



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

**UNIVERSIDAD DEL AZUAY
DEPARTAMENTO DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN SISTEMAS DE PROPULSIÓN ELÉCTRICA**

**UBICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE CARGA MÍNIMA INTERURBANA PARA
VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN LA RUTA RIOBAMBA – QUITO UTILIZANDO LA
METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA DISTANCIA MÁXIMA ENTRE CARGAS RÁPIDAS
(MDFC).**

**Trabajo previo a la obtención del título:
MAGISTER EN SISTEMAS DE PROPULSIÓN ELÉCTRICA**

Nombre del autor:

Ing. Luis Fernando Buenaño Moyano

Nombre del director:

Ing. Hugo Torres Salamea Ph. D.

Cuenca – Ecuador 2022

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios y a mis padres, Luis Medardo Buenaño Silva y Amada Sulema Moyano Arboleda. A Dios porque siempre está conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida siempre han estado velando por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento de mi inteligencia y capacidad.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a todos los docentes que formaron parte del programa de maestría de sistemas de propulsión eléctrica por sus valiosos conocimientos impartidos, al PhD. Hugo Torres por la acertada guía que ha dado al presente trabajo titulación, al Ing. Mateo Coello y el PhD. Efrén Fernández por la acertada asesoría y la confianza que han tenido en esta propuesta.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
I. Introducción.....	8
A. Metodologías de Ubicación de Estaciones de Carga para Vehículos Eléctricos	9
B. Objetivos del Estudio.....	10
II. Desarrollo metodológico.....	10
A. Características de la ruta de análisis.	10
B. Metodología de ubicación de Puntos de Carga Rápida basada en el cálculo de la MDPC.	10
C. Aplicación del Método a la ruta en estudio.....	11
D. Modelación del consumo energético de 1 Vehículo Eléctrico y su interacción con el BHCI propuesto. 13	
E. Validación del Modelo.....	16
F. Datos de Conducción	16
G. Escenarios de Simulación	18
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
A. Resultados de la Simulación de la interacción del vehículo KIA Soul EV con la ubicación del BHCI propuesto.....	18
IV. Conclusiones	21
V. Recomendaciones	21
VI. Referencias.....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ruta de estudio tramo Riobamba – Quito.....	10
Figura 2. Evolución del parque de Vehículos Eléctricos en el Ecuador.....	11
Figura 3. Altimetría de la ruta Riobamba - Quito.	12
Figura 4. Despliegue de Estaciones de Carga para el caso de estudio Riobamba - Quito - Riobamba.	13
Figura 5. Curva de carga del VE KIA SOUL.	15
Figura 6. Estructura final del modelo energético para la simulación del VE y el BHCI, en donde se ubican dos estaciones de carga rápida implementadas.	16
Figura 7. Ciclos de conducción representativos. a) Ciclo de ida Riobamba - Quito. b) Ciclo de regreso Quito - Riobamba.....	18
Figura 8. Resultados de la simulación en el escenario 1. a) Ruta de ida Riobamba – Quito. b) Ruta de regreso Quito – Riobamba.	19
Figura 9. Resultados de la simulación en el escenario 2. a) Ruta de ida Quito – Riobamba. b) Ruta de regreso Quito – Riobamba.	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Vehículos Eléctricos en Ecuador adecuados para carretera y QUE CUENTAN con carga rápida.....	11
Tabla 2. Climas máximos y mínimos promedio en la ruta riobamba - quito.	11
Tabla 3. Margen de flexibilidad.	12
Tabla 4. Características de la ruta Riobamba – Quito, márgenes climático, de flexibilidad y factor de simultaneidad seleccionados.....	12
Tabla 5. UNICACIÓN de Estaciones de Carga rápida caso Riobamba – Quito	13
Tabla 6. Localización de Estaciones de Carga rápida caso QUITO – RIOBAMBA.....	13
Tabla 7. Especificaciones de los VE utilizados en el desarrollo del estudio	14
Tabla 8. Parámetros usados en la simulación del bloque de potencia de operación.	16
Tabla 9. Resultados del ve nissan leaf para la validación del modelo.	16
Tabla 10. Diferencias mínimas ponderadas de los registros de ida.....	17
Tabla 11. Diferencias mínimas ponderadas de los registros de regreso Quito - Riobamba.	17
Tabla 12. Determinación de coeficientes de variación de los parámetros característicos.....	18
Tabla 13. Resumen de parámetros de los registros seleccionados.	18
Tabla 14. Resultados del consumo energético de las rutas estudiadas Riobamba - Quito - Riobamba.....	19
Tabla 15. Resultados de la simulación del Escenario 1 ida RIOBAMBA – QUITO.....	19
Tabla 16. Resultados de la simulación del Escenario 1 regreso QUITO – RIOBAMBA.....	19
Tabla 17. Resultados de la simulación del Escenario 2 ida RIOBAMBA – QUITO.....	19
Tabla 18. Resultados de la simulación del Escenario 2 regreso QUITO – RIOBAMBA.....	19
Tabla 19. Especificaciones técnicas de los COMPONENTES PaRA una estación de carga rápida.	20
Tabla 20. Costos típicos para estaciones de carga rápida.	21

UBICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE CARGA MÍNIMA INTERURBANA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN LA RUTA RIOBAMBA – QUITO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA DISTANCIA MÁXIMA ENTRE CARGAS RÁPIDAS (MDFC).

RESUMEN

En este trabajo se determina la ubicación de la Infraestructura Mínima de Carga para vehículos eléctricos (VEs), en la ruta interurbana Riobamba – Quito – Riobamba utilizando la metodología de la Distancia Máxima entre Cargas Rápidas (MDFC), obteniéndose un MDFC de 60 km y una Infraestructura Básica de Recarga en Carretera (BHCI) de 6 estaciones cuya localización se realiza mediante Google Earth. La propuesta se valida mediante un modelo matemático en Simulink. Las simulaciones indican que el VE KIA SOUL, puede realizar las rutas especificadas usando el BHCI propuesto efectuando dos cargas rápidas de 20 minutos en cada trayecto. Además, se simulan escenarios con una carga completa y una de 65%, en ambos casos los valores del estado de carga (SOC) durante la operación se mantienen por encima del 20%. Los resultados establecen que el BHCI propuesto y su ubicación son suficientes para permitir que el VE en estudio complete la ruta.

Palabras claves— Infraestructura de carga rápida interurbana, Dinámica de vehículos, Consumo energético, Estaciones de carga rápida.



Ing. Hugo Torres Salamea Ph.D
Director del trabajo de titulación



Ing. Luis F. Buenaño M.
Autor

LOCATION OF THE MINIMUM INTERURBAN CHARGING INFRASTRUCTURE FOR ELECTRIC VEHICLES ON THE RIOBAMBA - QUITO ROUTE USING THE METHODOLOGY FOR CALCULATING THE MAXIMUM DISTANCE BETWEEN FAST CHARGES (MDFC).

ABSTRACT

This work determined the location of the Minimum Charging Infrastructure for electric vehicles (EVs), in the interurban route Riobamba - Quito - Riobamba using the methodology of the Maximum Distance Between Fast Charges (MDFC), obtaining a MDFC of 60 km and a Basic Highway Charging Infrastructure (BHCI) of 6 stations whose location is done through Google Earth. The proposal is validated by means of a mathematical model in Simulink. The simulations indicate that the KIA SOUL EV, can cover the specified routes using the proposed BHCI by performing two 20-minute fast charges each way. In addition, scenarios with a full charge and a 65% charge are simulated, in both cases the state of charge (SOC) values during operation remain above 20%. The results establish that the proposed BHCI and its location are sufficient to allow the EV under study to complete the route.

Keywords. — Intercity fast charging infrastructure, Vehicle dynamics, Energy consumption, Fast charging stations.



Hugo Torres Salamea, engineer, Ph.D
Director of the Degree Project



Luis F. Buenaño M., engineer
Author

Translated by:



Luis F. Buenaño M.

