recursos renovables sin disminuir la capacidad de los sistemas ecológicos de ofrecer esos recursos en el futuro
9	Asegurar el uso de recursos no renovables teniendo en cuenta su necesidad en el futuro y la disponibilidad de recursos alternativos
10	Mejorar la salud humana y la seguridad, reduciendo los accidentes

Fuente: COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (2000): Integrated policy aspects of sustainable mobility. Working Paper. Extra Project. Transport RTD Programme. Fourth Framework Programme.

2.2.2.3 Desarrollo sostenible

El enfoque de una movilidad sostenible debe ser fundamentada en base a un desarrollo sostenible el mismo que se caracteriza en una síntesis entre desarrollo económico y preservación del medio ambiente (ver figura 14) la Comisión de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, conocida también como Comisión Brundtland, en 1987 en su informe a la Asamblea General de las Naciones Unidas, titulado "Nuestro Futuro Común", la Comisión contextualizó al desarrollo sostenible como el "desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las propias" (Comisión Brundtland, 1987).

La Agenda de Desarrollo Sostenible (ADS) estableció un conjunto integrado de once objetivos esenciales para ayudar a enmarcar y fortalecer un Desarrollo Sostenible de los cuales podemos destacar alguno que se ajustan directamente con la movilidad sostenible (Uzcátegui, 2016).

- Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y a todas las edades.
- Asegurar el acceso a energías asequibles, fiables, sostenibles y modernas para todos.

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 42 DE 110	TITULACION

El Consejo Metropolitano de Quito en su Ordenanza Metropolitana N° 0268 en el art 2 define como vehículo no motorizado a todo aquel medio de transporte de dos o más ruedas, no accionados por motores de combustión (Consejo Metropolitano de Quito , 2008). Se puede distinguir dos medios de transporte no motorizado: la movilidad a pie y el uso de la bicicleta.

La movilidad a pie por (González M.) enfatiza que caminar es el único sistema de transporte, junto a la bicicleta, que no sólo no produce impacto social o ambiental, sino que resulta beneficioso para la salud de las personas que lo emplean: “andar media hora diaria es el cambio en el estilo de vida que más beneficios reportará a nuestra salud cardiovascular (González M. , 2018).

El uso de la bicicleta es el medio de transporte más sostenible en el mundo es considerado simple, accesible, confiable, limpio, sostenible y respetuoso con el medio ambiente que promueve una buena gestión ambiental y mantiene la salud, por tales motivos la ONU decreto el 23 de abril de 2018 el “Día internacional de la Bicicleta”, que se celebra el 3 de junio de cada año, esto se debe a que la bicicleta cumple con los 17 objetivos de desarrollo sostenible establecidos por la ONU (Naciones Unidas ONU, 2020) . La bicicleta no es solo un medio de transporte eficaz, rápido, económico, saludable, amigable y respetuoso con la naturaleza. Es un símbolo de como las cosas pueden hacerse de otra manera para conseguir un mundo más justo, una sociedad más unida y un planeta más sano (Ortega, 2006).

2.3 Marco Legal

Las normativas que regularizan los medios de transporte en el país que se debe tomar en cuenta para el diseño del scooter son las siguientes:

La Ley Orgánica De Transporte Terrestre, Tránsito Y Seguridad Vial en el artículo 2 dice: La presente Ley se fundamenta en los siguientes principios generales: el derecho a la vida, al libre

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 43 DE 110	TITULACION

ANEXO 6. Ríos Catota, C. E., & Encalada Núñez, E. F. (2021). Propuesta para implementación de electrolineras para vehículos eléctricos categoría L1E, en función de su autonomía en el Distrito Metropolitano de Quito.

Universidad Internacional del Ecuador



Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz

Trabajo de Integración Curricular

Artículo de Investigación para la obtención del Título de Ingeniero en Mecánica Automotriz

Propuesta para implementación de electrolineras para vehículos eléctricos categoría L1E, en función de su autonomía en el Distrito Metropolitano de Quito

Carlos Enrique Ríos Catota
Emilio Fabián Encalada Núñez

Director: Ing. Denny Javier Guanuche Larco, Msc

Quito, junio 2021

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 44 DE 110	TITULACION

inclinación mayor a 90° con respecto a vías planas

2.14.3 Pendiente Cero: Son aquellas vías planas donde no se aprecian inclinaciones. [18]

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

- Scooter Eléctrico Modelo: Citycoco Potencia: 1500W
- Scooter Eléctrico Marca: MTG Modelo: Hormiga Potencia: 500W
- Scooter Eléctrico Potencia: 350W
- Multímetro
- Pinza amperimétrica de Corriente Continua
- Instrumentos Bibliográficos (Libros, Artículos, Revistas, Estudios Previos)
- Instrumentos Tecnológicos. (Software para la medición de km, grados de inclinación de una pendiente.)
- Instrumentos Geográficos (Ciclopaseo Quito, rutas establecidas en Cumbayá y el Valle de los chillos, Señalización.)

3.2 Métodos

En este estudio se realizará una investigación cuantitativa ya que se va a comprobar la relación entre las variables que influyen en la batería y como afectan a la autonomía. En cuanto al alcance se usa el correlacional ya que se va a observar cómo influye en la autonomía el peso del conductor, la velocidad promedio de circulación, la situación geográfica y la potencia del motor como variables, por lo que se formula la hipótesis correlacional, de que en función de estas variables la duración de la autonomía va a aumentar o disminuir, y de esta forma se determinará la duración de esta de forma más precisa. Además, cabe mencionar que se aplicará un diseño experimental con un nivel de manipulación de presencia o ausencia, ya que se harán cambios en las variables y también se analizará sin manipulación alguna de estas.

Por otro lado, para la selección de muestra se usa el tipo no probabilístico ya que la elección de los elementos a estudiar depende de las características previamente mencionadas.

3.2.1 Delimitación Geográfica

Las pruebas que se realizarán son en el trayecto del ciclopaseo en el Distrito Metropolitano de Quito, esta ruta cuenta con una longitud de 28,7Km, que abarca desde el sector de las cuadras en el sur de la ciudad, hasta el parque de los recuerdos en el norte de la capital. Para las pruebas de los valles de Cumbayá y de los Chillos se enfocará en las pruebas por pendientes positivas, negativas y plano, con una longitud para cada una de 3km, donde se evidenciará la variación de consumo de voltaje y amperaje en los distintos puntos planteados. El horario que se manejará es de 08:00H – 14:00H en el itinerario del ciclopaseo los domingos y para las pruebas de las pendientes se lo hará en un horario de 10:00H – 13:00H los lunes, miércoles y viernes, ya que es una hora con menor congestión vehicular.

3.2.2 Cálculos para determinar la autonomía

3.2.2.1 Fórmula para calcular la autonomía en tiempo (horas)

Ecuaón 1 Fórmula para calcular la autonomía en tiempo

$$V_b \cdot I_b = W_b$$

$$V_b \cdot I_c = W_c \quad \text{Ec. [3.1]}$$

$$\frac{W_b}{W_c} = H \quad \text{Ec. [3.2]}$$

$$\frac{Q}{I_o} = T_o$$

Donde:

Vb: Voltaje de la batería

Ib: Intensidad corriente de la batería

Wb: Potencia de la Batería

Ic: Intensidad de corriente consumida

Wc: Potencia Consumida

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 45 DE 110	TITULACION

de 250V y 480V monofásica y trifásica respectivamente y que no sobrepase los 32 amperios, sin embargo requiere de un sistema de alimentación específica y de una toma especial, por lo que junto con la caja de control externa facilita la identificación del vehículo eléctrico y también de sus características de carga, además con un oscilador que manda pulsos modulados en DC se puede determinar la secuencia de recarga y la seguridad de conexión, etc., también se evita la desconexión en carga mediante un sistema electromecánico de retención de la conexión. Por último, este modo permite un control de la potencia lo que da la posibilidad de plantear estrategias para recargar de manera inteligente en estaciones con diversos puntos de carga.

2.12.4 Modo de carga 4: este tipo de carga se puede realizar entre los límites de 20 % y 80 % de nivel de autonomía. En este modo de carga hay que destacar que el conector los cables y el cargador son externos el vehículo y se usa una conexión DC con una potencia de 50 KW, una corriente o intensidad de 125 amperios y una tensión de 500V. Este modo reduce considerablemente el tiempo de carga ya que se puede obtener una carga total entre 10 y 30 minutos. [16]

2.13 Tipos de Corriente

2.13.1 Corriente continua: Es el tipo de corriente producida por generadores tales como pilas, baterías, etc. La corriente continua no cambia de valor ni tampoco de sentido a lo largo del tiempo, y siempre sigue la misma dirección (del polo positivo al polo negativo del generador).

2.13.2 Corriente alterna: La electricidad producida en las centrales eléctricas, que llega a los enchufes de los hogares, es corriente alterna. Cambia con cierta frecuencia de intensidad y de sentido a lo largo del tiempo. En todas las redes eléctricas se opta por distribuir y producir la electricidad en forma de corriente alterna, ya que tiene ciertas ventajas en comparación a

la corriente continua, entre las que destacan que los generadores de corriente alterna son más sencillos, económicos y no necesitan de mucho mantenimiento en comparación a los generadores de corriente continua, es por ello que la electricidad que se genera en las centrales eléctrica es la alterna. La corriente alterna se puede transformar, si se requiere, se puede elevar a tensiones muy altas con la ayuda de los transformadores, así se minimizarán las pérdidas de energía eléctrica durante su transporte, mientras que la corriente continua no posee esta característica de transformación, por lo que, su transporte tendrá elevadas pérdidas. La mayoría de los motores en industrias, fábricas, edificios, entre otros, funcionan con corriente alterna, y son más eficientes, robustos y sencillos que los de corriente continua.

2.13.3 Corriente Alterna Monofásica: existe una única señal de corriente, que se transmite por el cable de fase y retorna por el cable de neutro que cierra el circuito. El sistema monofásico usa una tensión de 230V entre fase y neutro

2.13.4 Corriente Alterna Trifásica: es un sistema de tres corrientes alternas acopladas (las 3 corrientes se producen simultáneamente en un mismo generador). Cada una de estas corrientes (fases) se transporta por un conductor de fase (3 cables: R, S y T, con colores marrón, negro y gris), y se añade un conductor para el retorno común de las tres fases, que sirve para cerrar los 3 circuitos (conductor neutro N, color azul). [17]

2.14 Tipos de Pendiente

2.14.1 Pendiente Positiva: Son aquellas vías que cuentan con un ángulo de inclinación menor a 90° con respecto a vías planas.

2.14.2 Pendiente Negativa: Se refiere a las vías que al contrario de las pendientes positivas cuentan con un ángulo de

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 46 DE 110	TITULACION

- Estaciones de servicio eléctricas (electrolineras). [8]

2.5 Autonomía

La autonomía que se presenta en los scooters eléctricos consiste en el equilibrio que se tiene entre la capacidad de las baterías y el consumo que realice el motor eléctrico, con las prestaciones que se quiere conseguir con el vehículo. Esta autonomía se refiere a la distancia que puede recorrer el vehículo con una sola carga de su batería, siendo así la distancia máxima que puede recorrer este medio de transporte antes de detenerse para recargar la batería. La autonomía puede verse afectada por factores como la situación geográfica, es decir por los lugares donde se va a recorrer con el vehículo eléctrico, el peso del conductor, la potencia del motor eléctrico y hasta por el tipo de conducción.

2.5.1 Peso del conductor: La carga que tiene que soportar el scooter eléctrico va a variar la autonomía de este, ya que no será lo mismo si la moto tiene que transportar una persona liviana que alguien más pesada, mientras más peso menos durará la batería, incluyendo otro factor que influye directamente en la autonomía es el peso del vehículo eléctrico.

2.5.2 Situación Geográfica: En recorridos más planos la autonomía de la batería será mayor, en pendientes hará que el motor eléctrico se esfuerce más y por ende la carga de la batería se reduzca.

2.5.3 Potencia del motor eléctrico: Una motocicleta eléctrica tiene como cualidad que su sistema de propulsión está formado por un motor eléctrico que se alimentan de la energía almacenada en una batería recargable. Dicha batería se recarga de energía enchufando el vehículo a una toma de corriente eléctrica

2.5.4 Tipo de conducción: Siempre es recomendable que se tenga un ciclo de conducción eficiente, para aumentar el

tiempo de las baterías y a su vez su vida útil. [9]

2.6 Principio de funcionamiento

Uno de los principales componentes de los scooters eléctricos es el motor eléctrico, este elemento se encarga de transformar la energía eléctrica en energía mecánica a través de un eje, cada vez que su rotor gira debido a la electricidad inducida en el estator y las bobinas mediante campos magnéticos.

El principio de funcionamiento de los motores eléctricos de corriente directa o continua, empleados en las motocicletas eléctricas, se basa en la repulsión que ejercen los polos magnéticos de un imán permanente cuando interactúan con los polos magnéticos de un electroimán, que se encuentran sobre un eje, este electroimán es el rotor y su eje le permite girar libremente entre los polos magnéticos de los puntos norte y sur del imán permanente dentro de la carcasa del motor. La potencia es la energía generada y se puede medir en KW, el par motor o torque es la fuerza con la cual se gira el eje del motor y se mide en N/m, cuanto mayor sea el torque, mayor será la aceleración y la velocidad se mide en km/hora y depende de la fuerza del motor y del peso del vehículo eléctrico.

La capacidad de las baterías y la tecnología empleada en ellas determinará la cantidad de energía útil para el uso de la moto eléctrica, la energía que se entrega se mide en Amperios – hora o Kilovatios/hora, esta unidad representa la relación entre energía y tiempo, por lo que se utilizan para medir el consumo de energía por cada hora. La capacidad nominal de una batería es la cantidad de energía que se puede extraer de ella a una corriente constante particular, y comenzará desde un estado completamente cargado, la capacidad máxima de una batería es la cantidad total de energía que contiene cuando está completamente cargada. [10]

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 47 DE 110	TITULACION

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 Vehículos Eléctricos

Los vehículos eléctricos emplean la energía que se acumula en las baterías recargables de este, se propulsa por medio de la fuerza que suministra el motor eléctrico a través de la energía eléctrica. Este medio de transporte empezó a desarrollarse en el siglo XIX y en la actualidad el impacto ambiental ocasionado por las fuentes móviles entre las que principalmente se encuentra la industria automotriz, al momento de la combustión de sus combustibles fósiles en los motores de combustión interna, ha sido un tema de preocupación ambiental, es por esto que la movilidad eléctrica ha sido una gran alternativa para frenar el impacto ambiental, ya que no emite gases contaminantes como el CO², CO NO_x, SO², entre otros. [3]. Uno de los retos que se proponen las grandes industrias automotrices en relación a los vehículos eléctricos es aumentar la autonomía, para que las distancias de desplazamiento del usuario incrementen en relación a las que se han manejado hasta ahora, además también reducir los tiempos de carga de la batería, ya que, al momento de movilizarse en un trayecto entre ciudades, o una distancia larga, la autonomía se verá reducida y se necesitará cargar la batería en distintos puntos de recarga que no se encuentran con facilidad. Como solución a estos inconvenientes, los fabricantes. Automotrices enfrentarán desafíos a corto, mediano y largo plazo, entre los cuales se destacan la obtención de baterías de alta capacidad energética, motores compactos de altas prestaciones, que sean silenciosos y compatibles con fuentes de energía renovables y la adaptación de puntos de recarga ya sean en las propias viviendas y en estacionamientos públicos. [4]

2.2 Vehículos Eléctricos Categoría L1E

Los vehículos L1E son aquellos vehículos eléctricos de dos ruedas con una velocidad máxima por construcción que no supera los

45km/h, con una potencia nominal máxima, inferior o igual a 4kW (4000W) en su motor eléctrico. [5]

2.3 Vehículos Eléctricos en el Distrito Metropolitano de Quito

Debido a la pandemia mundial por el Covid-19 la venta de motocicletas se ha incrementado en un 25% en relación con el año anterior, entre las que un 15% son vehículos eléctricos, entre motocicletas, scooters y patines, optando por este medio de transporte debido a la crisis económica que se presenta. [6]

Quito es una ciudad amigable para la movilización alternativa, las bicicletas y scooters eléctricos no tienen restricciones para ser utilizados durante la restricción vehicular, otra razón por la cual la adquisición de estos vehículos se ha visto en aumento, llegando a comercializar de entre cuatro a seis unidades semanales, por lo cual, se tiene como ventaja que no se necesita licencia de conducir y son muy eficientes, ya que pueden subir por pendientes con inclinaciones de treinta grados. La vida útil de la batería es de 1500 cargas, que se traduce en tiempo de entre cuatro a cinco años. De momento trabajará en una normativa para la seguridad de los usuarios.[7]

2.4 Electrolinerías

La electrolinería es una estación de servicio, similar a una estación de suministro de gasolina para los vehículos con motor de combustión interna, con la diferencia de que, en vez de dispensar combustible, esta va a dispensar energía para recargar las baterías del vehículo eléctrico, estas pueden disponer de varios tipos de conectores para las distintas marcas de vehículos que existen en el medio local. Los puntos de recarga se clasifican en los siguientes parámetros:

- Vías públicas
- Parqueaderos eléctricos
- Residencias privadas o colectivas

 Powered by Arizona State University	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
PÁG. 48 DE 110	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
	TITULACION

ANEXOS 7.

Research in Transportation Economics 96 (2023) 101273



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Research in Transportation Economics

journal homepage: www.elsevier.com/locate/retrec



Research paper

Price and competition in emerging shared e-scooter markets

Jørgen Aarhaug^{a,b,*}, Nils Fearnley^a, Knut Johannes Liland Hartveit^a, Espen Johnsson^{a,**}

^a Institute of Transport Economics, Gaustadalleen 21, 0349, Oslo, Norway
^b Centre for Technology Innovation and Culture, University of Oslo, Pb 1108 Blindern, 0317, Oslo, Norway

ARTICLE INFO

JEL classification:
L92
L98
O33
R4
R41
R48

Keywords:
e-scooter
Price competition
Micromobility
Regulation
Availability
Oslo
Desammen

ABSTRACT

The rapid deployment of shared dockless electric scooters (e-scooters) has resulted in attention from the public and regulators. Recurring issues include fleet size and the number of operators in the market. In this paper we study market development in two Norwegian cities and discuss how these experiences point towards future e-scooter regulation and ask if market regulation based on price competition in the e-scooter market is plausible. We study this by focusing on two natural experiments. First, we analyse the market entry of a low-cost e-scooter company in Drammen. We discuss how that entry impacted two incumbent e-scooter companies and the total market. Second, we look at the change in e-scooter regulation in Oslo in September 2021. This change represents a movement from a laissez faire market approach to a fleet cap of 8000 divided evenly between 12 different e-scooter companies. We study these experiments using data obtained from selected e-scooter operators (GPS location, start/stop time, e-scooter id), municipalities (fleet size, trips) and a web page tracking e-scooter fares. We find that competition between e-scooter companies varies across user segments, with trips made for traveling purposes being less price sensitive, and joy rides being more price sensitive. Also, we find that there are substantial advantages in being a large actor.

1. Introduction

E-scooters are an innovation combining pre-existing mobility technologies such as the kick-scooter, electric motor, Global Positioning System (GPS), geographic information systems (GIS), smartphone and digital hailing systems, in a new package. Since the first dockless e-scooter service was introduced by Bird in autumn 2017, they have rapidly gained popularity and use. E-scooters have contributed substantially to increased market share of shared micromobility (NACTO, 2020). E-scooters have rapidly been introduced to new cities, in many cases literally overnight (Fearnley, 2020). This has caused tensions with incumbent mobility services, city authorities and society at large. In Norway the first e-scooter services were introduced in May 2019 by VOI and TIER (Fearnley et al., 2020).

The introduction of e-scooters in Norway was made possible by a series of amendments to the transport act in 2018 (Ministry of Transport and Communication, 2018). This included classifying small electric vehicles as bicycles, provided that they complied with a few criteria including a maximum speed of 20 km/h. Given the bicycle regulation in Norway, this meant that e-scooters became legal to use on streets and

pavements, in parks and pedestrian zones, by people of all ages, without helmet and without insurance.

To classify e-scooters as bicycles is not unique. However, the Norwegian bicycle regulations are relatively liberal compared with most countries. In contrast with the liberal Norwegian regulations are countries where e-scooters are, per definition, motor vehicles and, as such, illegal to use on public grounds, such as in the UK (GOV.UK, 2020b). Since July 2020, however, as part of their response to Covid-19, the UK Department for Transport opened the possibility for trials of shared e-scooters (GOV.UK, 2020a), in which cities were able to set all rules of the game from day one, but privately owned e-scooters remain illegal to use in public space (GOV.UK, 2022a; 2022b).

From a research perspective, the Norwegian regulatory situation is interesting in that shared e-scooters were introduced in an open and totally unregulated market. The companies were able to set fleet size and prices according to their own strategies and to local market situations rather than in response to a regulatory framework. This allows us to study the effect of market entry and of regulatory interventions in a series of natural experiments.

In this paper we focus on two empirical events: the entry of a new

* Corresponding author. Institute of Transport Economics, Gaustadalleen 21, 0349, Oslo, Norway.

** Corresponding author.

E-mail addresses: jaa@toi.no, jorgen.aarhaug@tik.uio.no (J. Aarhaug), naf@toi.no (N. Fearnley), kjh@toi.no (K.J.L. Hartveit), ejo@toi.no (E. Johnsson).

<https://doi.org/10.1016/j.retrec.2023.101273>

Received 18 November 2022; Received in revised form 17 February 2023; Accepted 24 February 2023

Available online 7 March 2023

0739-8859/© 2023 The Authors. Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 49 DE 110	TITULACION

low-price e-scooter company in the city of Drammen, and the introduction of a strict fleet cap on shared e-scooter companies in Oslo, Norway's capital city, in September 2021.

1.1. Background

As e-scooters are a relatively new phenomenon, there has been limited research on the topic, much of which uses US cases. A reoccurring issue has been the call for regulation of e-scooters, or more precisely, for public policies to mitigate the negative externalities created with respect to safety, accessibility, and littering.

There are few studies on price and competition in these markets. In fact, and rather surprisingly, we are not aware of any empirical studies of pricing strategies and price sensitivity of demand – despite a wealth of anecdotal evidence and industry talks of relatively low price-elasticity of demand in higher income markets such as western European countries. User surveys including Fearnley et al. (2020); (2022), suggest that e-scooters are rarely chosen because they are the cheapest alternative: Their first survey found that only six percent of users chose e-scooter on their last trip because it was cheapest. This rose to 13 percent in their second survey (respondents could indicate up to three main reasons for choosing e-scooter on their last trip and were given a dozen response alternatives including an open text field). Still, about 60 percent of all e-scooter trips in Oslo would cost less than a single ticket on PT (Fearnley et al., 2022).

Despite an expected small price elasticity of demand, we know from other passenger transport markets like local PT that large price reductions, or free-fare policies, can boost patronage considerably. This can be exemplified by local PT, where the general rule is that demand has low price sensitivity of demand; see, e.g. Bakombe et al. (2004). Still, large price reductions can boost patronage considerably, when the initial modal share is low Fearnley (2013).

1.2. Case cities

The cities of Drammen and Oslo are both located in south-eastern Norway (map Fig. 1).

The estuary city of Drammen has about 102,000 inhabitants and is located approximately 40 km southwest of Oslo in Viken county. Its main geographical feature is the river Drammenselva which cuts through the city from west to east, and the port at the head of the Drammen fjord in the east end of the city. The city was the administrative centre of Buskerud county till 2020 when Buskerud was merged into Viken county. Drammen is connected to Oslo by rail and a motorway.

Oslo is the capital city of Norway with about 1,000,000 inhabitants, of which 700,000 live within the city limits. Oslo is located at the head of the Oslo fjord.

1.3. The developments in Drammen and Oslo

E-scooters were introduced in Drammen in July 2019 when one company commenced operation. In the beginning of 2021, shared e-scooter services were offered by two actors, both multinational. The services operated in an open market with little formal regulation. However, both companies had regular interaction with the municipal planning body in Drammen. This communication enabled the parties to address issues such as misplaced e-scooters and complaints. A new actor entered the market in June 2021. This actor complied with the established procedures but followed a different business model, and entered the market with very low prices.

In Oslo, e-scooters were introduced in May 2019 with VOI and TIER being the first actors (Fearnley et al., 2020). However, the number of companies, e-scooters and trips increased rapidly – on average a doubling every year. In the summer of 2021, they reached a total



Fig. 1. Map location and key geographical features of Oslo and Drammen (Google Maps).

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 50 DE 110	TITULACION

number of daily trips that was comparable to that of the tram system. Shared e-scooter supply exceeded 25,000 vehicles provided by eight e-scooter companies. This unchecked expansion lasted until a local regulation came into place in September 2021. The regulation prescribed a total fleet cap of 8000 vehicles, to be divided equally among all companies that were approved as service providers (Oslo, 2021). All qualified applicants were approved, and in total 12 companies were awarded a permit for 667 e-scooters each. They were free to decide on model and livery. Some companies chose to cooperate in operating their e-scooters. The permits were valid until March 31, 2022, when a new set of licenses were awarded.

Until the fleet cap regulation was introduced in Oslo September 2021, there were no formal regulations specific to e-scooters in either city. In Drammen there was active informal regulation through dialog, mainly related to parking and littering, whereas in Oslo not even this soft approach was the case. General regulations for bicycles, such as a requirement to be fit for riding (but not mentioning a specific alcohol limit), and to pass pedestrians at walking speed (not defined in km/h) when used on a pavement, were already in place. In 2021, there was no age limit for the use of e-scooters. Children could use them just like bicycles. All of these regulations were applied at the national level. However, e-scooter rental companies usually imposed a formal age limit of 18 years, and in a few instances, 16 years. These age limits were mainly justified because of payments by credit or debit cards. In the summer of 2022, a new legislation introduced a national age limit for e-scooters to 12 years. The same legislation imposed a helmet requirement for riders under the age of 15.

1.4. Impact of the Covid-19 pandemic

Norway was hit by the Covid-19 pandemic from March 2020. Broadly speaking, the chain of events in the case cities were as follows. In the early stages of the pandemic, there were heavy restrictions on movement. People were strongly advised to avoid commuting and discouraged from using PT. In Oslo the advice against PT use remained in force for much of 2020, and the use of masks was mandatory. In Drammen, which was less affected by the pandemic, more lenient policies were in place. In both cities, normal PT service levels were maintained throughout the pandemic. From spring 2021, all or most restrictions on commuting were removed, including the discouragement for using PT. However, people were encouraged to wear face masks on PT if there was crowding until summer 2021. Although Covid-19 restrictions were lenient in the time period used in this study, PT use was significantly lower than in 2019 in both cities (Ruter, 2021). In both cities, prices and availability of PT remained constant in the studied time-period (with some ordinary schedule changes in connection with school holidays).

2. Material and methods

Both the empirical analysis in Drammen and Oslo use trip observation data. The datasets used were compiled for the purposes of this study and were provided by e-scooter operators in Drammen and Oslo. The dataset includes the exact time and GPS-location for start and stop of each trip, time elapsed for each trip and other variables. The additional variables vary a bit between operators, but may include e-scooter ID, distance travelled, route followed and so on.

2.1. Drammen

For Drammen we have also used the monthly self-reporting sheets that the city requires e-scooter companies to submit. These include information on the actual number of vehicles available and the number of trips per day.

2.2. Oslo

For Oslo we have also had access to data from the e-scooter price monitoring website www.sparkesykkelpriiser.no. Our data includes all the 22 updates from that webpage. The site was active from June 30, 2021 to April 05, 2022 and presented pricing information for single trips, day-passes, and monthly passes.

In addition to the quantitative data, we draw on interviews and informal talks with key actors through stakeholder meetings.

3. Theory

On the supply side, e-scooters have many parallels to ride-sourcing/transportation network companies (TNCs). This includes the fact that they are technology-enabled businesses that have software that communicates directly with the customer. Unlike ride-sourcing, e-scooter companies do not require a driver and are therefore less labour intensive and suffer less from issues relating to the gig-economy.¹ They are not immune to fluctuations in the labour market, but less affected than ride-sourcing. However, as stated by a number of representatives from the e-scooter companies, they did (and to some extent do) rely on venture capital financing.


The provision of e-scooters is a commercial activity. The industry is characterised by low fixed costs, limited possibility of differentiation of service, and initially at least, low barriers to entry. From conventional reasoning this should result in a conventional market with limited potential to make extraordinary profits. Any short-term profit will attract competition, which in turn will result in prices being pushed towards short run marginal costs and market instability (fluctuations in market entrants and prices). In the early periods e-scooter companies competed fiercely to become the largest operator and achieve economies of scale; this was amplified by extensive availability of venture capital (Burton et al., 2020; Fearnley, 2020).

Price strategies are not only a question of demand responses and yield. As Burton et al. (2020) point out, shared e-scooter markets resemble a large degree of contestability. Too high mark-ups of price over marginal costs would increase the risk of competitive entry. Therefore, supernormal profits from pricing well above marginal costs are hard to earn over longer periods of time. Using economic reasoning and open data from the US, Burton et al. (2020) argue that, although they find the e-scooter markets fairly straight forward, in terms of being a commercial activity with low entry and exit costs and high levels of contestability, some empty core problems may exist, where revenue over time may fall below long-term costs, as the threat of entry removes any profits. They argue with parallels to ride-sourcing (Burton, 2020) that there are fundamental issues with the e-scooter business model, such as environmental and safety concerns, and issues related to wider mobility policies, that the phenomenon is well suited to address current issues with city mobility in a good way.

Expanding further on the analogy with ride-sourcing and taxis, an expectation would be that e-scooter users have a substantial difference in their willingness to pay for the trip in question (Aarhaug & Olsen, 2018; Rose & Hensher, 2014). This means that we expect some market segments, in particular 'joyriders', to be more price sensitive, while trips for transport purposes to be less sensitive to price changes. This is because e-scooters are chosen when they offer a fast and convenient solution for the trip in question (Fearnley, 2022). In other words, they offer lower generalised costs.

Again with strong similarities to other transport modes, we expect to find strong economies of scale (or density) as demonstrated by Mohring (1972) for PT and Arnett (1996) for taxis. This implies that a larger

¹ While the early operations made extensive use of 'juicers' for the purpose of gathering, charging and deploying shared e-scooters, the current norm – at least in Norway – is to rely on subcontractors or inhouse management.

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 51 DE 110	TITULACION

supply of e-scooters will increase the benefit for all users, as well as increased utilisation per e-scooter, stemming from increased availability.

From these lines of reasoning, we would expect that an actor entering the market with lower prices and extra e-scooters, would achieve higher utilisation rates, measured in trips per e-scooter per day, and longer trips, measured in minutes. That is, more joyrides (assumed to be more price elastic). However, this will have limited impact on the day-to-day travellers, as e-scooters are probably very competitive in terms of generalised cost, even without discounts in the Oslo case (Aarhaug et al., 2022). This contrasts the Portland case studied by McQueen and Clifton (2022), who find that the generalised costs of e-scooters are high compared with private car.

A fleet cap, as the one imposed in Oslo, reduces the number of e-scooters in a given network (organised by a particular operator) and, therefore, also reduces the attractiveness of shared e-scooters as a mode, both for joyrides and for trips made for traveling. The substantial reduction in supply following Oslo's September 10, 2021 regulation should, therefore, reduce the number of trips taken, both total and per e-scooter, according to the density effects. The pre-September 2021 situation was probably one in which open access resulted in more e-scooters than what was profitable for most operators in the long term. Therefore, the net effect on utilisation is uncertain. In line with the expectations in the taxi market, when supply is capped, we expect prices to rise until inter-modal price competition becomes a constraining factor, as there is no longer any intra-modal reasons for price competition. Consequently, there would be no market shares to be gained from reducing prices.

4. Results

4.1. Drammen

In Drammen, we use data from May 1, 2021 to September 30, 2021. Fig. 2 illustrates how many trips start or terminate within each 50-m hexagon in Drammen. The lighter the colour of the hexagon, the more trips are started or terminated in that area.

In the dataset, the trips seem to be well balanced, with little systematic difference between where trips started and ended. From the data we have had access to, there is no clear geographical differences

between the e-scooter actors, although they have defined their geographical areas of operations independently. We observe (in Fig. 2) that there are lighter colours in the more central areas of the city, in particular, close to the main railway station. This means that most of the e-scooter activity is related to trips within, as well as to and from, the city centre. This is also shown to be the case in other cities.

During the period studied, the number of active operators in the city changed twice. Initially actor A operated alone. Then, on 19 May, actor B entered the market. In terms of number of e-scooters available, this market entry doubled supply (Fig. 3). Then, on 1 July, actor C entered the market.

Fig. 3 illustrates the number of e-scooters available on the streets of Drammen during the May–September 2021. It shows that the total number of e-scooters increased throughout the period. It also shows that all three actors are of roughly similar size, measured in e-scooters available per day. Actors A and B differ with respect to how they operate but they have charged similar and stable prices over the period, despite the market entries. For single trips all operators use the formula $Fare = P_1 + P_2(t)$, where P_1 is a fixed unlock charge and P_2 is a per minute charge. Actors A and B operated with tariffs that were stable and approximately $P_1 \approx \text{€ } 1$ and $P_2 \approx \text{€ } 0.25$ throughout our period. Actor C entered the market with a similar price structure but much lower costs with P_1 at or close to zero and $P_2 < \text{€ } 0.1$. This means that the price for a 10-min trip with operators A or B would be about 3.5 times more expensive than with operator C (€3.50 vs. €1.00).

Our data shows that actor C experienced longer trips initially (Fig. 4) and a higher utilisation rate (Fig. 5).

Fig. 4 shows the relative average travel time between the actors (actor C/actors A + B). However, this changed as the prices converged towards the end of the period. After the school holidays (approx. 17 August) the distances travelled was approximately equal between A, B and C.

Fig. 5 shows that the lower prices of actor C correspond to higher number of trips per e-scooter per day, but also that actors A and B have been able to maintain their vehicle utilisation rates during the period. Together, Figs. 4 and 5 show that actor C initially attracted many trips which appear to be generated or induced rather than diverted from its competitors A and B. These were of longer duration than the trips made by users of actors A and B. However, the difference in utilisation rates



Fig. 2. Map of e-scooter activity in Drammen (sum origins and destination, operators).

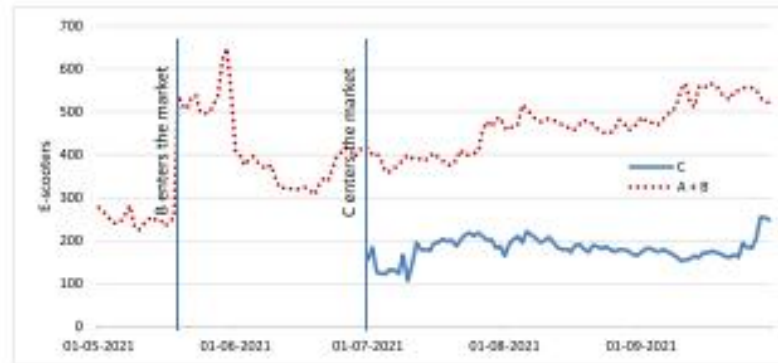


Fig. 3. Fleet size in Drammen (number of vehicles).



Fig. 4. Relative usage time (min./min.) and to operators).



Fig. 5. Utilisation rates (trips per e-scooter per day, city).

decreases towards the end of the period. The apparent stable utilisation rates of actors A and B in the period when actor C entered the market may mask a loss as a growth in utilisation rates during the summer months would have been expected.

4.2. Oslo

For the Oslo case we have compiled a trip dataset for the period 1 August to October 31, 2021.

Fig. 6 shows that there was e-scooter activity within most of the densely populated area of Oslo. Highest density of use was in the central areas and, in particular, along the waterfront, in CBD areas with car

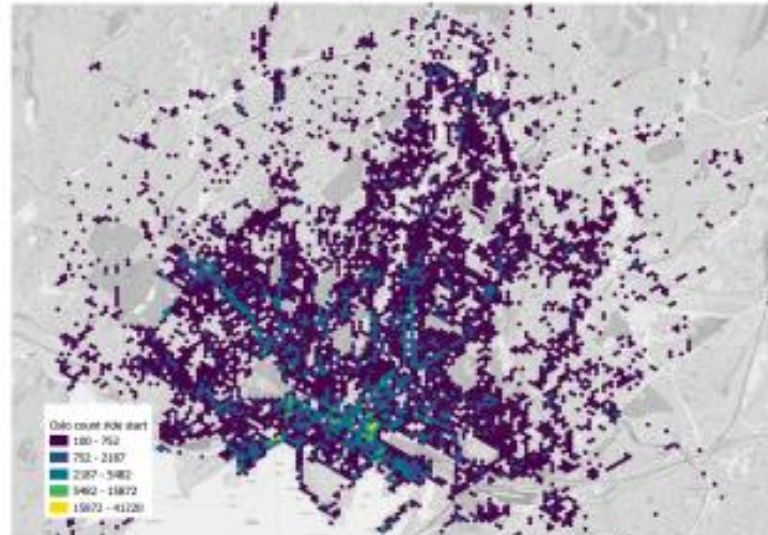


Fig. 6. Map of e-scooter activity in Oslo (start point, August 2021 eight operators).

restrictions, and areas close to PT hubs.

4.2.1. E-scooter prices in Oslo

As in the Drammen case, e-scooter fares in Oslo consist of a fixed unlock charge P_1 and a per minute charge P_2 . Table 1 shows the price development for reference e-scooter trip. Based on the actual trip data, we have used a 10-min ordinary price trip as comparison.

Table 1 Shows that prices are remarkably stable over time, with one clear exception: Operator E. The prices of Operator E converge towards the other companies' prices around the policy change that happened September 10, 2021. The prices further converge in the period towards the second policy change on April 1, 2022.

When we decompose the prices, we find that P_1 varies between operators, but is mostly unchanged throughout the period. An exception is operator F, which changed its price mix (but the effect nulled out on our 10 min reference trip). Looking at the per minute charge P_2 , we see, once again, large variation between operators (from NOK 0 to NOK 10) but

consistency over time for each operator. An exception is company E, which changed their minute price from NOK 0.1 per minute to NOK 2.5 per minute.

In addition to single trips, e-scooter operators also offer multi-trip passes, typically valid for a day or a month. These passes allow the holder an unlimited number of trips, but each trip is typically capped on duration at, for example, 45 min. The prices for monthly passes were constant over the period in question, ranging from NOK 299 to NOK 400. There is some variation in the maximum duration of the included trips.

The price for day passes varies somewhat (Table 2). There is also some variation in terms of whether the companies offered the pass or not. However, the prices are relatively stable and increase a bit over the period.

4.2.2. Fleet size and utilisation rates

The September 10, 2021 regulation, which capped the total number

Table 1
E-scooter reference trip (10 min) prices in Oslo June 30, 2021 to April 5, 2022 (NOK). "X" means not in operation. (NOK10 = €1).

	Operators								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
30.06.2021	35	35	35	35	1	30	x	x	x
02.07.2021	35	35	35	35	1	30	x	x	x
09.07.2021	35	35	35	35	1	30	x	x	x
14.07.2021	35	35	35	35	1	30	x	x	x
27.07.2021	35	35	35	35	5	30	30	x	x
30.07.2021	35	35	35	35	5	30	30	x	x
03.08.2021	35	35	35	35	5	30	30	x	x
19.08.2021	35	35	35	35	5	30	30	x	x
23.08.2021	35	35	35	35	5	30	30	x	x
02.09.2021	35	35	35	35	15	30	30	35	x
03.09.2021	35	35	35	35	20	30	30	35	x
10.09.2021	35	35	35	x	20	30	30	35	x
16.09.2021	35	35	35	x	20	30	30	35	30
28.09.2021	35	35	35	x	20	30	30	35	30
08.10.2021	35	40	35	x	20	30	30	35	30
19.10.2021	35	40	35	x	25	30	30	35	30
26.10.2021	35	40	35	x	25	30	30	35	30
18.11.2021	35	40	35	x	25	30	x	35	30

Table 2
Prices for day passes in Oslo, June 30, 2021 to April 5, 2022. "X" means not available. NOKs (NOK10 = €1).

	Operators							
	A	B	C	D	E	F	G	H
June 30, 2021	69	99	35	45	45	35	x	x
July 02, 2021	59	99	35	35	45	35	x	x
July 09, 2021	59	99	35	35	45	35	x	x
July 14, 2021	59	99	35	35	49	35	x	x
27.07.2021	59	99	35	35	49	35	60	x
30.07.2021	59	99	35	35	49	35	60	x
03.08.2021	59	99	35	35	49	35	60	x
19.08.2021	59	99	35	35	49	35	20	x
23.08.2021	59	99	35	35	49	35	20	x
02.09.2021	59	99	35	35	49	35	20	x
03.09.2021	59	99	35	35	49	35	20	x
10.09.2021	59	99	49	49	49	35	20	59
16.09.2021	59	99	49	49	x	35	20	59
18.09.2021	59	99	49	49	x	35	20	59
28.09.2021	59	99	49	49	x	59	20	59
08.10.2021	59	x	49	49	x	59	20	59
19.10.2021	79	x	49	49	x	59	20	59
26.10.2021	79	x	49	49	x	59	20	59
18.11.2021	79	x	49	49	x	59	x	59

of e-scooters in the city, and thereby, also the number of vehicles allocated to each operator, had an immediate and dramatic effect on the e-scooter market (Fig. 7).

Fig. 7 shows that the total number of rides from the three operators in this dataset decreased from approximately 30,000 rides per day, to between 5000 and 10,000 rides per day. Some of this reduction, from August to October, would be expected from weather change; there are also fewer bicycle trips in autumn and winter (Lunke et al., 2018). Also, the city of Drammen, which has the same weather as Oslo, did not experience a similar drop in use during the same time period. Further, only two of the actors increased their prices for day passes at that point in time. There was no change in the cost of the reference trip. We, therefore, assume that the drop in use is a result of the regulatory intervention and not changes in price or the outside factor of weather. The number of e-scooters operated by these companies was reduced from around 7–8000 to 2000. Some of this reduction took place in the week preceding the regulation. Interestingly, the utilisation rate (trips per e-scooter per day) increased from about four trips per e-scooter per day in August (prior to the regulation), to eight per day in mid-September (immediately after the regulation). Utilisation then dropped back to between four and five per day in October.

5. Discussion

Our data from two city cases have illustrated some notable aspects of the market for shared e-scooters.

First, from the outset, one would have expected that e-scooters from different companies are extremely close substitutes, considering that, apart from branding, different companies' e-scooters are essentially identical. Interviews show that they regularly buy the same model from the same factory. Therefore, cross elasticities between different e-scooter companies should be high. A small price advantage in one company should cause a considerable shift in demand between the two operators. This assumption is parallel to what is observed in local PT demand. Demand for a particular ticket type is generally much more elastic than aggregate demand, or to put it more formally, conditional price elasticities (i.e. when all prices change by the same proportion) are much lower than unconditional elasticities (when only one price, e.g. the single ticket, changes) (Fearnley et al., 2018).

However, we have observed very different demand patterns in our data. In Drammen, a radical price reduction from one entrant gave a big boost to aggregate demand. Interestingly, it did not appear to reduce

demand for the other operators, whose usage rates remained largely unaffected and whose prices also remained surprisingly steady despite being challenged by an apparently aggressive market entry. These observations suggest that the two incumbent operators did not consider price to be the main source of competition. This observation suggests that other factors are more important.

Besides price, the most obvious factor for choosing e-scooters is availability, which indeed has been the most visible element of competition in Norwegian cities: The battle to become the largest and, therefore, most easily available and attractive operator caused Oslo to be the European city with the highest e-scooter offer per capita during summer 2021 (Fluctuo, 2021). Another, maybe less obvious factor is customer loyalty. The most successful e-scooter companies in Norway have spent much effort to gain and keep customers through active branding and numerous marketing campaigns. There may also be a case of "app inertia", where there is time and mental costs associated with downloading and getting familiar with new apps.


The development in the city of Drammen is not disproved by events in Oslo. Rather it is supported. In fact, the experience from Oslo suggests that a lower price results in no major lasting competitive advantage; it may well have been perceived as a marketing campaign. As a result, prices between operators converge towards the higher prices in the observed price range. There are some signs in Oslo that companies experiment with different prices, but the overall impression is that it happens to a very limited extent, and with very limited effects in the market. Still, in the unregulated situation in Oslo, there were much larger variations in fleet size compared to Drammen.

Second, in line with expectations, the size of the fleet matters. When the number of e-scooters available for any given operator was capped, it initially resulted in increased utilisation rates. This subsequently dropped to similar levels as in the unregulated market following a drop in demand. This means that the elasticity of demand with respect to supply in this case is close to 1. Demand appears to be dependent on both aggregate and operator specific fleet size. The larger the fleet, the higher demand. This is again supported by our comparison of the two cities. The number of e-scooter trips in Drammen increased steadily as the fleets of the conventionally priced actors increased. Their utilisation rates remained more or less constant over time.

When all fleets were of equal size in Oslo, there were little or no incentives for the operators to attempt to compete on price. Communication with the operators suggests that they chose to remain in the market in expectation of a new regulation in 2022. The new regulation



Fig. 7. Rides, fleet size (unique e-scooters per day) and utilisation (righthand axis) (sum three operators).

 Powered by Arizona State University	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 55 DE 110	TITULACION

ANEXO 8. Aznar J. (2018). AHP (Analytic Hierarchy Process). Valencia, España.
 Recuperado el 14 de Agosto del 2022 de: <http://www.upv.es/visor/media/58547b7f-e143-fb46-a396-41684b7f5080/c>



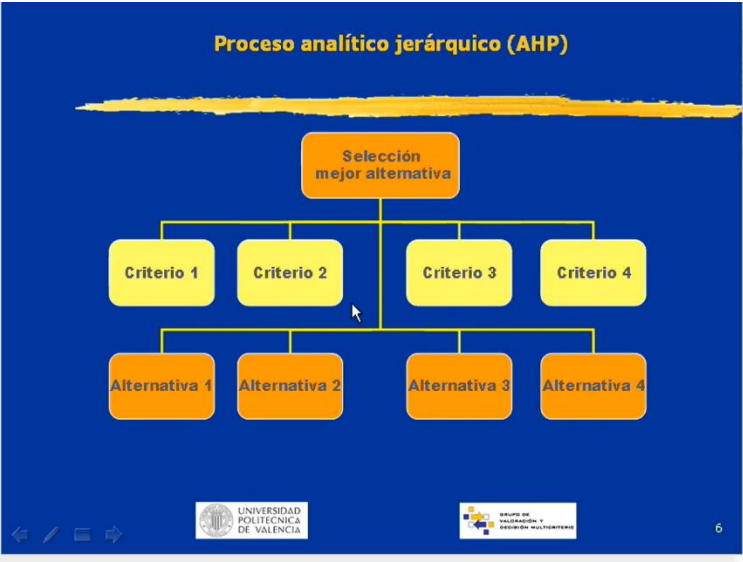
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

GRUPO DE VALORACIÓN Y DECISIÓN MULTICRITERIO

PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO. Analytic Hierarchy Proces (AHP)

Grupo de Valoración y Decisión Multicriterio
 Universidad Politécnica de Valencia (España)
<http://www.valoracionmulticriterio.upv.es/>
<http://www.valinmob.upv.es>

1



Proceso analítico jerárquico (AHP)

```

  graph TD
    A[Selección mejor alternativa] --> B1[Criterio 1]
    A --> B2[Criterio 2]
    A --> B3[Criterio 3]
    A --> B4[Criterio 4]
    B1 --> C1[Alternativa 1]
    B1 --> C2[Alternativa 2]
    B2 --> C1
    B2 --> C2
    B3 --> C3[Alternativa 3]
    B3 --> C4[Alternativa 4]
    B4 --> C3
    B4 --> C4
  
```

6

Proceso analítico jerárquico (AHP)

	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4
Criterio 1	1/1	5/1	5/1	7/1
Criterio 2	1/5	1/1	1/1	3/1
Criterio 3	1/5	1/1	1/1	3/1
Criterio 4	1/7	1/3	1/3	1/1

Igual	Moderada	Fuerte	Muy F.	Extrema
1	3	5	7	9



Proceso analítico jerárquico (AHP)

- Ponderación de los criterios
 - Definidos los criterios (características)
 - Debemos ponderarlos (decidir si todos ellos influyen de la misma forma en el interés de la alternativa o bien influyen en porcentajes distintos).





Proceso analítico jerárquico (AHP)

- **Siguiente paso:**
 - Se construyen las matrices de comparación de las alternativas entre si en función de cada criterio.
 - Se calculan los vectores propios de cada matriz
 - Matriz de alternativas en función del criterio 1

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Alternativa 1	1/1	1/4	4/1	1/6
Alternativa 2	4/1	1/1	4/1	1/4
Alternativa 3	1/4	1/4	1/1	1/5
Alternativa 4	6/1	4/1	5/1	1/1

(0,1160
0,2470
0,0600
0,5770)

Proceso analítico jerárquico (AHP)

Selección mejor alternativa

Criterio 1
0.6348

Criterio 2
0.1514

Criterio 3
0.1514

Criterio 4
0.0624



Alternativa 1

Alternativa 2

Alternativa 3

Alternativa 4

0.1160	0.3790
0.2470	0.2900
0.0600	0.0740
0.5770	0.2570

Proceso analítico jerárquico (AHP)

EN TEORÍA DE LA DECISIÓN:

El vector columna final nos indica el peso de cada alternativa, y por lo tanto nos permite elegir la mejor.

$$\begin{pmatrix} 0,1447 \\ 0,2366 \\ 0,1712 \\ 0,4475 \end{pmatrix}$$


Proceso analítico jerárquico (AHP)

CONSISTENCIA DE LAS MATRICES.

- Se determina calculando el ratio de consistencia (CR).

Tamaño matriz	% máximo CR
3	5%
4	9%
≥ 5	10%



	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 59 DE 110	TITULACION

ANEXO 9. Nantes E. (2019). EL MÉTODO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS PARA LA TOMA DE DECISIONES. REPASO DE LA METODOLOGÍA Y APLICACIONES.

Recuperado el 14 de Agosto del 2022 de:

<file:///C:/Users/HP/Downloads/fvillarreal,+6.+T4601.pdf>

EL MÉTODO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS PARA LA TOMA DE DECISIONES. REPASO DE LA METODOLOGÍA Y APLICACIONES

ESTEBAN A. NANTES

Departamento de Ciencias de la Administración- Universidad Nacional del Sur
 enantes@uns.edu.ar - esteban.nantes@gmail.com

Fecha recepción: Marzo 2019 Fecha aprobación: Octubre 2019

RESUMEN

La actividad empresarial, de gobierno y de administración de sistemas organizacionales en general requiere de herramientas para la toma de decisiones que permitan definir problemas complejos, estructurarlos, analizar alternativas para resolverlos y seleccionar la más adecuada de ellas conciliando los intereses de múltiples interesados.

El objetivo de este trabajo es presentar un repaso del método cuantitativo *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para dar soporte en procesos de decisión en los que se deben tener en cuenta varios criterios y donde existen múltiples alternativas y mostrar además diferentes aplicaciones para las que se ha utilizado la herramienta.

En una primera parte se hace un repaso del método AHP desde un enfoque práctico. No se profundiza en los aspectos matemáticos del método, sino en aquellos que permiten comprender su funcionamiento y el tipo de problemas en los que puede asistir.

En una segunda parte se enumeran varias aplicaciones del método recopiladas de la literatura existente, con el objetivo de ilustrar su versatilidad para la aplicación a diferentes tipos de problemas de gestión.

Por último, se elabora una breve discusión sobre el método y la importancia de incorporar métodos cuantitativos en la práctica organizacional.

PALABRAS CLAVE: Proceso analítico jerárquico - Decisión multicriterio - Toma de decisiones

ABSTRACT

Business and organizational management requires tools to aid in the analysis of complex problems. Managerial decision making usually involves selecting one among multiple alternatives while reconciling the interests of many stakeholders.

The objective of this paper is to present a description of the Analytical Hierarchy Process (AHP) method and to introduce real life applications.

In a first part, AHP is described from a practical approach, focusing in those aspects that allow an understanding of how it works and the type of problems in which it can be useful.

In a second part, several applications of the method compiled from extant literature are listed, in order to illustrate its versatility for application to different types of management problems.

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 60 DE 110	TITULACION

Finally, a brief discussion on AHP and the value of quantitative methods in organizational practice is elaborated.

KEYWORDS: Analytic hierarchy process - Multicriteria decisión - Decision making

1. INTRODUCCIÓN

La actividad empresarial, de gobierno y de administración de sistemas organizacionales en general supone la toma de decisiones para resolver situaciones problemáticas o de oportunidad. Una solución adecuada a estas situaciones debe tener en cuenta los criterios relevantes a esa decisión y la forma en que las alternativas analizadas satisfacen estos criterios, incluyendo la medida en que concilian múltiples intereses a menudo contrapuestos.

La complejidad que presentan estas decisiones se vuelve mayor cuanto más grande es el alcance del problema, la necesidad y escasez de recursos necesarios y personas o entidades que tengan intereses sobre el objeto de decisión. Esta complejidad puede abordarse a través del uso de metodologías que permitan estructurar el problema, modelarlo, y ponderar en forma eficiente los criterios que son relevantes a esa decisión, para luego definir la alternativa que mejor se ajuste a ellos.

La teoría de la decisión es un área de estudio interdisciplinaria que analiza los procesos de decisión tanto desde un enfoque descriptivo como normativo. Desde la investigación operativa se han desarrollado varios métodos que permiten abordar diferentes tipos de decisiones en entornos complejos y con criterios en conflicto o al menos contrapuestos como pueden ser costo, calidad, velocidad e intereses de los involucrados, entre otros.

La toma de decisiones multicriterio (MDCM) es una subdisciplina de la investigación operativa que estudia los métodos y procedimientos para la toma de decisiones en las que existen múltiples criterios en conflicto.

Desde la teoría de la toma de decisiones se han propuesto y desarrollado varios métodos cuantitativos para apoyar las decisiones en las que intervienen múltiples criterios o alternativas. Un método muy conocido y probablemente el más utilizado por su sencillez es el método de ponderación lineal o *scoring* (Berumen & Redondo, 2007).

Este método consiste en identificar y asignar un peso a los diferentes criterios en relación con los cuales se quieren calificar las alternativas de decisión, luego calificar cada una de las alternativas en relación con esos atributos y por último agregar las calificaciones de cada alternativa para cada criterio ponderadas por el peso definido para cada atributo. La sumatoria de calificaciones obtenidas en cada criterio ponderadas por su peso determina una puntuación o *score* de cada alternativa, el cual se puede comparar con el del resto para seleccionar una de ellas, u ordenarlas por orden de preferencia.

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 61 DE 110	TITULACION

2. EL MÉTODO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)

El método anterior es sencillo de entender y explicar. Es por derecho propio un método cuantitativo y permite ser implementado sin mayores dificultades en planillas de cálculo. Sin embargo ese método resulta insuficiente

para analizar decisiones en las que el problema en sí mismo es complejo por definición y requiere satisfacer criterios de diferente tipo, incluyendo criterios subjetivos o intangibles para los que no existen escalas de medición estándar.

El método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), propuesto por Thomas Saaty en 1980 es un método cuantitativo para la toma de decisiones multicriterio que permite generar escalas de prioridades basándose en juicios expertos manifestados a través de comparaciones por pares mediante una escala de preferencia. Esta escala permite incorporar en un modelo de decisión juicios sobre intangibles, representando la dominancia o preferencia de una alternativa frente a otra en relación con un atributo.

Según Saaty (2008) el proceso de decisión con AHP se puede descomponer en los siguientes 4 pasos esenciales o básicos:

1. La definición del problema y el tipo de conocimiento que se quiere obtener.
2. La estructuración del problema a través de la descomposición jerárquica en subproblemas (criterios y subcriterios), que deben resolverse para arribar a una solución satisfactoria. Las alternativas se encuentran en el nivel más bajo de dicha jerarquía.
3. La construcción de matrices de comparación, en las que se cargan los juicios expertos mediante el método de comparación uno a uno con la escala sugerida del método.
4. Por último la síntesis de cada una de las matrices y finalmente del modelo completo para obtener la prioridad global de cada alternativa.

Seguidamente se discuten más en detalle todos estos aspectos.

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 62 DE 110	TITULACION


2.1. Cómo definir y estructurar un problema de decisión

La estructuración de los problemas de decisión en un formato formalmente aceptable y manejable es probablemente el paso más importante del análisis de la decisión. De acuerdo con esta noción, la estructuración es el proceso creativo de traducir un problema inicialmente mal definido en un conjunto de elementos, relaciones y operaciones bien definidos (vonWinterfeldt, 1980)

La tarea más creativa al abordar un proceso de toma de decisión a través de AHP es elegir los factores que son importantes para esa decisión. Una vez seleccionados esos factores se deben acomodar en una jerarquía descendiente desde el objetivo principal a criterios, subcriterios y por último alternativas en sucesivos niveles (Saaty, 1990).

Representar el problema en una estructura jerárquica permite lograr una vista general de todo el problema y a la vez analizar si el modelo representa adecuadamente la magnitud relativa de cada criterio.

En FIGURA 1 se puede ver la estructuración jerárquica de un problema con AHP. En un primer nivel se establece el objetivo general del proceso de decisión. A efectos de ilustrar el funcionamiento del método se propone un ejemplo sencillo como puede ser la compra de un vehículo familiar. En este caso entonces el objetivo definido podría ser "Comprar el auto más adecuado para la familia".

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 63 DE 110	TITULACION

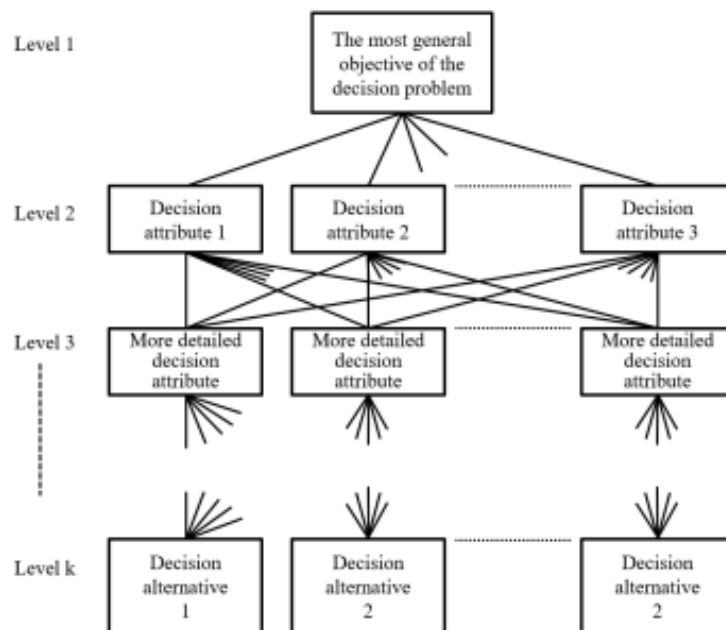


FIGURA 1. Estructuración jerárquica con AHP de un problema de decisión (Zahedi, 1986)

En un segundo nivel se definen los criterios que tienen importancia y peso propio en la decisión. Estos pueden ser tangibles, medibles y representables dentro de una escala estándar, como "rendimiento en kilómetros por litro", "precio de compra", "capacidad del baúl" o "potencia del motor", pero también pueden ser intangibles para los que no existen escalas sino percepciones subjetivas como "prestigio de la marca", "confort", "seguridad" o "disponibilidad de colores y accesorios".

Esos criterios pueden a su vez desdoblarse indefinidamente siempre y cuando esto sea relevante al objeto de decisión, pero es válido aclarar que cada apertura hará más compleja la estructura del modelo y trabajoso luego el proceso de decisión, por lo que no resulta conveniente extender innecesariamente el modelo con criterios poco importantes.

Una buena práctica al momento de estructurar un problema de decisión es la de generar una sesión de *brainstorming* con los participantes del proceso para enumerar todos los criterios posibles que pueden tener relación con la decisión independientemente de su importancia. Luego todos los criterios enumerados deben ordenarse, priorizarse, se deben descartar los menos relevantes, generar un prototipo y eventualmente reestructurarlo hasta que refleje adecuadamente el problema de decisión que se debe resolver.

En el último nivel del modelo siempre se enumeran las alternativas de decisión. Siguiendo con el ejemplo de la compra de un auto familiar, se

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 64 DE 110	TITULACION

enumerarán todos los modelos de vehículos que pueden ser candidatos a ser adquiridos. Por ejemplo "Ford Focus", "Honda HRV", "Toyota Corolla".

2.2.Comparación de a pares

El método AHP exige que cada criterio y alternativa se pondereen relación con otros criterios y alternativas en la forma de comparaciones en parejas. Esto implica que se debe indicar un nivel de preferencia comparando cada elemento uno contra uno para todas las combinaciones posibles.

La justificación de esto es que la forma más efectiva de concentrar un juicio sobre algo es tomar sólo dos elementos y compararlos entre sí respecto a una sola propiedad y dejando de lado todas las demás (Saaty, 1990).

Por ejemplo, al momento de ponderar criterios en el problema de selección de un auto familiar una pregunta puede ser: ¿Qué tan preferible es la seguridad respecto al rendimiento en kilómetros por litro con relación al objetivo definido para el análisis?

A su vez, al evaluar las alternativas la pregunta será ¿Qué tan preferible es el modelo "A" respecto del modelo "B" con relación al criterio confort?

El método AHP es particularmente útil para ponderar propiedades en las que no existe una escala estándar de medida (afinidad política, honestidad, brillo percibido). Estas son conocidas como propiedades intangibles (Saaty, 1990).

Para realizar las comparaciones es precisa una escala de números que indique en cuántas magnitudes es preferible un elemento (criterio o alternativa) sobre otro con relación a la propiedad respecto a la cual se lo analiza (Saaty, 2008). Esta escala se detalla en FIGURA 2.

Intensidad	Definición	Explicación
1	De igual importancia	Las actividades contribuyen de igual forma al objetivo.
3	Moderada importancia	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra.
5	Importancia fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a una actividad sobre la otra.
7	Importancia muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra; su predominancia se demostró en la práctica.
9	Importancia extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra es absoluta e incuestionable.
2,4,6,8	Valores intermedios	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes.
Recíprocos	$a_{(ij)}=1/a_{(ji)}$	Cuando i tiene un valor respecto a j igual a un entero de los indicados arriba, entonces el valor de j respecto a i es igual a 1/a.

FIGURA 2. Escala fundamental de preferencia (Saaty, 1980)

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 65 DE 110	TITULACION

ANEXO 10. Peña C. (2011). Estudio de baterías para vehículos eléctricos. Madrid, España.
Recuperado el 12 de junio del 2022 de: <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/11805#preview>

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL:

ELECTRÓNICA INDUSTRIAL



ESTUDIO DE BATERÍAS PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.

AUTOR: Carlos Peña Ordóñez.

TUTOR: Jorge Pleite Guerra.

Mayo, 2011

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 66 DE 110	TITULACION



1 ESTADO DEL ARTE DE LAS TECNOLOGÍAS DE BATERÍAS

1.1. INTRODUCCIÓN.

La electricidad hoy en día tiene innumerables aplicaciones, esto es debido a la facilidad con que se transforma en otras formas de energía, como mecánica, química o térmica. El principal suministro de energía eléctrica se realiza a través de la red eléctrica, sin embargo hay muchas ocasiones en las que se necesita disponer de energía eléctrica sin poder adquirirla de la red eléctrica.

Uno de los principales problemas de la energía eléctrica, es la dificultad a la hora de su almacenamiento. Las baterías son una de las pocas formas fiables de almacenar la energía eléctrica, convirtiendo la energía eléctrica, en energía química y viceversa. De esta manera podemos disponer de energía eléctrica cuando deseemos sin depender de la red.

El desarrollo en los últimos años de nuevas aplicaciones (vehículos eléctricos, sistemas fotovoltaicos, sistemas de alimentación ininterrumpida, etc.) han propiciado el surgimiento y desarrollo de nuevas tecnologías de baterías, cada vez más eficientes y fiables.

En los siguientes apartados de este capítulo, se clasifican los diferentes tipos de baterías y se describe la terminología que se ha adoptado. Además, se realiza un análisis comparativo de las principales tecnologías de baterías [1].

1.2. CLASIFICACIÓN DE BATERÍAS.

Existen dos clases de pilas: la primaria, cuya carga no puede renovarse cuando se agota, excepto reponiendo las sustancias químicas de que está compuesta, y la secundaria, que sí es susceptible de reactivarse, sometiéndola al paso más o menos prolongado de una corriente eléctrica, en sentido inverso a aquél en que la corriente de la pila fluye normalmente [1].

El campo de aplicación de las baterías primarias se enmarca fundamentalmente dentro de las potencias bajas y de ahí que sean generalmente de tamaño pequeño.

Las baterías secundarias se comercializan en un amplio margen de capacidades, desde capacidades bajas (algunos cientos de miliamperios-hora) hasta capacidades medias y altas (varias decenas o centenas de amperios-hora).

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 67 DE 110	TITULACION



Este proyecto se centra en el estudio de la tecnología más adecuada para una moto de competición eléctrica, por este motivo, el trabajo se refiere únicamente al grupo de baterías secundarias.

1.3. TERMINOLOGÍA UTILIZADA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE BATERÍAS.

A lo largo de este proyecto será necesario mencionar distintos parámetros e índices, que definen las características de las baterías. Debido a esto y para acondicionar la introducción a los siguientes capítulos de este proyecto, se hace necesario presentar los siguientes parámetros.

1.3.1. Parámetros que caracterizan a una batería.

- **Celda:** El menor elemento que forma una batería, pueden ser asociada en serie o en paralelo con otras, con el objetivo de conseguir los valores de corriente o de tensión deseados [2].
- **Estado de carga (SOC) %:** Expresión que indica el estado de carga de la batería de manera porcentual, respecto al cien por cien de la capacidad cuando la batería está completamente cargada [2].
- **Profundidad de descarga:** Relación entre la capacidad en amperios-hora (Ah) entregada por una batería durante su descarga y la capacidad nominal de la misma. DOD (*Depth Of Discharge*) [2].
- **Tensión en vacío (E_0):** La tensión que una batería tiene entre sus terminales, cuando no se cierra un circuito a través de ellos, su valor depende de la naturaleza de la química que se utilice [2].
- **Tensión en circuito cerrado (E):** Tensión que aparece entre los terminales de una batería cuando está conectada a una carga. Cuando una batería suministra energía a una carga, su tensión disminuye tanto o más, cuanto mayor sea la corriente de descarga [2].
- **Resistencia interna:** Se define como un concepto que ayuda a modelar las consecuencias eléctricas de las complejas reacciones químicas que se producen dentro de una batería.

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 68 DE 110	TITULACION



Es imposible medir directamente la resistencia interna de una batería, pero ésta puede ser calculada mediante los datos de corriente y voltaje medidos sobre ella. Así, cuando a una batería se le aplica una carga, la resistencia interna se puede calcular mediante cualquiera de las siguientes ecuaciones:

$$R_B = \left(\frac{V_S - V}{I} \right) \quad (1.1) \quad R_B = \left(\frac{V_S}{I} \right) - R_L \quad (1.2)$$

- R_B : Resistencia interna de la batería.
- V_S : Voltaje de la batería en vacío.
- V : Voltaje de la batería con la carga.
- R_L : Resistencia de la carga.
- I : Intensidad suministrada por la batería.

La resistencia interna varía con la edad de la batería, pero en la mayoría de baterías comerciales la resistencia interna es del orden de 1 ohmio [3].

- **Capacidad:** La capacidad de una batería es la cantidad medida de amperios-hora m (Ah), que puede suministrar o aceptar una batería. El valor de la capacidad de una batería (C), se calcula como la integral de la corriente a lo largo de un determinado periodo de tiempo, esta relación se muestra en la siguiente ecuación:

$$C = \int_{t_1}^{t_2} i \cdot \delta t \quad (1.3)$$

La ecuación es de aplicación general tanto para la descarga (capacidad extraída de la batería) como para la carga (capacidad suministrada a la batería). Aunque esta ecuación es una definición básica de capacidad, existen diferentes definiciones dependiendo de las condiciones bajo las cuales se realiza la medida de capacidad [1].

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 69 DE 110	TITULACION



- Capacidad nominal:** Capacidad que puede entregar una batería desde plena carga, hasta alcanzar una tensión en descarga determinada, a una temperatura ambiente fijada y utilizando una razón de descarga específica. Por ejemplo, una batería tiene una capacidad nominal de 100 Ah, cuando descargándola desde su estado de plena carga, con una corriente constante de 20 A y a temperatura de 23°C, es capaz de mantener la tensión por encima de 1 V/celda durante al menos 5 horas [1].
- Capacidad real:** Capacidad que puede entregar una batería desde su estado de plena carga y en condiciones de funcionamiento diferentes a las establecidas para definir la capacidad nominal de la batería, excepto la tensión de finalización de la descarga. La capacidad real puede ser menor o mayor que la capacidad nominal, dependiendo de la razón de descarga utilizada y de la temperatura ambiente del entorno donde está funcionando la batería [2].
- Capacidad retenida:** Capacidad conservada por la batería después de un periodo de reposo o inactividad [2].
- Máxima corriente de descarga continua:** Máxima corriente que la batería puede descargar de forma continuada. Este límite viene definido por el fabricante para evitar daños o una posible reducción de la capacidad de la batería.
- Máxima corriente en intervalos:** Corriente máxima a la que la batería puede ser descargada en intervalos de tiempo (entorno a 10 ms), límite que viene fijado por el fabricante con el fin de evitar daños y pérdidas de prestaciones. La máxima corriente por intervalos suele ser sensiblemente más alta que la máxima corriente continua.
- Índice C:** El **culombio** o **coulomb** (símbolo **C**), es la unidad derivada del sistema internacional para la medida de la magnitud física "cantidad de electricidad" (carga eléctrica) [5].
Es la razón de carga o descarga expresada en amperios y hora. Con frecuencia se utilizan múltiplos y submúltiplos de este índice, para definir la magnitud de la corriente de carga o de descarga de la batería.

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 70 DE 110	TITULACION



Se define como la cantidad de carga transportada en un segundo por una corriente de un amperio de intensidad de corriente eléctrica.

$$1 \cdot C = 1 \cdot A \cdot s \quad (1.4)$$

- **Autodescarga:** Pérdida de capacidad de una batería, cuando se mantiene en circuito abierto. Generalmente, la autodescarga se expresa en términos de porcentaje de pérdida de capacidad, con respecto a la capacidad nominal en un periodo de tiempo de un mes [2].
- **Sobrecarga:** Proceso que tiene lugar cuando se continúa cargando una batería, después de que se pierde la eficiencia de las reacciones electroquímicas al carga [2].
- **Densidad de Energía:** Energía que puede almacenar una batería por unidad de volumen (Wh/l) [2].
- **Densidad de Potencia:** Potencia que puede entregar una batería por unidad de volumen (W/l) [2].
- **Energía Específica:** Energía que puede almacenar una batería por unidad de peso (Wh/kg) [2].
- **Potencia Específica:** Potencia que puede entregar una batería por unidad de peso (W/kg) [2].
- **Vida útil:** Tiempo que la batería puede mantener sus prestaciones por encima de unos límites mínimos predeterminados. Definido también como el número de veces que la batería puede ser recargada, para recobrar su capacidad completa después de su uso [2].
- **Eficacia (%):** Es la fracción de energía eléctrica que devuelve la batería, en proporción a la energía que ha sido necesaria para cargarla. Cuanto más alta, mayor será su rendimiento, idealmente el 100%. También es importante que una batería mantenga su eficacia en función del tiempo de almacenamiento [4].

 Powered by Arizona State University	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 71 DE 110	TITULACION



- **Tiempo de recarga normal (h):** Es el tiempo necesario para recargar completamente la batería [2].
- **Tiempo de recarga rápida:** Son los tiempos necesarios para recargar la batería a la mitad o al 99% de su capacidad. Este tipo de carga no está enfocado a las actuales baterías de litio, en la que su tiempo de carga ronda los 60 minutos o menos [2].
- **Curvas de carga y descarga:** Gráfica utilizada para definir el funcionamiento y prestaciones de una batería.

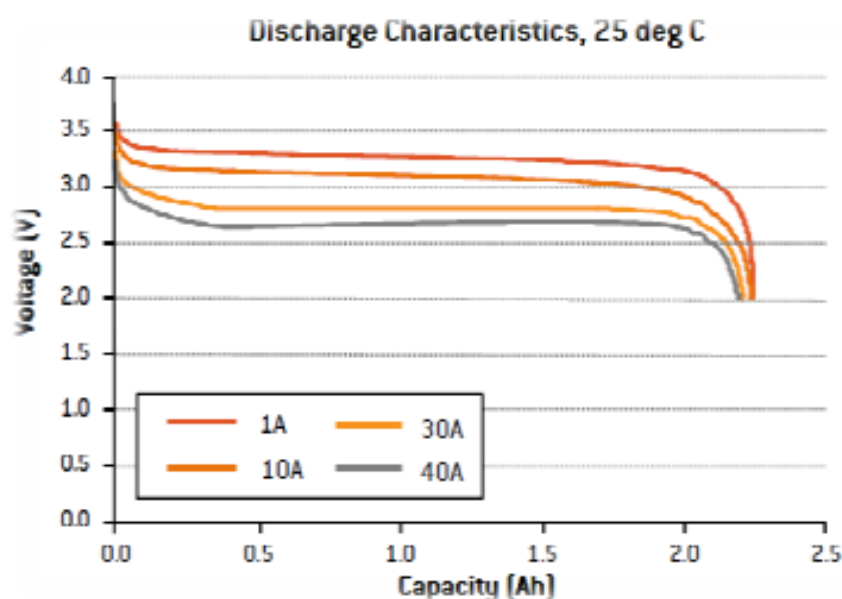


Figura 1. Curva de descarga, de la celda 26650 de A123 System [13]

- **Delta Peak:** Sistema utilizado para la carga de baterías de NIMH y NiCd. Detecta el fin de carga a partir de los picos de tensión que proporciona este tipo de baterías durante su carga.

Cuando las baterías se acercan a su plena carga, su voltaje aumenta bruscamente aumentando también sus picos de tensión, los cuales son detectados por el cargador, quien finalizará la carga.

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 72 DE 110	TITULACION



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
Estudio de baterías para vehículos eléctricos.

- **Descargas anormales:** Son aquella que se separa al menos un 10% de la normal teórica estimada para su curva de descarga (subjativa a cada fabricante) [2].
- **Potencia máxima de un elemento(en tecnología de litio):** Aquella en la que el elemento es capaz de entregarnos al menos un 80% de su capacidad nominal, antes de bajar de 3V y no superar 50° en su superficie, en el menor tiempo posible (subjetivo a cada fabricante) [2].
- **Coste (€/kWh):** el coste de la batería por unidad de energía almacenada, esencial para aplicaciones económicas. Para un acumulador de plomo típico es del orden de 350 €/kWh. En comparación, el coste medio de electricidad en Europa es alrededor de 10 céntimos de €/kWh [4].
- **Toxicidad:** No es fácil de cuantificar, pero es de vital importancia debido a que muchas tecnologías utilizan productos muy contaminantes. Es por ello que las nuevas tecnologías desechan el uso de metales como el mercurio que ha causado importantes incidentes medioambientales [4].



Figura 2. Elementos altamente contaminantes [4]

1.4. BATERÍAS DE PLOMO-ÁCIDO.

Las baterías de plomo son un tipo de baterías comunes en vehículos convencionales, no híbridos. Suelen ser de 6 y 12v y están constituidas internamente por celdas de 2v. Constituyen una parte importante del mercado mundial de baterías, tanto primarias como secundarias.

Poseen una gran capacidad de descarga durante un breve periodo de tiempo, lo que las hace ideales para el arranque de motores de combustión. Su forma más conocida es la batería de automóvil. Están formadas por un depósito de ácido sulfúrico y en su interior una serie de placas de plomo dispuestas alternadamente.

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 73 DE 110	TITULACION



Muchas aplicaciones requieren un conocimiento del estado de carga de la batería o de las células individuales que forman la batería. Esto puede ser simplemente para proporcionar al usuario una indicación de la capacidad restante en la batería, o podría ser necesaria en un circuito de control para garantizar un control óptimo del proceso de carga.

El SOC es particularmente importante para las baterías de litio. Son las únicas que necesitan obligatoriamente un sistema electrónico de gestión de baterías (BMS) para mantener la batería dentro de un marco de seguridad y garantizar un ciclo de vida largo.

2.2.5.1. CÓMO SE DETERMINA EL SOC.

El SOC es definido normalmente de dos maneras:

- La capacidad disponible, es expresada como un porcentaje de la capacidad que poseía la batería originalmente.
- La capacidad disponible, es expresada como un porcentaje de la capacidad actual.

Aunque habitualmente se suele utilizar la primera opción, es más útil la segunda, pues la capacidad de la batería se reduce gradualmente a medida que esta envejece. Se estima que la capacidad de una batería o celda se reduce hasta el 80% de su capacidad al final de la vida, debido a los efectos de las temperaturas y a las altas tasas de descarga, reduciendo la capacidad efectiva de las celdas [23].

2.2.6. ESTADO DE SALUD (SOH).

El estado de salud es una "medida" que refleja la condición general de una batería, para ofrecer las prestaciones previstas en comparación con una batería nueva. Tiene en cuenta factores como la aceptación de la carga, la resistencia interna, el voltaje y la auto-descarga.

Durante la vida útil de una batería, su rendimiento o "salud" tiende a deteriorarse progresivamente, debido a los irreversibles cambios físicos y químicos que tienen lugar con el uso y con la edad, hasta que finalmente la batería ya no es utilizable.

A diferencia del SOC que se puede determinar mediante la capacidad de la batería, no hay una definición absoluta para el SOH.

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 74 DE 110	TITULACION

ANEXO 11. Hernández D; Rueda J. (2020). Diseño de un sistema de mejora de autonomía para un vehículo eléctrico. Bogotá, Colombia. Recuperado el 12 de junio del 2022 de: <http://52.0.229.99/bitstream/20.500.11839/7896/1/4122575-2020-1-IM.pdf>

DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEJORA DE AUTONOMÍA PARA UN VEHÍCULO ELÉCTRICO

**DANIEL ALFONSO HERNÁNDEZ VARGAS
JOSÉ DAVID RUEDA ARENAS**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTÁ D.C
2.020**

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 75 DE 110	TITULACION

Tuvo que pasar algo más de una década para poder ver por las calles motores eléctricos, dando lugar a los primeros servicios de los Hackney Cabs. Aparte de los modelos construidos a petición de ricos empresarios y fabricados de forma individual, el verdadero debut de los vehículos eléctricos fue en las flotas de taxis de Inglaterra con los conocidos Taxi-Cab, para extenderse posteriormente a Francia o Estados Unidos. En aquellos años, la solución ideal para este tipo de transporte pasaba por el motor eléctrico. Las cualidades que lo hacían mejor respecto al motor térmico siguen siendo las mismas que hoy en día: no emite ningún sonido en su funcionamiento, facilidad de uso y robustez.

Varios fabricantes competían en el mercado francés, como CharlesJeantaud, Louis Krieger o Charles Mildé, que ofrecían turismo y vehículos comerciales con motores eléctricos. Por otra parte, en 1899 el piloto belga Camille Jenatzy conseguía romper un récord de velocidad con su bólido eléctrico "La Jamáis Contenté" (La que nunca está satisfecha), al superar los 100 km/h.

1.1 CONCEPTOS BÁSICOS

1.1.1 Autonomía. La autonomía de un vehículo se define como la distancia máxima que puede recorrer dicho vehículo antes de detenerse totalmente sin tener que repostar combustible, o para este caso recargar las baterías.

Ya que el consumo de los vehículos varía en función del recorrido y de la velocidad, la autonomía también varía, es decir, una batería de mayor capacidad permite una mayor autonomía, pero afecta gravemente el peso del vehículo, y se necesita mayor potencia para lograr mover este lo que afecta negativamente su autonomía, lo ideal es buscar una buena relación entre el peso y la potencia de los componentes que se van a agregar para mejorar la autonomía para así conseguir la mejor relación que nos permita una mejora efectiva.

1.1.2 Vehículo eléctrico. Es un vehículo propulsado por uno o más motores eléctricos. La tracción puede ser proporcionada por ruedas o hélices impulsadas por motores rotativos, o en otros casos utilizar otro tipo de motores no rotativos, como los motores lineales o los motores inerciales.

Los vehículos eléctricos obtienen su capacidad de movimiento por la energía eléctrica liberada por unas baterías o bien por una célula de combustible de hidrógeno o tomada directamente de una red eléctrica a la que están conectados permanentemente. El sistema de generación y acumulación de la energía eléctrica constituye el sistema básico para mover un vehículo eléctrico.⁵

Diagrama 1. Esquema conceptual de la configuración de un vehículo eléctrico



Fuente: ASOCIACION NACIONAL DE INGENIEROS DEL ICAI. [sitio web]. Madrid: Asociación de Ingenieros del ICAI, foro sobre el vehículo eléctrico. [consulta: 12 diciembre 2018]. Disponible en: <https://www.icaei.es/event/3768/>

Generalmente, para ello se utilizan los acumuladores electroquímicos, formados por dos sustancias conductoras bañadas en un líquido también conductor. El intercambio de cargas positivas y negativas entre ambos componentes mantiene una corriente eléctrica que puede ser utilizada para el funcionamiento del motor del vehículo eléctrico.

1.1.3 Motor eléctrico. Un motor eléctrico es una máquina rotativa que transforma la energía eléctrica en energía mecánica, a través de diferentes interacciones electromagnéticas. Hay algunos motores eléctricos que son reversibles, es decir, que pueden hacer el proceso inverso al mencionado antes, esto es transformar la energía mecánica en energía eléctrica pasando a funcionar como un generador. El principio de la conversión de la energía eléctrica en energía mecánica por medios electromagnéticos fue demostrado por el científico británico Michael Faraday en 1821. De acuerdo con este principio, sobre un conductor con corriente aparece una fuerza mecánica cuando se encuentra en presencia de un campo magnético externo.⁶

En el motor de combustión, sólo el 18% de la energía del combustible es utilizada para mover el vehículo, el resto sirve para accionar el motor. En el vehículo eléctrico el 46% de la energía liberada por las baterías sirve para mover el vehículo, lo que indica una eficiencia entre 10-30% superior de este, respecto al vehículo convencional con motor de explosión. En un vehículo eléctrico puede haber un solo motor de tracción o varios, acoplados a las ruedas. Su función es transformar la energía eléctrica que llega de las baterías en energía cinética o de movimiento. Esta energía puede ser aprovechada en forma de corriente continua o en forma de corriente alterna. En este último caso requiere de un inversor.

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 77 DE 110	TITULACION

Tabla 5. Normativa ambiental colombiana

NORMATIVIDAD AMBIENTAL
Resolución 2254 de 2017 por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones. Decreto 948 de 1995 Decreto 1188 de 2003 – Aceites usados Resolución 601 de 2006 - Modificada por la Resolución 610 de 2010 - "Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia". Resolución 610 de 2010 - Calidad del Aire Resolución 651 de 2010 - Creación del SISAIRE Resolución 2154 de 2010 - Ajuste Protocolo Calidad del Aire Decreto 4741 de 2005 – Desechos peligrosos

Fuente: RED POR LA JUSTICIA AMBIENTAL DE COLOMBIA. [sitio web]. Colombia: Red por la justicia ambiental de Colombia, legislación ambiental. [consulta 20 enero 2019]. Disponible en: <https://justiciaambientalcolombia.org/herramientas-juridicas/legislacion-ambiental/>

1.8 AUTONOMÍA ACTUAL DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO

Con los datos anteriores se puede concluir que la autonomía de un vehículo depende de cada uno de los componentes anteriormente descritos, lo que significa que el consumo del vehículo varía en función del recorrido que este realiza y a la velocidad en la que se moviliza, por ejemplo, un tipo de batería superior a las convencionales da una mayor autonomía del vehículo, el factor más importante es poder recargar el vehículo durante el trayecto que está recorriendo, por lo cual surge este proyecto de grado ya que la infraestructura colombiana carece de estaciones de recarga para vehículos eléctricos.

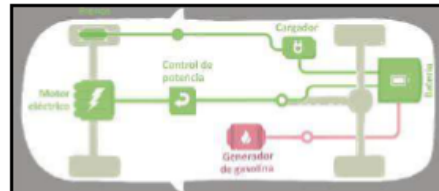
Otro aspecto muy importante es el peso de las baterías y su relación con el peso total del vehículo, ya que a mayor peso se requiere mayor fuerza para poder mover el vehículo, lo que implica que las baterías se descarguen más rápido.

La autonomía también tiene una gran importancia en las competencias de automotores, ya que han surgido casos en los que el vehículo con menor potencia, pero con mayor capacidad de carga han sido campeones en este tipo de competencias.

El principal obstáculo para el desarrollo de estos vehículos ha sido la batería, por el largo tiempo de recarga, el peso, la corta vida útil (3 a 4 años) y la baja autonomía, además los rendimientos de escala que sólo mejoran si se aumenta el número de usuarios.

1.1.13.8 Vehículo eléctrico de autonomía extendida. Tiene las mismas características que el vehículo eléctrico de batería, pero lleva además otra fuente secundaria. Una que funciona como un generador interno para recargar las baterías, lo que permite aumentar la autonomía del vehículo. Se trata de un pequeño motor auxiliar de combustión que recarga las baterías en el caso de que éstas se agoten y no se tenga donde recargarlas. Nada más. El motor de combustión no mueve el vehículo, sólo genera energía para recargar las baterías y así contar con una mayor autonomía para el motor eléctrico. Según los modelos, la anterior autonomía entre 80 y 200 Km se puede alargar con el motor de combustión, cargando las baterías, por encima de los 600 Km.¹⁹

Diagrama 6. Esquema de un vehículo eléctrico de autonomía extendida.



fuente: COCHES.COM. [sitio web]. España: Coches.com, noticias. [consulta 22 diciembre 2018]. Disponible en: <https://noticias.coches.com>

1.1.14 Infraestructura de recarga. Como cualquier sistema de transporte, el vehículo eléctrico requiere de la existencia de una infraestructura que le permita tener acceso a la fuente de energía que alimenta su motor, en este caso, la electricidad. Uno de los principales retos del vehículo eléctrico es crear una infraestructura de recarga fiable, accesible y cómoda para el ciudadano. En la actualidad hay varios tipos de recarga; desde los lentos, idóneos para recargar en casa, hasta los más rápidos, capaces de completar la carga en diez minutos.²⁰

1.1.14.5 Carga lenta. Es la más estandarizada y todos los fabricantes de vehículos eléctricos la aceptan. Se suele realizar con corriente alterna monofásica a una tensión de 230 voltios (V) y una intensidad de hasta 16 amperios (A). El tiempo necesario para una recarga completa de la batería (tipo 24kWh) ronda entre las 6 y 8 horas. Es apto para garajes privados, ya que es la misma tensión y corriente que la doméstica.²⁰

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 79 DE 110	TITULACION

1.1.14.6 Carga semi – rápida. Sólo la aceptan algunos vehículos, aunque es previsible que en fechas próximas sea un tipo de recarga bastante común. La carga se realiza con corriente alterna trifásica, con una tensión de 400V y una intensidad de hasta 64A. En este caso, el tiempo de recarga se reduce a 3 ó 4 horas.²⁰


1.1.14.7 Carga rápida. Concebida a más largo plazo por sus mayores complicaciones. Algunos fabricantes ya la admiten. Consiste en alimentar al vehículo con corriente continua a 400V y hasta 400A. El tiempo de recarga se reduce a unos 15 - 30 minutos.²⁰

1.1.15 Ventajas de los motores eléctricos ²¹

- Un motor eléctrico no quema combustibles durante su uso, por lo que no emite gases a la atmósfera.
- Un motor eléctrico producido en serie es más compacto, más barato y mucho más simple que un motor de combustión interna. No necesita circuito de refrigeración, ni aceite, ni demasiado mantenimiento.
- Funciona a pleno rendimiento sin necesidad de variar su temperatura. Al no tener elementos oscilantes, no necesita volantes de inercia ni sujeciones espaciales que lo aislen del resto del vehículo. Al generar poco calor y no sufrir vibraciones su duración puede ser muy elevada.
- Un motor eléctrico no necesita cambio de marchas, exceptuando un mecanismo para distinguir avance o retroceso, que bien puede ser la inversión de polaridad del propio motor.
- Una vez que se elimina la caja de cambios y la refrigeración, se abre la posibilidad de descentralizar la generación de movimiento, situando un pequeño motor en cada rueda en lugar de uno "central" acoplado a una transmisión. Lo que puede suponer una nueva distribución del espacio del vehículo.
- En cuanto a la eficiencia del motor eléctrico, ésta se sitúa alrededor del 90%. Por limitaciones termodinámicas un motor Diésel se situaría en eficiencias de hasta un 40%, siendo este superior a la eficiencia de un motor de gasolina.
- Resulta sencillo recuperar la energía de las frenadas (o parte de ella) para recargar las baterías, porque un motor eléctrico puede ser también un generador eléctrico.
- Otra gran ventaja del vehículo eléctrico es su proceso reversible. Esto quiere decir que de igual manera que carga su batería a través de la red eléctrica, el vehículo puede aportar también energía a la red eléctrica, de manera reversible. Este hecho se conoce como "VEHICLE 2 GRID".
- Prácticamente no hace ruido al funcionar y sus vibraciones son imperceptibles.

1.1.16 Desventajas de los motores eléctricos ²¹

- La principal desventaja y la más importante es la autonomía que tiene el vehículo eléctrico sin conectarlo a la red. El hecho de que a los 100 o 120 kilómetros de

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 80 DE 110	TITULACION

ANEXO 12. Vargas W. (2017). La obesidad, una pandemia nacional. Recuperado el 12 de junio del 2022 de: <https://www.binasss.sa.cr/textos/obesidadIII.pdf>

Nota: La información contenida en este documento es responsabilidad del autor

LA OBESIDAD UNA PANDEMIA NACIONAL



Dr. William Vargas González
Pediatra, MSc. en Nutrición Humana
Agosto, 2017

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 81 DE 110	TITULACION

constituyen un problema de salud de grandes dimensiones. El problema, primero se observó en los países más desarrollados, pero luego se extendió aceleradamente a la mayoría de los países en el mundo occidental, por lo que la Organización Mundial de la Salud (OMS) lo califica como una "epidemia mundial", una pandemia.

A. Qué es la obesidad y cómo medirla

La obesidad es "una enfermedad crónica debida a la acumulación de grasa en el tejido adiposo y en otros tejidos del organismo". Existen varios métodos para medir el grado de peso excesivo por la acumulación de grasa en una persona:

- **Índice de Masa Corporal (IMC).** Es el método que se usa en los servicios de salud para los adultos desde hace dos décadas; para los niños y adolescentes se utilizan gráficas o tablas. Un índice menor de 18, la persona está delgada o con bajo peso; entre 18 y 24.9, la persona tiene un peso normal; entre 25 y 29.9 está con sobrepeso; 30 o más se califica como obesa. Se reconoce como obesidad mórbida o tipo III aquella con un IMC sobre 40.
- **Circunferencia del abdomen a la altura del ombligo:** normal, 88 cm o menos para las mujeres; 102 cm o menos para los hombres (OMS).
- **Cálculo de peso según estatura y sexo.** Aplicando los dos métodos anteriores, la persona desconoce cuál es su peso normal en kilos y en consecuencia, cuántos tiene de exceso. Una fórmula sencilla utilizada anterior al IMC fue la siguiente: pesar y medir a la persona; **el peso promedio normal es el de los centímetros sobre el metro; si la persona mide 1.70 cm su peso promedio normal es de 70 Kg. En las mujeres se le restan 3 Kg. A este peso promedio se le resta o se le suma el 5%; este es el rango normal de peso.** Con este método, aunque menos preciso, la persona puede reconocer los Kg de exceso y ponerse metas para su reducción.

Existen otros métodos que utilizan los investigadores sobre el tema que no interesan para los objetivos de este trabajo.

B. Prevalencia y magnitud del problema

Las encuestas son reveladoras. En Costa Rica se dispone de encuestas de nutrición de 1982, 1996 y 2009. Como referencia sólo algunos datos: en 1982, las mujeres de 20 a 44 años tenían sobrepeso y obesidad, el 34%, en el 2009, el 60%. En 1982, las mujeres de 45-64 años estaban con sobrepeso y obesidad en el 55%, en el 2009, el 77%; dos tercios de todas ellas. Para los hombres, los datos disponibles abarcan las edades de 20 a 64 años; en 1982, el 22% estaban con sobrepeso y obesidad; en el 2009, el 62%. Para los niños de 5 a 12 años, en 1996 el 15% estaban con sobrepeso y obesidad,

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 82 DE 110	TITULACION

ANEXO 13. Ravella O. (2019). Emisión de contaminantes vehiculares de origen energético en centros urbanos. Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 12 de junio del 2022 de: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/85659/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

EMISION DE CONTAMINANTES VEHICULARES DE ORIGEN ENERGETICO EN CENTROS URBANOS.

O. Ravella¹, C. Discoli², L. Aón³, H. Olivera⁴,

IDEHAB, Instituto de Estudios del Hábitat UI6B. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata.
Calle 47 n°162. c.c. 478 (1900). La Plata, Buenos Aires, Argentina.
E-mail:oravella@arqui.farulp.unlp.edu.ar

RESUMEN

En este trabajo se presenta una metodología de cuantificación de los contaminantes vehiculares de origen energético, en el contexto de las relaciones complejas entre espacio, tecnología y actores que forman el sistema de transporte. Se analiza comparativamente su incidencia en diferentes escenarios, establecidos en función de la adopción de políticas urbanas y de transporte que prioricen prácticas de movilidad tendientes a lograr la minimización de los impactos ambientales. Se presentan datos que definen claramente la estrecha relación entre gestión y contaminación y se definen indicadores que podrán contribuir a la elaboración de pautas para incorporar en la planificación urbana en el marco del programa de "Ciudades sanas" que se implementa en la Comunidad Europea en vistas a lograr el mejoramiento de la calidad de vida y el control de los factores negativos al ambiente.

.Palabras claves: transporte-emisiones contaminantes-ciudad-ambiente

1. INTRODUCCIÓN

Diversos movimientos urbanos se han generalizado primero en Europa y últimamente en nuestro país para desarrollar nuevas formas de transporte menos negativas para el funcionamiento de las ciudades y el ambiente. Desde distintos gobiernos nacionales y municipales se promocionan proyectos como el denominado "Ciudades sanas" que entre otras cosas están promoviendo la utilización de la bicicleta, el uso de los transportes públicos y por ende propuestas de organización urbana que los posibiliten.

El conjunto de estos movimientos han organizado -a través de INTERNET- el día Mundial de la "ciudad sin autos" a realizarse el día 23 de septiembre en una importante cantidad de ciudades europeas e incluso en la ciudad de La Plata. Estos movimientos, que en nuestra ciudad han surgido espontáneamente y se están integrando a las redes mundiales, surgen a partir de la toma de conciencia colectiva de los graves problemas ambientales y urbanos que ocasiona el uso intensivo de la energía con sus consecuencias visibles y ocultas. Las visibles se verifican en los congestionamientos urbanos y periféricos por la proliferación de los automóviles particulares y la contaminación del aire que comienza a percibirse en los centros urbanos. Las consecuencias ocultas producidas en otros espacios fuera de las ciudades y muchas veces más peligrosos que los primeros. La extracción ilimitada de petróleo, los residuos de su utilización que se dispersa por los océanos y que afectan a todo el planeta. Esas manifestaciones pueden asimismo leerse como un símbolo de oposición ante la inoperancia de las políticas públicas que en la mayoría de los casos incentivan el uso de los transportes contaminantes. Así surge la necesidad de estudiar no sólo los modelos que nos permiten dimensionar el nivel de contaminación sino también los comportamientos individuales y sociales que posibiliten transformaciones estructurales en las modalidades de movilidad de las poblaciones. Son esos los fundamentos que asumimos para estudiar la problemática del transporte. En una primera etapa nos abocamos al estudio cuantitativo de los contaminantes del estado actual del sistema de transporte y su comparación con modelos alternativos. En una segunda etapa estamos estudiando los comportamientos de los distintos actores a efectos de analizar desde una perspectiva antropológica los mecanismos a partir de los cuales se toman las decisiones que determinan el sistema de movimientos de una ciudad.

En este trabajo presentamos el volumen de emisiones y la identificación de las zonas más afectadas de la Micro región del Gran La Plata, capital de la Provincia de Buenos Aires, República Argentina. La Micro Región con un total aproximado de 750.000 habitantes posee un automóvil cada 3,5 habitantes con un bajo factor de ocupación, aproximadamente igual a 1,2 personas por automóvil. En materia de transporte público en la Microregión el estado tiene poca participación y es la lógica empresarial que configura los recorridos, priorizando sus intereses a los de la población. De aquí que el uso del colectivo en

¹ Profesor Investigador UNLP ² Investigador CONICET ³ Becaria UNLP ⁴ Técnico

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 83 DE 110	TITULACION

ANEXO 14. Oleas D. (2014). La bicicleta y la transformación del espacio público en Quito (2003-2014). Quito, Ecuador. Recuperado el 12 de junio del 2022 de:
http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-66312016000100024

La bicicleta y la transformación del espacio público en Quito (2003-2014)

The bicycle and the transformation of Quito's public space (2003-2014)

Daniela Oleas Mogollón y María Belén Albornoz Barriga

Daniela Oleas Mogollón (Ecuador) cursa el Doctorado de Políticas Públicas de FLACSO Ecuador. oleas.daniela@gmail.com

María Belén Albornoz Barriga (Ecuador) es profesora investigadora del Departamento de Asuntos Públicos y Coordinadora Docente de FLACSO Ecuador. balbornoz@flacso.edu.ec

Fecha de recepción: 24 de agosto de 2015.

Fecha de aceptación: 30 de septiembre de 2015.

DOI: <http://dx.doi.org/10.17141/letrasverdes.19.2016.1817>

Resumen

La cada vez más generalizada tendencia urbana de introducir el uso de la bicicleta genera profundas transformaciones en el espacio público de las ciudades. Este artículo se centra en explicar las controversias del diseño de la política pública de movilidad que impulsa el transporte no motorizado en la ciudad de Quito, a partir del análisis de los problemas políticos y técnicos del diseño de la ciclovía y el sistema de alquiler de bicicletas públicas del gobierno local, conocido como BiciQuito (antes BiciQ). El modelo de análisis utilizado se basa en el enfoque socio-técnico a través de tres niveles de la política: el contexto en que se formula, la construcción del artefacto socio-técnico de la bicicleta y su uso en la vía pública, y el cierre de las controversias de los grupos relevantes en torno al impulso de la ciclovía como herramienta del transporte no motorizado.

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 84 DE 110	TITULACION

pueden utilizar estas de forma segura para diferentes actividades de tipo recreativo (IDRD, 2014) [1].

Un ejemplo más reciente es la ciclovía recreativa “Muévete en Bici”, de la ciudad de México. Inició en el año 2007 con el objetivo de promover el uso de la bicicleta entre sus habitantes, lo que derivó cuatro años más tarde en el proyecto de bicicleta pública. “Eco-Bici” constituye uno de los sistemas más grandes de América Latina, y cuenta con aproximadamente 4.000 bicicletas y 265 cicloestaciones (Delgado, 2014).

El Distrito Metropolitano de Quito fue uno de los pioneros en establecer vías liberadas de tráfico vehicular para que sus habitantes las utilicen de manera recreativa. En el año 2003 se inauguró formalmente el Ciclopaseo Dominical como una forma de promoción de la bicicleta y de apropiación del espacio público. La puesta en marcha del primer ciclopaseo, el 27 de abril de 2003, fue el resultado de eventos y voluntades de diversa índole.

El presente trabajo considera como artefacto tecnológico al sistema de bicicleta pública con sus ciclovías exclusivas, puesto que su construcción implicó una serie de condiciones históricas, sociales y económicas que trascienden el sistema en sí mismo. Esta es una opción tanto teórica como metodológica, pues exige identificar los grupos sociales relevantes que tienen relación con el artefacto, tanto a favor como en contra. Y explicar la flexibilidad interpretativa de los grupos a través de entrevistas semi-estructuradas, observación participante y análisis bibliográfico y mostrar las controversias en relación con el diseño del artefacto tecnológico y la transformación del espacio público en la ciudad.

La construcción social de la tecnología explica el proceso de desarrollo de un artefacto tecnológico a través de un proceso multidireccional, al contrario de los modelos lineales utilizados en estudios sobre innovación e historia de la tecnología (Bijker, 1993; Bijker, 2008; Pich y Bijker, 1984). El mencionado enfoque establece un método de análisis que parte del supuesto de que el desarrollo urbano, así como su infraestructura, no son independientes de factores externos como los sociales y políticos. Este artículo, por tanto, hace un análisis de los grupos sociales relevantes asociados con el proyecto del

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 85 DE 110	TITULACION

civil organizada frente a los crecientes problemas de movilidad o al incremento del parque automotor y sus consecuencias ambientales. Explica también cómo las normativas nacional y municipal se han ajustado paulatinamente frente al problema de la movilidad y de qué manera el impulso del transporte no motorizado ha partido de acciones de la sociedad civil organizada, en conjunto con la administración municipal.

Análisis del artefacto socio-técnico

Para Pinch y Bijker, la opción de un artefacto sobre otro requiere considerar los problemas y soluciones de cada uno en momentos específicos.

Al decidir qué problemas son relevantes, los grupos sociales implicados con el artefacto y los significados que dichos grupos dan al artefacto juegan un papel crucial: un problema es definido como tal solo cuando hay un grupo social para el cual el mismo constituye un “problema” (Pinch y Bijker, 1984: 41).

El sistema de bicicleta pública de Quito, asociado a la ciclovía permanente, es un artefacto socio-técnico producto de una alternancia entre variación y selección de opciones tecnológicas en un momento determinado. Las consideraciones de una opción sobre otra resultaron del significado que le dieron en un momento dado los grupos sociales relevantes implicados con el sistema, lo que nos permite explicar cómo se construyó el proyecto de ciclovías de la ciudad desde los aspectos técnicos, sociales y políticos.

El proyecto de ciclovías para Quito (Ciclo-Q) se planificó por etapas. La primera fase contempló una combinación de tramos de ciclorutas a lo largo de los parques metropolitanos, parques lineales, parques locales, aceras y calzadas. La segunda fase implicó la construcción de ciclovías urbanas y suburbanas, que contempló un proceso de rehabilitación urbana como el que se dio en la avenida Amazonas:

[...] la posterior inclusión en la Amazonas, marcó algo definitivo en cuanto a la visibilización de los ciclistas en la ciudad. Y eso fue acompañado de un cambio de direccionamiento de la Amazonas. Inicialmente la Amazonas era de doble vía, se hizo el proceso de


	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 86 DE 110	TITULACION

en deportes de aventura y su naturaleza es variada: rutas de montaña, paseos por la noche o campeonatos nacionales, por mencionar algunos.

Debido a la implementación de ciclopaseos en varias ciudades del país y al sistema de ciclovías que construye el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) como parte del Plan Nacional de Ciclovías, se prevé un incremento de las importaciones de bicicletas en los próximos años, razón por la cual el Gobierno nacional, en conjunto con empresas nacionales (Metaltronik y Ecobike) inició un proyecto de construcción de bicicletas con componentes nacionales, en el marco del plan de sustitución de importaciones (Metaltronik, 2014). De acuerdo con la información nacional, se esperó producir 110.000 bicicletas con componentes nacionales en 2014. De igual manera, han proliferado los negocios que brindan servicios de rutas alternativas al Ciclopaseo, muchos de ellos administrados por los colectivos de ciclistas antes descritos.


Los detractores de los ciclistas. Luego de la construcción de las ciclovías en el año 2013, el proyecto recibió muchas críticas. El malestar vino tanto de los conductores como de los frentistas [4], quienes consideraban que sus condiciones se habían visto afectadas por una infraestructura que no cumplía la función para la cual había sido concebida. Los conductores de transporte privado, taxistas y propietarios de vehículos particulares coincidieron en que la ciclovía había quitado espacio de circulación en las calzadas y había generado mayor tráfico en las vías. Reclamaban que habían disminuido las posibilidades de parquearse más cerca de sus destinos, lo que consideraban un grave inconveniente en el uso del espacio público de la ciudad.

Los frentistas comerciantes coincidían en su mayoría en que la construcción de la ciclovía había mermado las ventas de sus negocios en un 30%, en relación con años anteriores. Ello provocó recolecciones de firmas para la solicitar la eliminación de la ciclovía exclusiva, como en el caso de las papelerías cercanas a la calle Rumipamba.

 Powered by Arizona State University	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 87 DE 110	TITULACION


ANEXO 15. Vehículo de análisis de prueba de ruta scooter eléctrico.



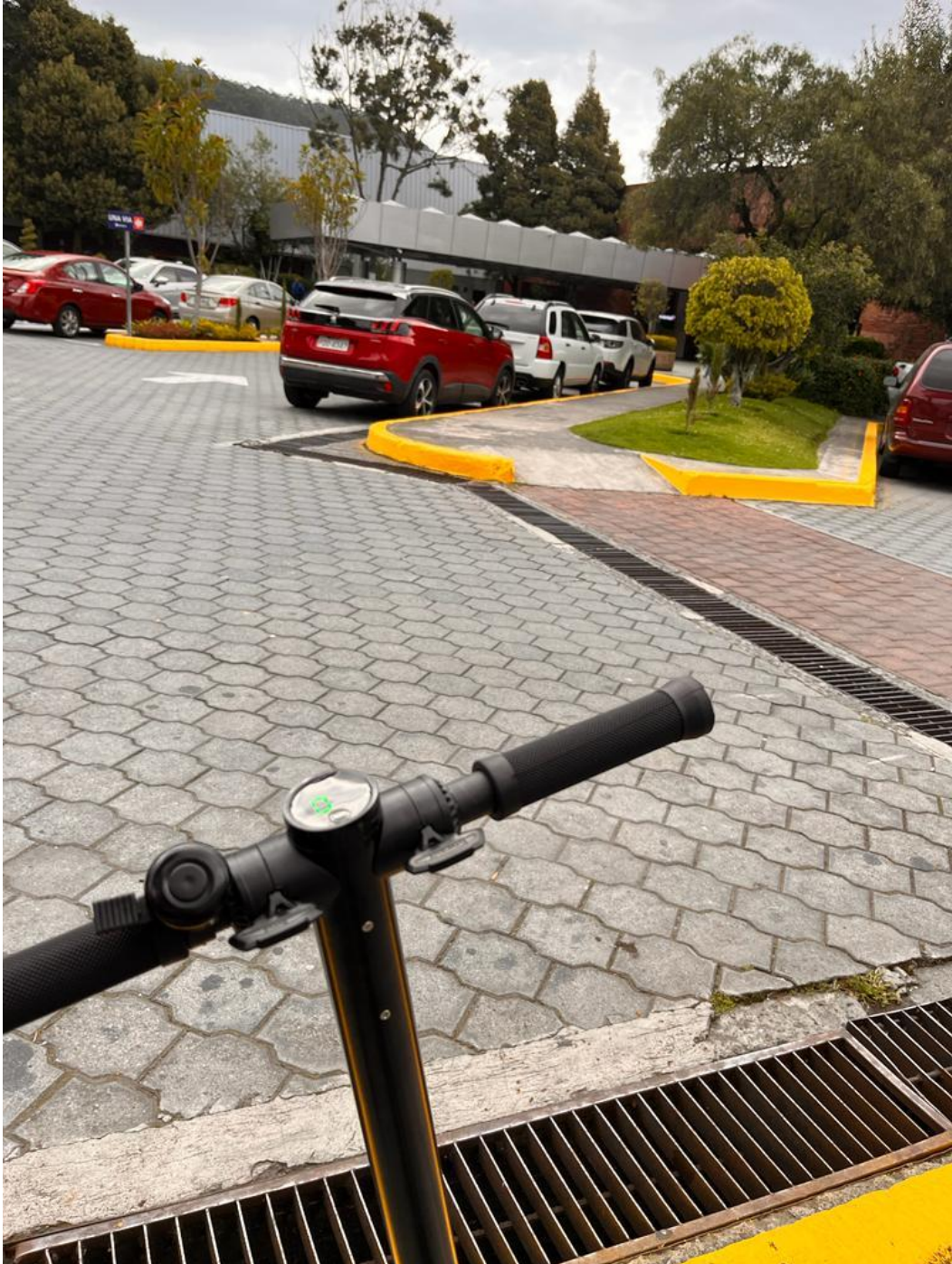
	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 88 DE 110	TITULACION


ANEXO 16. Bateria con 0% al realizar la ruta C.C.El Bosque-Hotel Quito.



	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 89 DE 110	TITULACION


ANEXO 17. Ubicación C.C.El Bosque inicio de la ruta de prueba 1.



	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 90 DE 110	TITULACION


ANEXO 18. Estado de la Batería al 100% antes de iniciar las pruebas.



	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 91 DE 110	TITULACION


ANEXO 19. Ubicación final de la prueba de Ruta 3, lugar tribuna del sur.



	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 92 DE 110	TITULACION


ANEXO 20. Porcentaje de Bateria al finalizar la ruta 3 (20% de energía restante).



	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 93 DE 110	TITULACION


ANEXO 21. Ubicación del punto de carga en el arco de la Circasiana.



	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 94 DE 110	TITULACION


ANEXO 22. Ubicación del punto de carga en la plaza del teatro.



	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 95 DE 110	TITULACION


ANEXO 23. Ubicación de punto de carga en el parque La lameda.



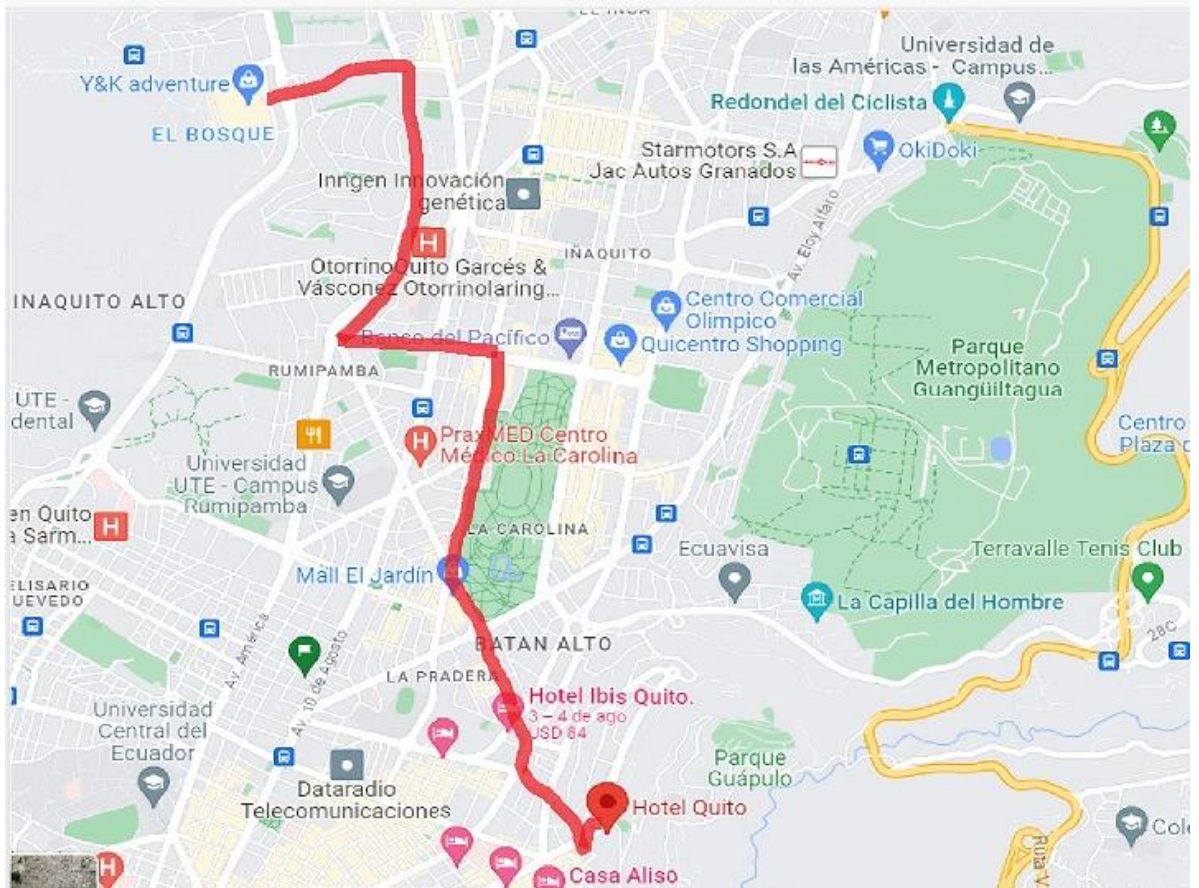
	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 96 DE 110	TITULACION


ANEXO 24. Ubicación de punto de carga en el parque La lameda.



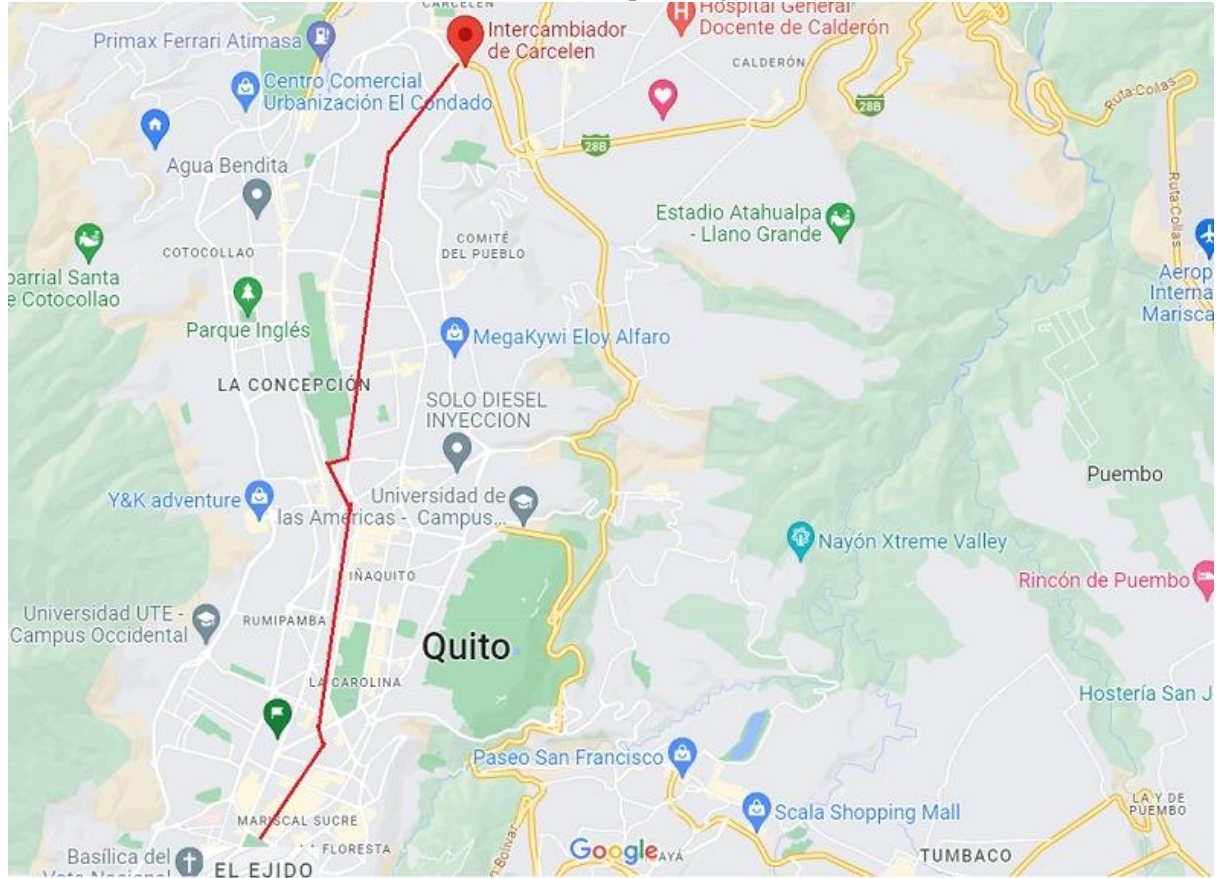
	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 97 DE 110	TITULACION

ANEXO 25. Ruta 1 C.C. El Bosque-Hotel Quito.

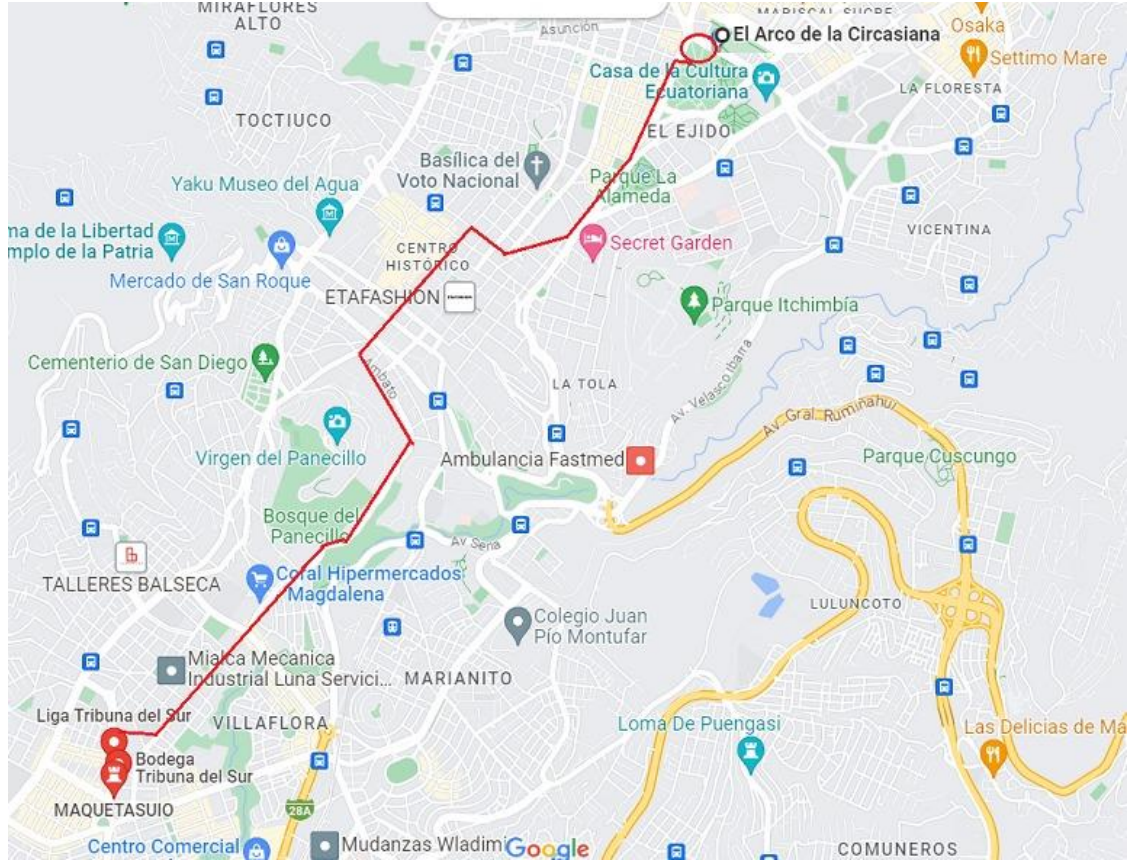



	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 98 DE 110	TITULACION

ANEXO 26. Ruta 2 Intercambiador de Carcelén-Parque El Ejido.




ANEXO 27. Ruta 3 El Arco de la Circasiana-Tribuna del Sur.



 <p>Powered by Arizona State University</p>	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 100 DE 110	TITULACION


ANEXO 28. Ubicación de punto de carga en Plaza de Las Americas.



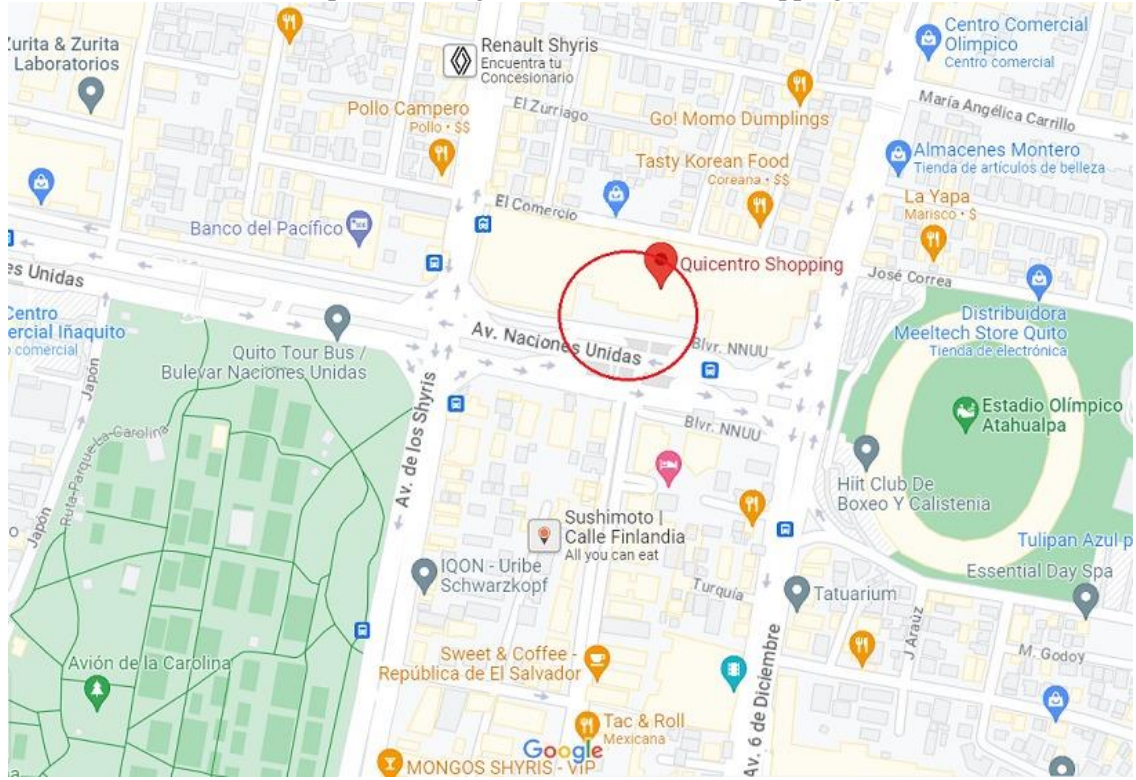
 Powered by Arizona State University	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 102 DE 110	TITULACION


ANEXO 30. Ubicación de punto de carga Av. Rio Amazonas e Isaac Albéniz.



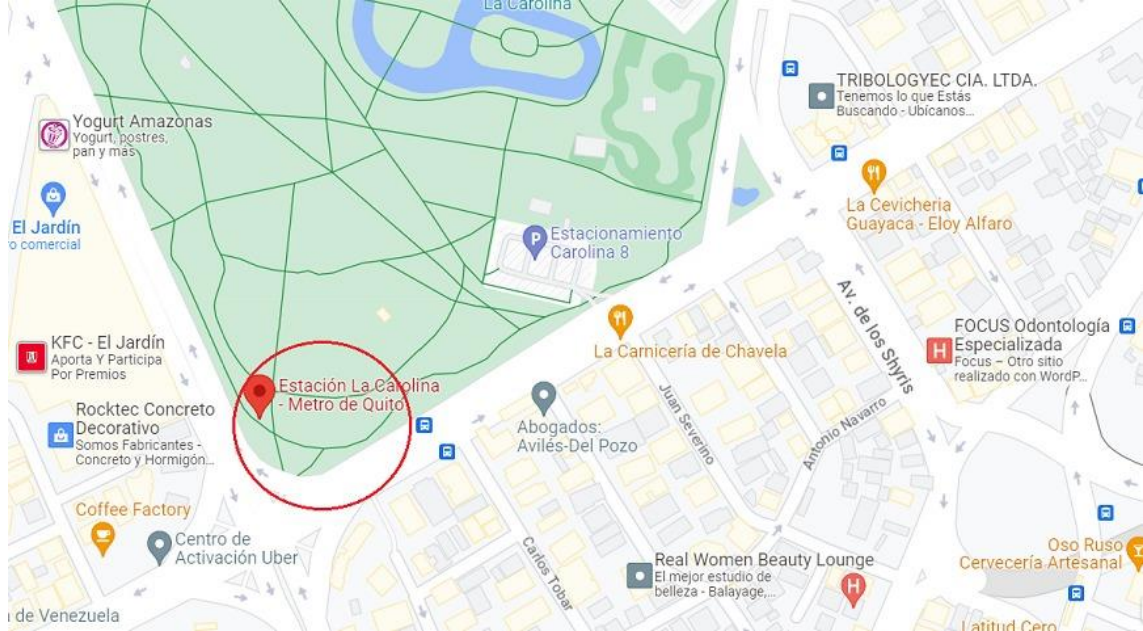
	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 103 DE 110	TITULACION


ANEXO 31. Ubicación de punto de carga Bulevar Quicentro Shopping.



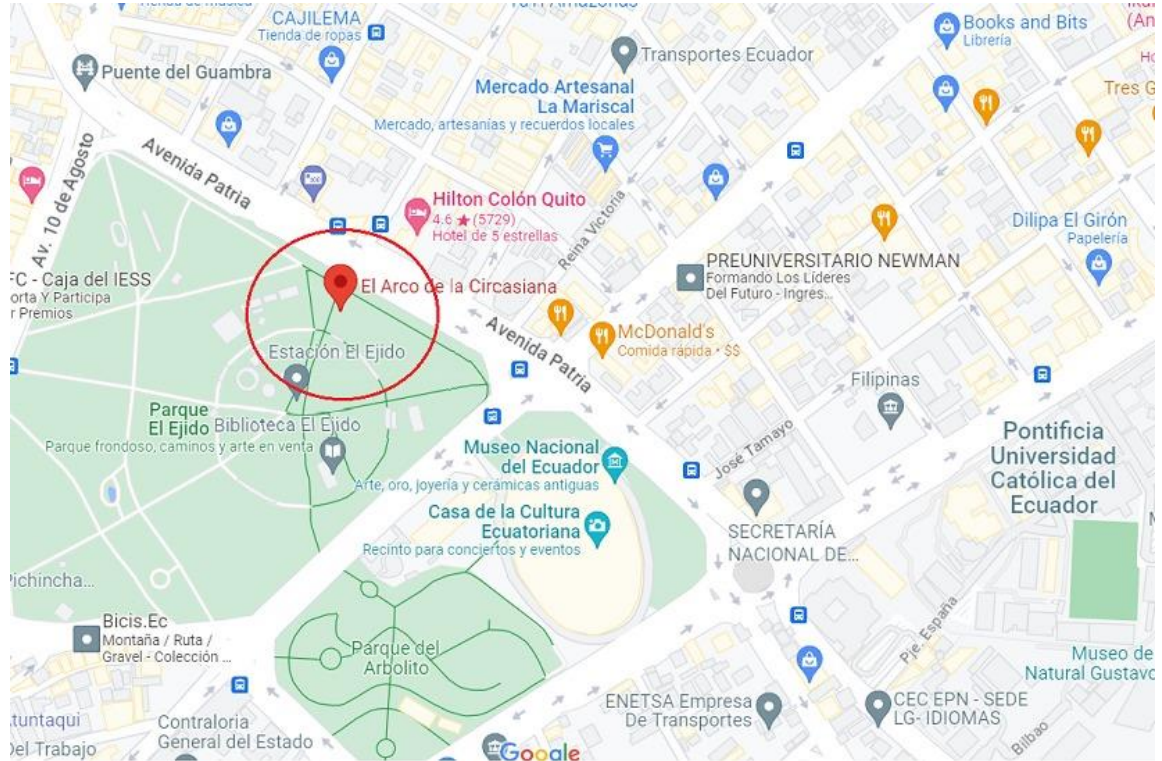
 <p>Powered by Arizona State University</p>	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 104 DE 110	TITULACION


ANEXO 32. Ubicación de punto de carga fuera de la estación de metro La Carolina.



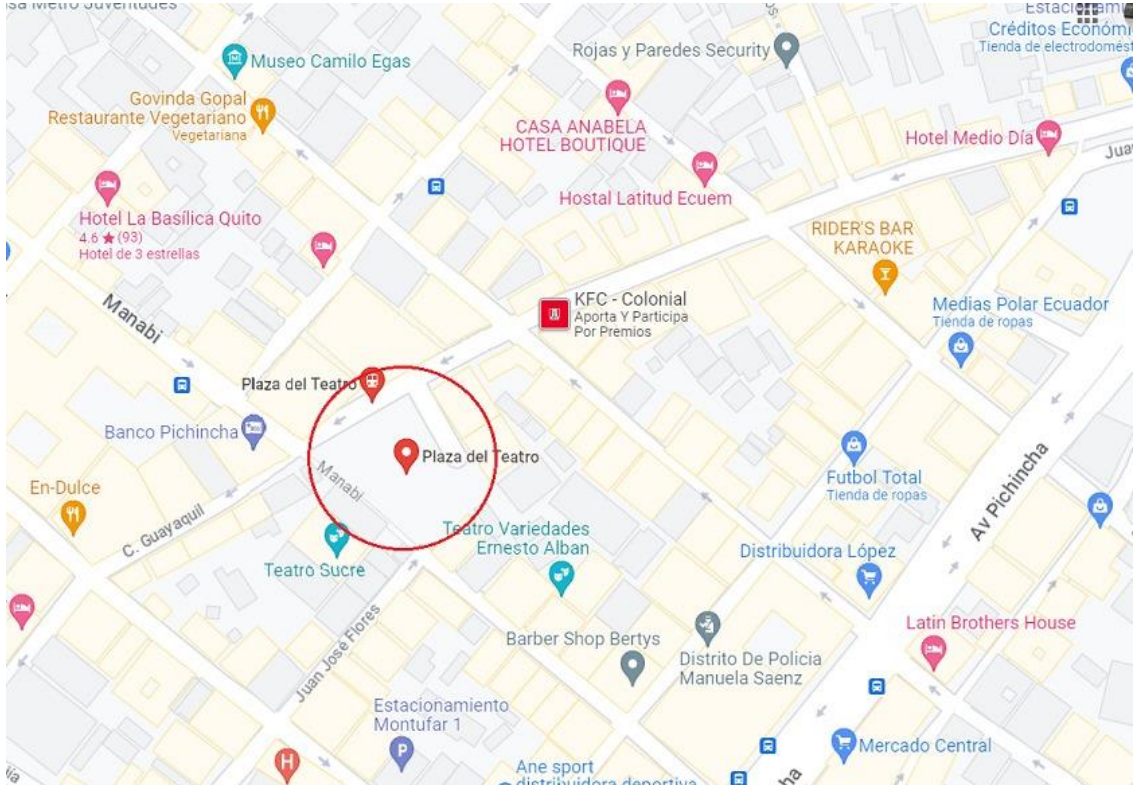
	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 105 DE 110	TITULACION


ANEXO 33. Ubicación punto de carga en El Arco de la Circasiana.



 Powered by Arizona State University	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 106 DE 110	TITULACION


ANEXO 34. Ubicación de punto de carga en la Plaza del teatro.



 Powered by Arizona State University	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 107 DE 110	TITULACION

ANEXO 35. Ubicación punto de carga Plaza San Francisco dentro de la estación de Metro.



	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 109 DE 110	TITULACION

ANEXO 37. Encuesta

Vehículos L1E

1. ¿Conoce cuáles son los vehículos de categoría L1E? 

- Sí
- No
- Tengo la idea

2. ¿Conoce a alguien que tenga uno de estos vehículos? (Scooters, motos o bicicletas eléctricas) 

- Sí conozco
- No conozco

3. ¿Cuál es el sector de Quito donde ha visto más movimiento de estos vehículos (Scooters, motos o bicicletas eléctricas) 

- Norte de Quito
- Centro de Quito
- Sur de Quito
- Los valles (Cumbayá o los Chillos)
- Otro (especifique)

4. ¿Cree usted que necesario este método de movilidad dentro de quito? 

- Sí es necesario
- No es necesario

	Universidad Internacional del Ecuador
	DOCUMENTO N°: UIDE- MAT-EIA-22-INF-0005B
	INGENIERIA AUTOMOTRIZ
PÁG. 110 DE 110	TITULACION

ANEXO 38. Encuesta.

5. ¿Hasta cuánto dinero estaría dispuesto en gastar en uno de estos vehículos? (Scooters, motos e bicicletas eléctricas) 

Hasta \$100
 \$100 - 200
 \$200 - 400\$
 \$400 - 600\$
 Más de \$600

6. ¿Conoce usted la autonomía que tiene estos vehículos de categoría L1E?

Si conozco
 No conozco
 Tengo una idea (Especifique en km)

7. ¿Utilizaría un scooter o bicicleta eléctrica como un vehículo de movilidad alterna en el día a día? 

Si utilizaría
 No utilizaría

8. ¿Cuánto tiempo estima que un vehículo L1E recorre la distancia entre la la av el inca y amazonas hasta la avenida Eloy Alfaro y República en hora pico? 

10-15 min
 15-20 min
 20-25 min
 25-30 min
 más de 30 min

9. ¿Sabe usted que al utilizar un vehículo L1E incentiva a la conservación del medioambiente, permite una movilidad más rápida y crear una solución a largo plazo para el tráfico de Quito? 

Si lo sabía
 No lo sabía