

**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**



## CERTIFICACION

Nosotros, CARLOS ENRIQUE RIOS CATOTA y EMILIO FABIAN ENCALADA NUÑEZ declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual 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.



---

CARLOS ENRIQUE RIOS CATOTA



---

EMILIO FABIAN ENCALADA NUÑEZ

Yo, Ing. Denny Javier Guanuche Larco, certifico que conozco a los señores CARLOS ENRIQUE RÍOS CATOTA y EMILIO FABIÁN ENCALADA NUÑEZ, autores exclusivos de la presente investigación, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



---

DENNY JAVIER GUANUCHE LARCO

## **DEDICATORIA**

Esfuerzo, dedicación, apoyo incondicional, paciencia y comprensión son palabras que describen mínimamente el gran aporte de mis padres José Rios y Doris Catota, Julián Diaz y Bernarda Tobarra a lo largo de mi vida, en todos y cada uno de los pasos que doy, a pesar de pasar por momentos sombríos o llenos de luz, por eso hoy lleno de orgullo y satisfacción les dedico con todo mi corazón este estudio que finaliza mi etapa universitaria para dar paso a la siguiente meta y poder seguir llenándolos de orgullo con cada sueño cumplido.

Por último, cabe mencionar a las personas que aportaron con su granito de arena para el desarrollo de esta investigación y a todas las personas que puedan dedicar una pequeña parte de su tiempo a leer la misma.

---

CARLOS ENRIQUE RIOS CATOTA  
CI. 1717819997

## **DEDICATORIA**

El presente estudio se lo dedico en primer lugar a Dios, de igual forma a mi padre Fabián Encalada, a mi madre María Núñez y a mi hermana Isabella quienes son un pilar fundamental y recordarles que sin su ayuda incondicional no estaría en el lugar que me encuentro, haciendo de mi un mejor ser humano, fomentando el esfuerzo con su gran ejemplo a seguir.

A mis queridas abuelas Elvia y Blanca que siempre me brinda su apoyo a diario y a mi primo Daniel, que siempre me ayudó de muchas maneras en el crecimiento personal y profesional con sus conocimientos y consejos.

Así también dedico este trabajo a mi tío Edgar, el cual me acompaña desde el cielo y guía mis pasos hacia un buen futuro, para seguir llenándolos de orgullo con las metas obtenidas y a cada persona que se cruzó en distintas etapas de mi vida y que dejó un aporte positivo.

---

EMILIO FABIAN ENCALADA NUÑEZ  
CI. 1716717077

## **AGRADECIMIENTO**

La culminación de cinco años de carrera implica mucho más que cinco años de clases, estudio o investigación, ya que previamente a esto se desarrolló una serie de aptitudes y actitudes primordiales para una adecuada formación académica y profesional. Por lo tanto en las etapas previas, varias personas aportaron con su grano de arena para que hoy pueda dedicarme a cumplir todas mi metas de la mejor manera posible y es por eso que agradezco a todas y cada una de las personas que a lo largo de mi vida aportaron con un consejo, con su apoyo, con su enseñanza, con su paciencia, etc., ya se trate de un profesor, un amigo, mi pareja, mis padres o cualquier otro familiar, puesto que de todos conservo algo bueno y nombrarlos a todos afortunadamente sería algo imposible.

---

CARLOS ENRIQUE RIOS CATOTA  
CI. 1717819997

## AGRADECIMIENTO

Lo primero es esencial agradecer a Dios, por haberme permitido culminar con este gran reto, llegar a culminar con una gran etapa. Tuve la fortuna de haber dedicado cinco años de mi vida a una carrera universitaria la cual me apasiona y me llena de satisfacción para poderla ejercer durante todo el tiempo posible. Las palabras de agradecimiento se quedarían cortas frente a un sin número de cosas que realizaron mis padres por mí y por mi crecimiento personal y profesional, con sus consejos y motivación para ser mejor día tras día. Agradecer de igual forma a mi familia y amigos que siempre me acompañaron durante los buenos y malos momentos que se presentan durante la vida. Agradecer uno por uno, sería imposible, pero siempre estaré agradecido con mis abuelas, mis tíos, mis tías, mis primos, a mi querida familia que se encuentra en Estados Unidos y que a pesar de la distancia siempre se encontraron pendientes de mí. Como último, pero no menos importante también agradezco a la Universidad Internacional del Ecuador, la gran UIDE, que con todos sus extraordinarios y gran capacitados docentes vieron mi crecimiento académico y profesional, especialmente al Ing. Denny Guanuche el cual nos ha guiado durante este estudio final para concluir con la excelente carrera que es la Ingeniería Mecánica Automotriz.

---

EMILIO FABIAN ENCALADA NUÑEZ  
CI. 1716717077

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACION .....	iii
ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD .....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vii
RESUMEN.....	21
ABSTRACT .....	21
1. INTRODUCCIÓN .....	22
2. FUNDAMENTO TEÓRICO .....	23
2.1 Vehículos Eléctricos .....	23
2.2 Vehículos Eléctricos Categoría L1E .....	23
2.3 Vehículos Eléctricos en el Distrito Metropolitano de Quito.....	23
2.4 Electrolineras .....	23
2.5 Autonomía .....	24
2.5.1 Peso del conductor:.....	24
2.5.2 Situación Geográfica:.....	24
2.5.3 Potencia del motor eléctrico: .....	24
2.5.4 Tipo de conducción: .....	24
2.6 Principio de funcionamiento .....	24
2.7 Baterías Eléctricas.....	25
2.8 Cargador .....	25
2.9 Conectores y tipos de conectores .....	25
2.9.1 Conector SAE J1772 (tipo1): .....	25
2.9.2 Conector Mennekes o IEC62193(tipo 2): .....	25
2.9.3 Conector Scame:.....	25
2.9.4 Conector único combinado o CCS: .....	25
2.9.5 Conector CHAdeMO: .....	25
2.9.6 Conector Schuko (tipo F): .....	26
2.9.7 Intercambio de baterías: .....	26
2.10 Inversores .....	26
2.11 Tipos de Carga .....	26
2.11.1 Carga lenta:.....	26
2.11.2 Carga semi – rápida: .....	26
2.11.3 Carga rápida:.....	26
2.12 Modos de Carga.....	26
2.12.1 Modo de carga 1:.....	26

2.12.2 Modo de carga 2:.....	26
2.12.3 Modo de carga 3:.....	26
2.12.4 Modo de carga 4:.....	27
2.13 Tipos de Corriente .....	27
2.13.1 Corriente continua: .....	27
2.13.2 Corriente alterna: .....	27
2.13.3 Corriente Alterna Monofásica: .....	27
2.13.4 Corriente Alterna Trifásica: .....	27
2.14 Tipos de Pendiente .....	27
2.14.1 Pendiente Positiva: .....	27
2.14.2 Pendiente Negativa: .....	27
2.14.3 Pendiente Cero: .....	28
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	28
3.1 Materiales .....	28
3.2 Métodos.....	28
3.2.1 Delimitación Geográfica .....	28
3.2.2 Cálculos para determinar la autonomía .....	28
4. RESULTADOS Y DISCUSION .....	29
4.1 Procedimiento para la toma de datos .....	29
4.2 Análisis de datos .....	30
4.3 Comparativa de resultados.....	30
4.3.1 Tablas de Autonomía en Horas .....	31
4.3.2 Tablas de Autonomía en Kilómetros .....	32
4.3.3 Tablas de Amperaje Consumido .....	33
4.4 Discusión.....	35
5. CONCLUSIONES.....	36
6. BIBLIOGRAFIA .....	37
7. ANEXOS.....	39
INTRODUCCIÓN .....	39
ANEXO 1. Distrito Metropolitano de Quito, Secretaría del ambiente . (2014). Informe Final Inventario de Emisiones Contaminantes . Obtenido de Quito Ambiente :	
<a href="http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/phocadownload/cambio_climatico/infor_final_ie_criterio_dm2011_1.pdf">http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/phocadownload/cambio_climatico/ infor_final_ie_criterio_dm2011_1.pdf</a> .....	39
ANEXO 2. Ministerio del Ambiente y Agua. (14 de Agosto de 2020). La calidad del aire de las ciudades una prioridad nacional. Obtenido de La contaminación por la	

movilidad, estimaciones en todo el Ecuador: <a href="https://www.ambiente.gob.ec/la-calidad-del-aire-de-las-ciudades-una-prioridad-nacional/">https://www.ambiente.gob.ec/la-calidad-del-aire-de-las-ciudades-una-prioridad-nacional/</a> .....	41
ANEXOS FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	42
ANEXO 3. Universidad Antonio de Nevrija. (25 de Noviembre de 2011). Vehículos Eléctricos. Obtenido de Medio Ambiente: <a href="https://www.nebrija.com/la_universidad/facultades/facultad-artes-letras/actividades/AulaPluriligie/articulos/LoretoRoas-coches-electricos.pdf">https://www.nebrija.com/la_universidad/facultades/facultad-artes-letras/actividades/AulaPluriligie/articulos/LoretoRoas-coches-electricos.pdf</a> ....	42
ANEXO 4. Sociedad de Técnicos de Automoción. (2011). El vehículo eléctrico. En <i>Desafíos Tecnológicos, infraestructuras y oportunidades de negocio</i> (págs. 24-29). Barcelona: LIBROOKS Barcelona S.L.L. ....	44
ANEXO 5. Rodríguez, H. (2015). <i>Clasificación de categorías y tipos de vehículos</i> . Obtenido de Directiva 70/126/CEE y 92/61/cee ó el Real Decreto 2140/85 con actualización Real Decreto Legislativo 6/2015: <a href="https://ingemecanica.com/tutoriales/objetos/CategoriasdeVehiculos.pdf">https://ingemecanica.com/tutoriales/objetos/CategoriasdeVehiculos.pdf</a> .....	48
ANEXO 6. Coba, G. (2020). Ventas de motocicletas crecen 25% debido a la coronacrisis. Obtenido de: Primicias.ec: <a href="https://www.primicias.ec/noticias/Primicias">https://www.primicias.ec/noticias/Primicias</a> , (págs. 1-4.).....	49
ANEXO 7. Maldonado, C. (16 de Septiembre de 2019). La movilidad eléctrica se escapa de la regulación de la medida Hoy no Circula. <i>El Telégrafo</i> , págs. 1-3. ....	51
ANEXO 8. Twenergy . (08 de Abril de 2019). <i>Movilidad Sostenible</i> . Obtenido de ¿Qué es una electrolinera y Cómo funciona? : <a href="https://twenergy.com/sostenibilidad/movilidad-sostenible/que-es-una-electrolinera-y-como-funciona-1691/">https://twenergy.com/sostenibilidad/movilidad-sostenible/que-es-una-electrolinera-y-como-funciona-1691/</a> .....	53
ANEXO 9. Ros, J., & Barrera, Ó. (2017). Vehículos Eléctricos e Híbridos. (pág 49). Madrid: Paraninfo, SA.....	54
ANEXO 10. Sociedad de Técnicos de Automoción. (2011). El vehículo Eléctrico . En <i>Desafíos Tecnológicos, infraestructura y oportunidades de negocio</i> (págs. 38-41). Barcelona: LIBROOKS Barcelona S.L.L. ....	55
ANEXO 11. Garcia, M. (2015). <i>Universidad Tecnológica de Pereira</i> . Obtenido de Pasado, presente y futuro de los vehículos eléctricos : <a href="https://core.ac.uk/download/pdf/71398996.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/71398996.pdf</a> .....	57
ANEXO 12. Battery Technology. (August, 2020) . Active Cell Balancing. Active Cell Balancing during discharge, Active Cell Balancing While Charging, Active Cell Balancers. ....	60
ANEXO 13. Pañero, E. (Julio/Septiembre de 2019). <i>Centro Zaragoza Instituto de investigacion sobre vehiculos, S.A</i> . Obtenido de Centro Zaragoza Instituto de investigacion sobre vehiculos, S.A.: <a href="http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R81_A8.pdf">http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R81_A8.pdf</a> .....	64
ANEXO 14. Garcia, M. (2015). <i>Universidad Tecnológica de Pereira</i> . Obtenido de Pasado, presente y futuro de los vehículos eléctricos : <a href="https://core.ac.uk/download/pdf/71398996.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/71398996.pdf</a> .....	65

ANEXO 15. Garcia, M. (2015). <i>Universidad Tecnológica de Pereira</i> . Obtenido de Pasado, presente y futuro de los vehículos eléctricos : <a href="https://core.ac.uk/download/pdf/71398996.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/71398996.pdf</a> .....	66
ANEXO 16. Pañero, E. (Julio/Septiembre de 2019). <i>Centro Zaragoza Instituto de investigacion sobre vehiculos, S.A</i> . Obtenido de Centro Zaragoza Instituto de investigacion sobre vehiculos, S.A.: <a href="http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R81_A8.pdf">http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R81_A8.pdf</a> .....	67
ANEXO 17. Gobierno de Canarias. (2012). <i>La instalacion eléctrica de la vivienda</i> . Obtenido de corriente continua y corriente alterna: <a href="http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/mmormarf/files/2015/04/instalacion-electrica-vivienda-1.pdf">http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/mmormarf/files/2015/04/instalacion-electrica-vivienda-1.pdf</a> .....	68
ANEXO 18. Álvarez, J. (2020). <i>La recta</i> . Obtenido de Características de la recta : <a href="https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Lectura/bachillerato/documentos/LEC8.pdf">https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Lectura/bachillerato/documentos/LEC8.pdf</a> .....	69
ANEXOS MATERIALES Y MÉTODOS.....	70
ANEXO 19. Coelectrix. (20 de Octubre de 2019). <i>Baterías AGM</i> . Obtenido de Calcular la Autonomía de una Batería: <a href="https://coelectrix.com/calcular-la-autonomia-de-una-bateria">https://coelectrix.com/calcular-la-autonomia-de-una-bateria</a> .....	70
ANEXO 20. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. (2014). Conversión de una moto de combustión interna a eléctrica con alimentación de energía solar y con carga de energía eléctrica. Obtenido de Cálculo de la autonomía Teórica: <a href="http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8803/2/T-ESEPL-MAI-0468-P.pdf">http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8803/2/T-ESEPL-MAI-0468-P.pdf</a> .....	71
ANEXO 21. CIDEAD. (S/f). El movimiento rectilíneo. Obtenido de El Movimiento Rectilíneo Uniforme, MRU: <a href="https://proyectodescartes.org/EDAD/materiales_didacticos/EDAD_4eso_movimiento_rectilineo-JS/impresos/quincena1.pdf">https://proyectodescartes.org/EDAD/materiales_didacticos/EDAD_4eso_movimiento_rectilineo-JS/impresos/quincena1.pdf</a> .....	72
ANEXO 22. Ok Diario . (05 de Agosto de 2018). <i>Cómo calcular el tiempo de carga de una batería</i> . Obtenido de Pasos para calcular el tiempo de carga de una batería: <a href="https://okdiario.com/howto/como-calcular-tiempo-carga-bateria-2889424">https://okdiario.com/howto/como-calcular-tiempo-carga-bateria-2889424</a> .....	73
ANEXO 23. Universidad de Guanajuato. (S/f). Factor de seguridad y confiabilidad. Obtenido de Factor de diseño: <a href="http://www.dicis.ugto.mx/profesores/balvantin/documentos/Diseño%20Mecanico/UDA%202%20Factor%20de%20seguridad%20y%20confiabilidad.pdf">http://www.dicis.ugto.mx/profesores/balvantin/documentos/Diseño%20Mecanico/UDA%202%20Factor%20de%20seguridad%20y%20confiabilidad.pdf</a> .....	74
ANEXOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	75
ANEXO 24. PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE DATOS .....	75
ANEXO 25. Ubicación Punto Sur Av. Rumichaca Ñan y Av. Amaru Ñan.....	77
ANEXO 26. Ubicación Punto Central Av. Patria y Av. Río Amazonas (Hilton Colon Hotel) .....	77
ANEXO 27. Ubicación Punto Norte, Calle Francisco Dalmau y Av. Galo Plaza Lasso. ....	78

ANEXO 28. Ubicación Punto en el Valle de los Chillos. Autopista General Rumiñahui Puente 7 .....	78
ANEXO 29. Ubicación Punto en el valle de Cumbaya. Av. Oswaldo Guayasamín E28C Diagonal al Scala Shopping, Frente al Hospital de los Valles. ....	79
ANEXO 30. Primer punto de carga desde Cumbayá hacia el punto Centro en el Distrito Metropolitano de Quito. Av. Oswaldo Guayasamín en el Paseo San Francisco .....	79
ANEXO 31. Segundo Punto de carga desde Cumbayá hacia el punto Centro. Av. De los Conquistadores. Frente a la casa del Quinde. ....	80
ANEXO 32. Tercer Punto de carga desde Cumbayá hacia el punto Centro. Av. de los Conquistadores frente a INEXA (Industria Extractora C.A. Planta Norte). A dos cuadras del puente de Guápulo. ....	80
ANEXO 33. Cuarto punto de carga desde Cumbayá hacia el punto Centro. Av. de los Conquistadores a 100m de la Liga Barrial La Floresta. ....	81
FOTOGRAFÍAS DE MEDICIONES REALIZADAS .....	81
ANEXO 34. Voltaje Máximo Scooter Eléctrico 350W (52.6V) .....	81
ANEXO 35. Voltaje Mínimo Scooter Eléctrico 350W (44.7V) .....	82
ANEXO 36. Amperaje Máximo Scooter Eléctrico 350W (19.30A) .....	82
ANEXO 37. Voltaje Máximo Scooter Eléctrico 500W (52.5V) .....	83
ANEXO 38. Voltaje Mínimo Scooter Eléctrico 500W (43.5) .....	83
ANEXO 39. Amperaje Máximo Scooter Eléctrico 500W (24.60A) .....	84
ANEXO 40. Voltaje Máximo Scooter Eléctrico 1500W (66.9V) .....	85
ANEXO 41. Voltaje Mínimo Scooter Eléctrico 1500W (49.4V) .....	85
ANEXO 42. Amperaje Máximo Scooter Eléctrico 1500W (27.17A ) .....	86
SCOOTER ELÉCTRICO 350W .....	87
ANEXO 43. Voltaje Inicial Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 350W – 60KG.....	87
ANEXO 44.. Voltaje Final Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 350W- 60KG .....	87
ANEXO 45. Voltaje Final Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 350W- 75KG .....	88
ANEXO 46. Voltaje Final Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 350W- 75KG .....	88
ANEXO 47. Voltaje Inicial Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 350W- 135KG .....	89
ANEXO 48. Voltaje Final Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 350W- 135KG 45.7 ...	89
ANEXO 49. Voltaje Inicial Ruta Cumbayá – Pendiente Positiva Scooter Eléctrico 350W-135KG.....	90
ANEXO 50. Voltaje Final Ruta Cumbayá – Pendiente Positiva Scooter Eléctrico 350W-135KG.....	90
ANEXO 51. Voltaje Final Ruta Cumbayá – Pendiente Negativa Scooter Eléctrico 350W-135KG.....	91

ANEXO 52. Voltaje Final Ruta Cumbayá – Pendiente Cero (plano) Scooter Eléctrico 350W-135KG.....	91
ANEXO 53. Voltaje Inicial Ruta Valle de los Chillos – Pendiente Positiva Scooter Eléctrico 350W-135KG.....	92
ANEXO 54. Voltaje Final Ruta Valle de los Chillos – Pendiente Positiva Scooter Eléctrico 350W-135KG.....	92
ANEXO 55. Voltaje Final Ruta Valle de los Chillos – Pendiente Negativa Scooter Eléctrico 350W-135KG.....	93
ANEXO 56. Voltaje Final Ruta Valle de los Chillos – Pendiente Cero (plano) Scooter Eléctrico 350W-135KG.....	93
SCOOTER ELÉCTRICO 500W.....	94
ANEXO 57. Voltaje Inicial Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 500W-60KG .....	94
ANEXO 58. Voltaje Final Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 500W-60KG .....	94
ANEXO 59. Voltaje Inicial Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 500W-75KG .....	95
ANEXO 60. Voltaje Final Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 500W-75KG .....	95
ANEXO 61. Voltaje Inicial Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 500W-135KG .....	96
ANEXO 62. Voltaje Final Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 500W-135KG .....	96
ANEXO 63. Voltaje Inicial Ruta Cumbayá – Pendiente Positiva Scooter Eléctrico 500W/135kg.....	97
ANEXO 64. Voltaje Final Ruta Cumbayá – Pendiente Positiva Scooter Eléctrico 500W/135kg.....	97
ANEXO 65. Voltaje Final Ruta Cumbayá – Pendiente Negativa Scooter Eléctrico . 500W/135kg.....	98
ANEXO 66. Voltaje Final Ruta Cumbayá – Pendiente Cero (plano) Scooter Eléctrico 500W.....	98
ANEXO 67. Voltaje Inicial Ruta Valle de los Chillos – Pendiente Positiva Scooter Eléctrico 500W.....	99
ANEXO 68. Voltaje Final Ruta Valle de los Chillos – Pendiente Positiva Scooter Eléctrico 500W.....	99
ANEXO 69. Voltaje Final Ruta Valle de los Chillos – Pendiente Negativa Scooter Eléctrico 500W.....	100
ANEXO 70. Voltaje Final Ruta Valle de los Chillos – Pendiente Cero (plano) Scooter Eléctrico 500W.....	100
ANEXO 71. Voltaje Inicial Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 1500W-60KG .....	101
ANEXO 72. Voltaje Final Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 1500W-60KG .....	101
ANEXO 73. Voltaje Inicial Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 1500W-75KG .....	102
ANEXO 74. Voltaje Final Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 1500W-135KG .....	102
ANEXO 75. Voltaje Inicial Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 1500W-135KG .....	103

ANEXO 76. Voltaje Final Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 1500W-135KG .....	103
ANEXO 77. Voltaje Inicial Ruta Cumbayá – Pendiente Positiva Scooter Eléctrico 1500W-135kg (65.6) .....	104
ANEXO 78. Voltaje Final Ruta Cumbayá – Pendiente Positiva Scooter Eléctrico 1500W-135kg (61.5) .....	104
ANEXO 79. Voltaje Final Ruta Cumbayá – Pendiente Negativa Scooter Eléctrico 1500W-135kg (61.4) .....	105
ANEXO 80. Voltaje Final Ruta Cumbayá – Pendiente Cero (Plano) Scooter Eléctrico 1500W-135kg (59.4) .....	105
ANEXO 81. Voltaje Inicial Ruta Valle de los Chillos – Pendiente Positiva Scooter Eléctrico 1500W-135kg (66.6) .....	106
ANEXO 82. Voltaje Final Ruta Valle de los Chillos – Pendiente Positiva Scooter Eléctrico 1500W-135kg (58) .....	106
ANEXO 83. Voltaje Final Ruta Valle de los Chillos – Pendiente Negativa Scooter Eléctrico 1500W-135kg (61.1) .....	107
ANEXO 84. Voltaje Final Ruta Cumbayá – Pendiente Cero (Plano) Scooter Eléctrico 1500W-135kg (59.3) .....	107
ANEXO 85. Datos de los Valores establecidos por la ruta del ciclopaseo .....	108
ANEXO 86. Ruta Ciclopaseo Quito .....	109
ANEXO 87. Datos de Pendientes Positivas .....	110
ANEXO 88. Ruta de Pendientes Positivas Cumbayá .....	111
ANEXO 89. Ruta de Pendientes Positivas Valle de los Chillos .....	112
ANEXO 90. Datos de Pendientes Negativas .....	113
ANEXO 91. Ruta de Pendientes Negativas Cumbayá .....	114
ANEXO 92. Ruta de Pendientes Negativas Valle de los Chillos .....	115
ANEXO 93. Datos de Pendientes Cero (Plano) .....	116
ANEXO 94. Ruta de Pendientes cero (plano) Cumbayá .....	117
ANEXO 95. Ruta de Pendientes cero (plano) Valle de los Chillos.....	117
ANEXO 96. Cálculo tiempo de carga.....	118
ANEXO 97. Factor seguridad.....	121
ANEXO 98. Tablas de porcentaje de batería en base al voltaje ciclopaseo 350 w	122
ANEXO 99. Tablas de porcentaje de batería en base al voltaje ciclopaseo 500 w	123
ANEXO 100. Tablas de porcentaje de batería en base al voltaje ciclopaseo 1500 w .....	124
ANEXO 101. Tablas de porcentaje de batería en base al voltaje Cumbaya 350 W .....	125
ANEXO 102. Tablas de porcentaje de batería en base al voltaje Cumbayá 500 w .....	126

ANEXO 103. Tablas de porcentaje de batería en base al voltaje CUMBAYA 1500 W .....	127
ANEXO 104. Tablas de porcentaje de batería en base al voltaje valle de los chillos 350 w .....	128
ANEXO 105. Tablas de porcentaje de batería en base al voltaje valle de los chillos 500 w .....	129
ANEXO 106. Tablas de porcentaje de batería en base al voltaje valle de los chillos 1500 w .....	130
ANEXO 107. Tablas de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía total 350 w.....	131
ANEXO 108. Tablas de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía total 500 w.....	132
ANEXO 109. Tablas de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía total 1500 w.....	133
ANEXO 110. Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía total pendiente positiva Cumbaya 350 w.....	134
ANEXO 111. Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía total pendiente negativa Cumbaya 350 w .....	134
ANEXO 112. Tablas de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía sin pendiente Cumbaya 350 w .....	134
ANEXO 113. Tablas de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía pendiente positiva Cumbaya 500 w .....	135
ANEXO 114. Tablas de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía pendiente negativa Cumbaya 500w .....	135
ANEXO 115. Tablas de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía sin pendiente Cumbaya 500 w .....	136
ANEXO 116. Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía pendiente positiva Cumbaya 1500 w .....	136
ANEXO 117. Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía pendiente negativa Cumbaya 1500w.....	136
ANEXO 118. Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía sin pendiente Cumbaya 1500 w .....	137
ANEXO 119. Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía pendiente positiva valle de los chillos 350 w .....	137
ANEXO 120. Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía pendiente negativa valle de los chillos 350 w .....	137
ANEXO 121. Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía sin pendiente valle de los chillos 350 w .....	138
ANEXO 122. Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía pendiente positiva valle de los chillos 500 w .....	138

ANEXO 123. Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía pendiente negativa valle de los chillos 500 w .....	138
ANEXO 124. Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía sin pendiente valle de los chillos 500 w .....	139
ANEXO 125. Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía pendiente positiva valle de los chillos 1500 w .....	139
ANEXO 126. Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía pendiente negativa valle de los chillos 1500 w .....	139
ANEXO 127. Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía sin pendiente valle de los chillos 1500 w .....	140
ANEXO 128. Tablas de cálculo de autonomía en km con datos de las pruebas ..	141

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Tipos de Batería.....	25
<b>Tabla 2</b> Tiempo de carga de los Scooters. ....	30
<b>Tabla 3</b> Factor de seguridad para Ciclopaseo y Valles.....	30
<b>Tabla 4</b> Factor de Seguridad para Subida de Cumbayá a Quito .....	31
<b>Tabla 5</b> Autonomía en horas Ciclopaseo por Potencia y Peso .....	31
<b>Tabla 6</b> Autonomía en Horas Cumbayá por Potencia y Tipo de Pendiente .....	31
<b>Tabla 7</b> Autonomía en Horas Valle de los Chillos por potencia y tipo de pendiente....	31
<b>Tabla 8</b> Autonomía Ciclopaseo por Potencia y peso en Kilómetros. ....	32
<b>Tabla 9</b> Autonomía en Cumbayá por potencia y tipo de pendiente en Kilómetros.....	32
<b>Tabla 10</b> Autonomía Valle de los chillos por Potencia y tipo de pendiente en Kilómetros .....	33
<b>Tabla 11</b> Amperaje Consumido de pruebas en el Ciclopaseo .....	33
<b>Tabla 12</b> Amperaje Consumido de pruebas en Cumbayá.....	34
<b>Tabla 13</b> Amperaje Consumido de pruebas en el Valle de los Chillos .....	34

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Resumen de los conectores de los PHEV y EV.....	26
<b>Figura 2</b> Tiempo de carga de los Scooters.....	30
<b>Figura 3</b> Autonomía de Ciclopaseo en Horas.....	31
<b>Figura 4</b> Autonomía Cumbayá en Horas.....	31
<b>Figura 5</b> Autonomía Valle de los Chillos en horas.....	32
<b>Figura 6</b> Autonomía de ciclopaseo en Kilómetros.....	32
<b>Figura 7</b> Autonomía Cumbayá en Horas.....	33
<b>Figura 8</b> Autonomía Valle de los Chillos en Horas.....	33
<b>Figura 9</b> Amperaje consumido de pruebas del Ciclopaseo.....	34
<b>Figura 10</b> Amperaje consumido de pruebas de Cumbayá.....	34
<b>Figura 11</b> Amperaje consumido de pruebas de Cumbayá.....	35

## INDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1</b> Fórmula para calcular la autonomía en tiempo.....	28
<b>Ecuación 2</b> Fórmula para calcular la autonomía en distancia.....	29
<b>Ecuación 3</b> Relación en porcentajes de autonomía.....	29
<b>Ecuación 4</b> Fórmula para calcular el tiempo de carga de baterías eléctricas.....	29
<b>Ecuación 5</b> Fórmula para calcula el factor de seguridad .....	29

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

Ing. Denny Javier Guanuche Larco, MSc., [deguanuchela@uide.edu.ec](mailto:deguanuchela@uide.edu.ec),

Carlos Enrique Ríos Catota, [cariosca@uide.edu.ec](mailto:cariosca@uide.edu.ec),

Emilio Fabián Encalada Núñez, [emencaladanu@uide.edu.ec](mailto:emencaladanu@uide.edu.ec)

### RESUMEN

En el Distrito Metropolitano de Quito, la tendencia actual es la adquisición de vehículos categoría L1E, o Scooters eléctricos, pero no se cuenta con electrolineras capaces de recargar la batería de estos, cuando están descargadas o cuando están a punto de hacerlo. Los vehículos que se usarán para desarrollar las pruebas de campo son scooters eléctricos de 350W, 500W y 1500W, estas pruebas se harán en el trayecto del Ciclopaseo que va desde el sector de las cuadras en el Sur de Quito, hasta el sector del parque de los recuerdos en el Norte, mientras que, para los valles de Cumbayá y de los Chillos, se enfocará en las pruebas por pendientes positivas, negativas y plano. Se ocupará una metodología cuantitativa, ya que se comprobará la relación entre las variables que influyen en la reducción de la batería de los vehículos y cómo afectan a la autonomía, con un alcance correlacional, con una influencia directa en esta del peso del conductor, la velocidad, la situación geográfica y la potencia del motor. Como conclusión se tiene que el scooter de 350W, es el que proporciona una menor autonomía y se lo toma como referencia. Respecto al Ciclopaseo se obtiene una autonomía mínima de 23,87km, con un factor de seguridad de 2, los puntos de carga deben situarse cada 13,43km, mientras que, en la trayectoria de Cumbayá hacia el Distrito Metropolitano de Quito, la autonomía es de 4,75km, con su factor de seguridad, las electrolineras deben situarse cada 2,37km en este trayecto.

Palabras Clave: Vehículos categoría L1E, Electrolinera, Autonomía, Ciclopaseo, Pendientes.

### ABSTRACT

In the Metropolitan District of Quito, the current trend is the acquisition of category L1E vehicles, or electric scooters, but there are no electric stations capable of recharging their batteries, when they are discharged or when they are about to do so. The vehicles that will be used to develop the field tests are electric scooters of 350W, 500W and 1500W, these tests will be done on the route of the Ciclopaseo that goes from the sector of the blocks in the South of Quito, to the sector of the park of the memories in the North, while, for the valleys of Cumbayá and de los Chillos, it will focus on tests for positive, negative and flat slopes. A quantitative methodology will be used, since the relationship between the variables that influence the reduction of the vehicle battery and how they affect autonomy will be verified, with a correlational scope, with a direct influence on this of the driver's weight, the speed, geographical location and engine power. In conclusion, the 350W scooter is the one that provides less autonomy and is taken as a reference. Regarding the Ciclopaseo, a minimum autonomy of 23.87km is obtained, with a safety factor of 2, the charging points must be located every 13.43km, while, on the route from Cumbayá to the Metropolitan District of Quito, the autonomy is of 4.75km, with its safety factor, the electric stations should be located every 2.37km on this route.

Keywords: Vehicle's category L1E, Charging station, Autonomy, Ciclopaseo, slopes.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el Distrito Metropolitano de Quito, las principales fuentes de contaminación son las fuentes móviles, entre las cuales se encuentra la combustión de hidrocarburos donde está el parque automotor. Quito se encuentra a 2800msnm, esto hace que la combustión se realice con un 27% menos de oxígeno en comparación a la ocurrida a nivel del mar, siendo así menos eficiente y producirá una mayor cantidad de gases contaminantes. [1]

Según un estudio hecho por el Ministerio del Ambiente y el Agua, en el 2020 [2] debido al confinamiento nacional ocurrido por la pandemia mundial por el COVID-19, el porcentaje de los gases contaminantes en la ciudad de Quito, tuvieron una reducción aproximada del 50% en comparación a los datos obtenidos antes del confinamiento mencionado, esto producirá que la movilización sea a pie, en bicicleta o en vehículos eléctricos, tales como los L1E, entre los que se encuentran las motocicletas o scooters eléctricos.

En la actualidad se busca impulsar las energías limpias para reducir las emisiones contaminantes que emiten los vehículos de combustión interna, con el objetivo de disminuir el calentamiento global causado por el efecto invernadero. Es por eso que los fabricantes de la industria automotriz desarrollaron vehículos eléctricos con cero emisiones contaminantes, que sustituyen el motor de combustión interna por motores eléctricos, no obstante, no todas son ventajas ya que al ser una tecnología en vías de desarrollo todavía existen campos que explotar y más en concreto, en el presente estudio se enfocará en la autonomía de los vehículos categoría L1E, ya que a diferencia de vehículos que consumen combustibles fósiles, para recargar las baterías de los vehículos eléctricos no existe el mismo número de puntos de carga o también llamadas electrolineras, por lo que tener en

cuenta la capacidad de la autonomía y su durabilidad se tildan de factores esenciales a la hora de movilizarse en cualquier vehículo eléctrico ya sea dentro de una ciudad o para un viaje largo, por lo que se tendrá en cuenta las variables que harán que la autonomía incremente o disminuya, entre las cuales se encuentran la situación geográfica del lugar donde se va a recorrer con el scooter eléctrico, el peso del conductor, la potencia del motor eléctrico y la velocidad de circulación que se presente.

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.

Ahora bien, dentro de las ciudades existe otro conflicto que es el tráfico, la acumulación de vehículos, lo que ocasionará que existan largos tiempos de espera a la hora de movilizarse de un lugar a otro por lo que, resultará más conveniente usar una motocicleta, sin embargo, al usar un motor de combustión interna implica más emisiones contaminantes. En la actualidad existe una gran variedad de vehículos eléctricos, principalmente las motocicletas y scooters eléctricos, lo que nos proporciona una alternativa muy viable para moverse dentro de las ciudades y al mismo tiempo contribuye con el medio ambiente ya que hace uso de una energía mucho más limpia. No obstante, aquí en Ecuador, concretamente en la ciudad de Quito, no se cuenta con una cantidad de electrolineras, en comparación a las gasolineras para vehículos de combustión interna, convirtiéndose en una desventaja, además que ocasionará un problema para las personas que opten por la movilización en vehículos eléctricos.

## 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 CO<sup>2</sup>, CO NO<sub>x</sub>, SO<sup>2</sup>, 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, llegándose 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 Electrolineras

La electrolinera 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

- 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]

## 2.7 Baterías Eléctricas

Las baterías son dispositivos formados por celdas electroquímicas que a su vez se componen de un electrodo positivo denominado ánodo y un electrodo negativo llamado cátodo que facilita el movimiento de los iones a través de electrodos, para así hacer una conversión de energía química en energía eléctrica. [11]

*Tabla 1 Tipos de Batería.*

TIPOS DE BATERIA
Batería de iones de litio:
Batería de níquel-hidruro metálico
Baterías de plomo
Baterías de Níquel – Cadmio
Baterías de Níquel – Zinc
Baterías Zebra
Baterías de Litio – Polímero

**Fuente:** (Ríos & Encalada, 2021)

## 2.8 Cargador

Partiendo de las características de red y el punto donde está ubicado, realiza las conversiones y funciones necesarias para la recarga de las baterías, y se cumplirá los requisitos de protección, seguridad y fiabilidad que le son imprescindibles. En la propuesta de actualización de la norma UNE/IEC 61851-1 se contemplan tanto los equipos dispuestos en el propio VE (on-board), como los que se ubiquen externamente al vehículo (off-board) con tensiones de suministro en AC de hasta 1000V y en DC de hasta 1500 V.

En dicha propuesta de norma se describen, ya desde las definiciones iniciales, dos clases de cargadores en función de su clase de aislamiento, que se aplican a todo tipo de dispositivos eléctricos: la Clase I, como aquellos cargadores con aislamiento y protecciones básicas y con terminal de conexión a tierra; y la Clase II, que correspondería a los cargadores con aislamiento reforzado y protecciones suplementarias. [12]

## 2.9 Conectores y tipos de conectores

A la hora de hablar de conectores y sus tipos hay que tener en cuenta que cada conector soporta un modo de carga y por lo tanto una potencia determinada. Actualmente existen diversos tipos de conectores que son los siguientes:

**2.9.1 Conector SAE J1772 (tipo1):** este conector tiene procedencia norteamericana y está adaptado para Europa y Japón, soporta un tipo de carga lenta y semi rápida y por lo tanto los modos de carga 1, 2 y 3. Es usado por modelos Nissan de primera generación, tesla Roadster, Chevrolet Volt, Toyota Prius Plug-in, etc.

**2.9.2 Conector Mennekes o IEC62193(tipo 2):** este tipo de conector fue desarrollado por la empresa Mennekes con colaboración alemana. Admite los tipos de carga súper lenta, lenta y semi – rápida, y los modos 1, 2 y 3. Se usa en modelos como el Renault ZOE, marcas alemanas como BMW, Porsche, VW, etc.

**2.9.3 Conector Scame:** este conector también es conocido como EV Plug-in y fue desarrollado por el fabricante italiano Scame, acepta el tipo de carga semi – rápida y el modo de carga 3.

**2.9.4 Conector único combinado o CCS:** este conector tiene un combo 1 y 2 y procede de fabricantes alemanes y norteamericanos, para ofrecer una solución a los conectores de tipo de 1 y 2, por eso cuentan con 5 pines que distribuyen en 2 de CA 1 de comunicación y 2 de CC para el combo 1 y para el combo 2 son 7 pines donde se añade un pin extra para comunicación y el otro sin uso. Este conector puede recargar el vehículo eléctrico con corriente continua, soporta la carga semi – rápida y rápida y los modos de carga 2, 3 y 4 y es usado por BMW, Porsche, VW, etc.

**2.9.5 Conector CHAdeMO:** este conector es usado principalmente por fabricantes japoneses y usan corriente continua, está formado por 10 pines divididos entre

comunicación y potencia. Aceptan el tipo de carga rápida y el modo 4 de carga.

**2.9.6 Conector Schuko (tipo F):** es el conector convencional usado en cualquier hogar, por lo que se usa con el tipo de carga lenta y súper lenta, y con el modo de carga 1. Este conector se usa para recargar bicis eléctricas, patinetes y vehículos similares al Renault Twizy.

**2.9.7 Intercambio de baterías:** en la actualidad existen diversas empresas que se dedican al intercambio de la batería descargada por una batería totalmente cargada para evitar los tiempos de espera para poder recargarlas, por lo tanto, una vez remplazada la batería descargada por una cargada el vehículo puede seguir usándose con total normalidad mientras en el punto de recarga se queda la batería recargándose. [13]

Conector	Schuko	Tipo 1 Yazaki SAE J1772	Tipo 2 Mennekes	Tipo 3 Scame EV	Combinado (CCS) IEC		CHAdemo
					Combo 1	Combo 2	
Imagen							
Corriente	Monofásica	Monofásica CA	Monofásica y trifásica CA	Monofásica y trifásica	CC y CA	CC y AC	CC
Modos de recarga	1 y 2	2 y 3	2 y 3	1, 2 y 3	2, 3 y 4	2, 3 y 4	4
Tipo de recarga	Super lenta Lenta	Lenta (16 A) y Semi-rápida (80A)	Lenta (16 A) y Semi-rápida (63 A)	Semi-rápida	Lenta, semi-rápida y rápida	Lenta, semi-rápida y rápida	Rápida (125 A)
Modelos	Twizy Patinetes, motocicletas...	Nissan Leaf (2010) eNV200 Chevrolet Bolt Eléctrico	Nissan Leaf 2018 Renault ZOE BMW i3 Tesla S (compatible)	Pequeños fabricantes de microcoches	Tesla 3 Volkswagen e-golf		Nissan eNV200 & Leaf 2018 Mitsubishi Outlander

**Figura 1** Resumen de los conectores de los PHEV y EV.

**Fuente:** (Pañero, 2019)

## 2.10 Inversores

Los inversores o también denominados convertidores de voltaje se tratan de dispositivos electrónicos encargados de transformar corriente continua procedente de las baterías en corriente alterna que posteriormente se emplea para el funcionamiento del motor y viceversa ya que convierten la energía alterna producida por el generador en corriente continua para poder almacenarla en las baterías, además cabe mencionar que este dispositivo requiere ser refrigerado y normalmente es mediante agua. [14]

## 2.11 Tipos de Carga

**2.11.1 Carga lenta:** este tipo de carga se usa en los domicilios, en los garajes privados de las personas y se realiza mediante una corriente alterna a una tensión de 230 voltios y con 16 amperios de intensidad. Esta carga oscila entre las 6 y las 8 horas para completar una carga completa de la batería.

**2.11.2 Carga semi – rápida:** se hace a través de una corriente alterna trifásica a diferencia de la carga lenta que se realiza con una corriente alterna monofásica. Esta carga usa una tensión de 400 V e intensidad llega hasta los 64 amperios, lo que implica una reducción de tiempo de carga hasta las 3 o 4 horas para una carga completa.

**2.11.3 Carga rápida:** en cuanto a la carga rápida difiera de los tipos anteriores ya que se basa en un suministro de corriente continua usando una tensión de 400 V y en cuanto a intensidad llega hasta los 400 amperios, disminuyendo de esta manera el tiempo de recarga total hasta los 15 o 30 minutos.[15]

## 2.12 Modos de Carga

**2.12.1 Modo de carga 1:** se trata de la recarga de la batería en la que el vehículo eléctrico es conectado a la red AC con carga hasta 250 V y 480V monofásica y trifásica respectivamente, con una intensidad de 16 amperios.

**2.12.2 Modo de carga 2:** es aquel donde el vehículo eléctrico se conecta a una toma de AC que no sobrepase los 32 amperios y con una tensión hasta los 250 V con carga monofásica y 480 V en carga trifásica y con protección a tierra. Sin embargo, el rasgo diferenciador de este modo es que posee una caja para control externa que es la encargada de la función piloto que indica la conexión correcta y la protección a tierra, y es muy importante que esta caja no se coloque a más de 0.3 m de la conexión.

**2.12.3 Modo de carga 3:** este modo también se conecta a una red AC y con una tensión

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

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)

*Ecuación 1* Fórmula para calcular la autonomía en tiempo

$$V_b * I_b = W_b$$
$$V_b * I_c = W_c \quad \text{Ec. [3.1]}$$

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

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

**Donde:**

V<sub>b</sub>: Voltaje de la batería

I<sub>b</sub>: Intensidad corriente de la batería

W<sub>b</sub>: Potencia de la Batería

I<sub>c</sub>: Intensidad de corriente consumida

W<sub>c</sub>: Potencia Consumida

H: Horas de Autonomía [19]

To: Tiempo de Operación a Corriente Continua

Q: Carga de la Batería

Io: Corriente de Operación [20]

### 3.2.2.2 Fórmula para calcular la autonomía en distancia (Kilómetros)

$$D = V \cdot T \quad \text{Ec. [3.3]}$$

**Donde:**

D: Distancia

V: Velocidad

T: Tiempo [21]

*Ecuación 2 Fórmula para calcular la autonomía en distancia*

### 3.2.2.3 Relación en porcentajes de autonomía

$$\Delta V = V_t - V_m \quad \text{Ec. [3.4]}$$

**Donde:**

$\Delta V_1$ : Relación de Voltaje

Vt: Voltaje Total

Vm: Voltaje Mínimo

$$\Delta V_2 = V_t - V_{med}$$

$\Delta V_2$ : Variación de Voltaje

Vt: Voltaje Total

Vmed: Voltaje medido

$$\Delta V_1 - \Delta V_2 = \Delta V_c$$

$\Delta V_c$ : Variación de voltaje consumido

*Ecuación 3 Relación en porcentajes de autonomía*

### 3.2.2.4 Fórmula para calcular el tiempo de carga de las baterías eléctricas.

$$T = \frac{Cb}{Cc (Out)}$$

$$Cb = V \cdot Ah = Wh$$

$$Cc (out) = V \cdot A = W \quad \text{Ec. [3.5]}$$

**Donde:**

T = Tiempo de carga de la batería eléctrica (Horas)

Cb = Capacidad de la Batería

V = Voltaje

Ah: Amperio/Hora

Wh = Watts/Hora

Cc Out = Capacidad del cargador (Output) [22]

*Ecuación 4 Fórmula para calcular el tiempo de carga de baterías eléctricas*

### 3.2.2.5 Fórmula para calcular el factor de seguridad. [23]

$$FOS: \frac{\text{Carga o esfuerzo de Uso}}{\text{Carga o esfuerzo de Falla}}$$

*Ecuación 5 Fórmula para calcular el factor de seguridad Ec. [3.6]*

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Procedimiento para la toma de datos

El procedimiento para realizar las pruebas de autonomía es el siguiente:

- 1) Al encender el scooter eléctrico, medir voltaje y amperaje de la batería y verificar el nivel de esta en el tablero.
- 2) Comprobar que el nivel de carga de la batería sea mayor al 80%, ya que a partir de este porcentaje se considerará una carga completa.
- 3) Esperar 5 minutos hasta que el scooter eléctrico se encuentre en su temperatura óptima de funcionamiento
- 4) Comprobar que no estén activados los consumidores que no sean necesarios para la movilidad del scooter eléctrico
- 5) Antes de realizar las pruebas, se procede a medir el amperaje con el scooter encendido, también se deberá medir acelerando el mismo sin carga y como último se mide el amperaje con la carga y el peso asignada a la prueba y se trazará una ruta de 100m para verificar el amperaje máximo en los distintos terrenos de la prueba a realizar.

- 6) Al finalizar las pruebas verificar el nivel de batería marcado en el tablero antes de apagar el scooter eléctrico y volver a medir el voltaje de la batería. [24]

#### 4.2 Análisis de datos

Los datos medidos de cada una de las pruebas son fundamentales para el cálculo de la autonomía en horas, la autonomía en km, el tiempo de carga, el factor de seguridad y por último la distancia que se plantea entre cada punto de carga para los scooter. Para ello de los datos medidos se usan voltajes, amperajes, nivel de carga de los marcadores, tiempo de cada prueba, distancia recorrida, velocidad máxima, velocidad promedio, altura y ángulo de inclinación, y todos estos datos se miden al inicio de cada prueba y al finalizar la misma, además se cuenta con voltajes y amperajes máximos y voltaje mínimo.

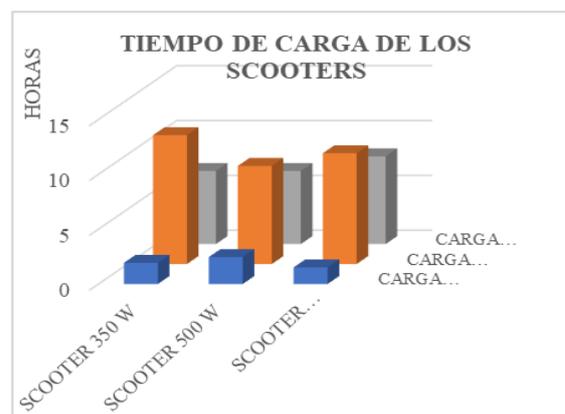
#### 4.3 Comparativa de resultados

Al comparar los datos calculados de los diferentes scooter se observa que el scooter de 350 W es el que menor autonomía presenta respecto a los otros dos, ya que su autonomía se ve claramente reducida en cada una de las pruebas. Es por eso, que la autonomía del scooter de 350 W se elige la autonomía mínima para el punto de recarga y se usa para calcular el factor de seguridad y finalmente establecer la distancia entre los puntos de carga.

**Tabla 2** Tiempo de carga de los Scooters.

TIEMPO DE CARGA DE LOS SCOOTERS			
Tipo scooter	350 W	500 W	1500 W
<b>Tipo de carga</b>			
Teórica	6,6666 6667 H	6,6666 6667 H	8 H
Lenta	11,749 7685 H	8,9432 2917 H	10,09818 33 H
Rápida	1,93 H	2,453 H	1,514727 5 H

**Fuente:** (Ríos & Encalada, 2021)



**Figura 2** Tiempo de carga de los Scooters

**Fuente:** (Ríos & Encalada, 2021)

**Tabla 3** Factor de seguridad para Ciclopaseo y Valles

FACTOR DE SEGURIDAD PARA CICLOPASEO Y VALLES		
FOS	2	
Carga o esfuerzo de uso	13,43612184	km
Falla	26,8722437	km

**Fuente:** (Ríos & Encalada, 2021)

**Tabla 4** Factor de Seguridad para Subida de Cumbayá a Quito

FACTOR DE SEGURIDAD PARA SUBIDA DE CUMBAYA A QUITO		
FOS	2	
Carga o esfuerzo de uso	2,3756	km
Falla	4,75111	Km

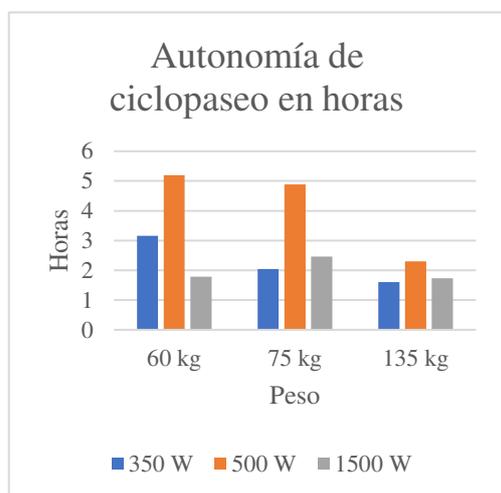
Fuente: (Ríos & Encalada, 2021)

### 4.3.1 Tablas de Autonomía en Horas

**Tabla 5** Autonomía en horas Ciclopaseo por Potencia y Peso

AUTONOMIA EN HORAS CICLOPASEO POR POTENCIA Y PESO			
Tipo de scooter	350 W	500 W	1500 W
<b>Tiempo</b>			
<b>60 kg</b>	3,158267	5,195370	1,7811111
<b>75 kg</b>	2,044863	4,883035	2,4629629
<b>135 kg</b>	1,605541	2,298437	1,7317708

Fuente: (Ríos & Encalada, 2021)

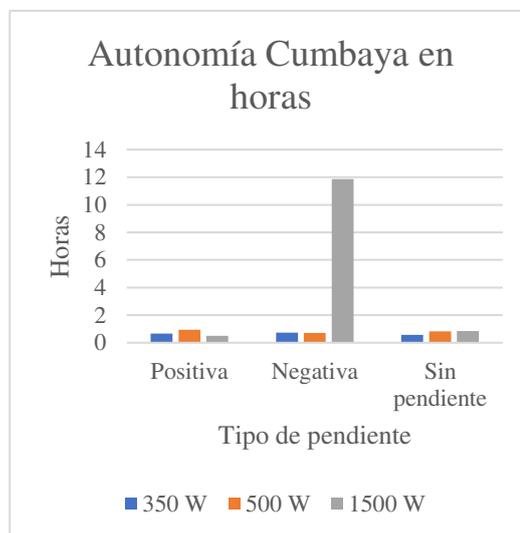


**Figura 3** Autonomía de Ciclopaseo en Horas  
Fuente: (Ríos & Encalada, 2021)

**Tabla 6** Autonomía en Horas Cumbayá por Potencia y Tipo de Pendiente

AUTONOMIA EN HORAS CUMBAYA POR POTENCIA Y TIPO DE PENDIENTE			
Tipo de scooter	350 W	500 W	1500 W
<b>Tipo de pendiente</b>			
<b>Positiva</b>	0,6560632	0,9367	0,489668022
<b>Negativa</b>	0,7387962	0,7	11,86111111
<b>Sin pendiente</b>	0,5803086	0,8365	0,857986111

Fuente: (Ríos & Encalada, 2021)



**Figura 4** Autonomía Cumbayá en Horas  
Fuente: (Ríos & Encalada, 2021)

**Tabla 7** Autonomía en Horas Valle de los Chillos por potencia y tipo de pendiente.

AUTONOMIA EN HORAS VALLE DE LOS CHILLOS POR POTENCIA Y TIPO DE PENDIENTE			
Tipo de scooter	350 W	500 W	1500 W
<b>Tipo de pendiente</b>			
<b>Positiva</b>	0,41888	0,960714	0,222706718
<b>Negativa</b>	8,66805	9,025	0,475134409
<b>Sin pendiente</b>	0,85034	2,51875	1,007330247

Fuente: (Ríos & Encalada, 2021)

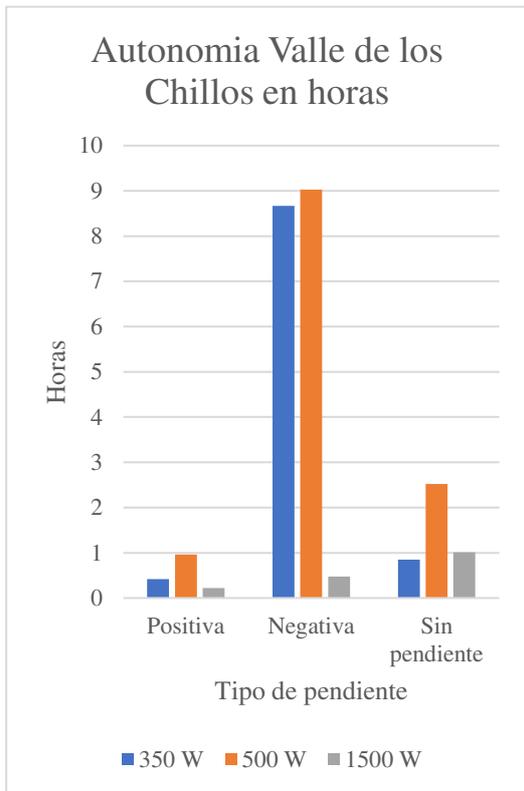


Figura 5 Autonomía Valle de los Chillos en horas

Fuente: (Ríos & Encalada, 2021)

#### 4.3.2 Tablas de Autonomía en Kilómetros

Tabla 8 Autonomía Ciclopaseo por Potencia y peso en Kilómetros.

AUTONOMIA CICLOPASEO POR POTENCIA Y PESO EN KILOMETROS			
Tipo de scooter	350 W	500 W	1500 W
<b>KM</b>			
<b>60 kg</b>	49,3024513	80,2669136	33,5371111
<b>75 kg</b>	38,5033976	76,2271173	60,6454385
<b>135 kg</b>	26,8722437	44,7576113	38,4608118

Fuente: (Ríos & Encalada, 2021)

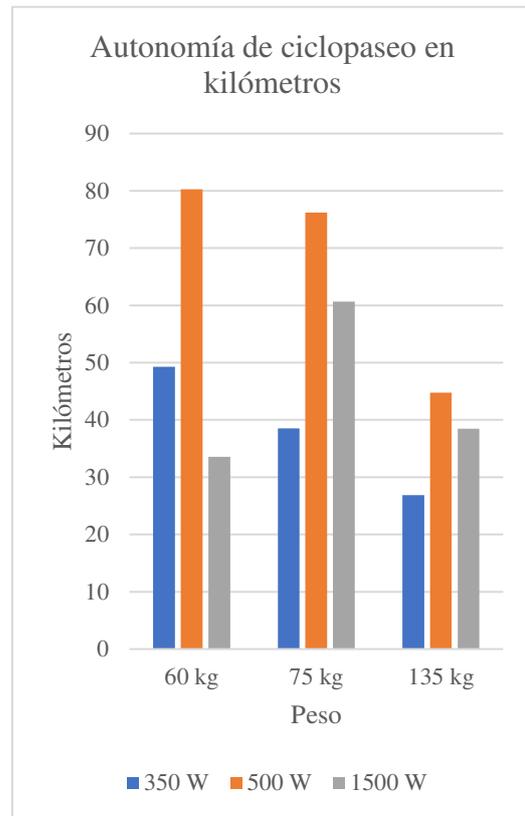


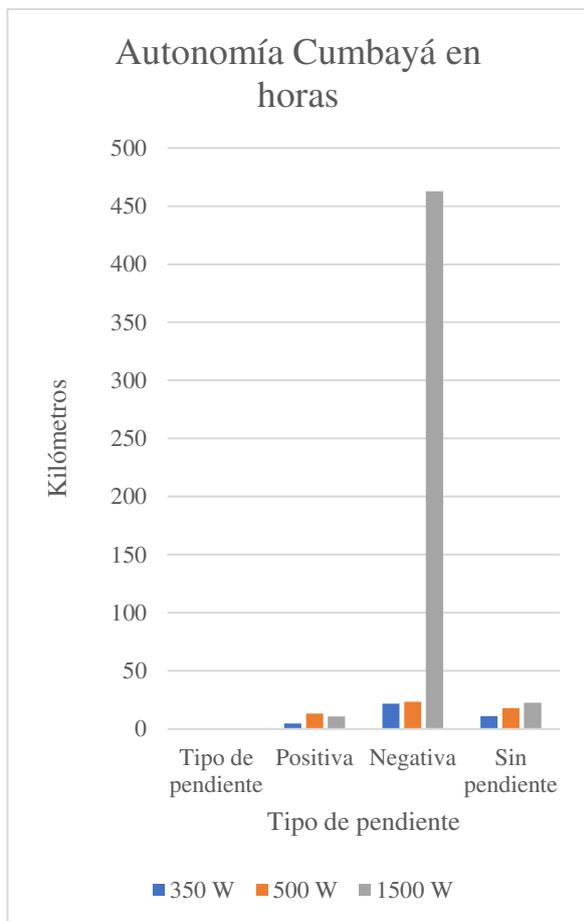
Figura 6 Autonomía de ciclopaseo en Kilómetros

Fuente: (Ríos & Encalada, 2021)

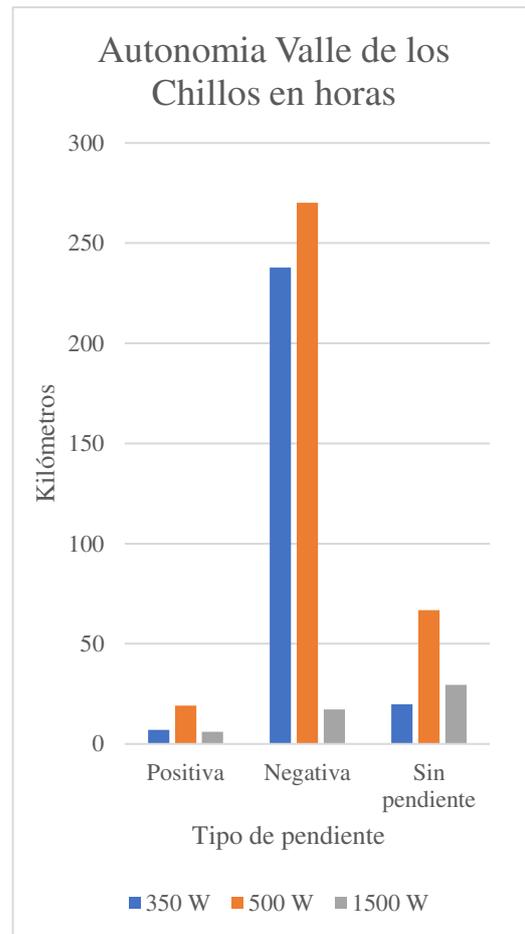
Tabla 9 Autonomía en Cumbayá por potencia y tipo de pendiente en Kilómetros.

AUTONOMIA EN CUMBAYA POR POTENCIA Y TIPO DE PENDIENTE EN KILOMETROS			
Tipo de scooter	350 W	500 W	1500 W
<b>Tipo de pendiente</b>			
<b>Positiva</b>	4,75122	13,191286	10,83560
<b>Negativa</b>	21,9319	23,483355	462,7997
<b>Sin pendiente</b>	11,2045	18,036271	22,64019

Fuente: (Ríos & Encalada, 2021)



**Figura 7** Autonomía Cumbayá en Horas  
Fuente: (Ríos & Encalada, 2021)



**Figura 8** Autonomia Valle de los Chillos en Horas  
Fuente: (Ríos & Encalada, 2021)

**Tabla 10** Autonomía Valle de los chillos por Potencia y tipo de pendiente en Kilómetros

AUTONOMIA VALLE DE LOS CHILLOS POR POTENCIA Y TIPO DE PENDIENTE EN KM			
Tipo de scooter	350 W	500 W	1500 W
<b>Tipo de pendiente</b>			
<b>Positiva</b>	7,0445872	19,171884	6,00339
<b>Negativa</b>	237,79466	270,09478	17,2010
<b>Sin pendiente</b>	19,839025	66,869034	29,4984

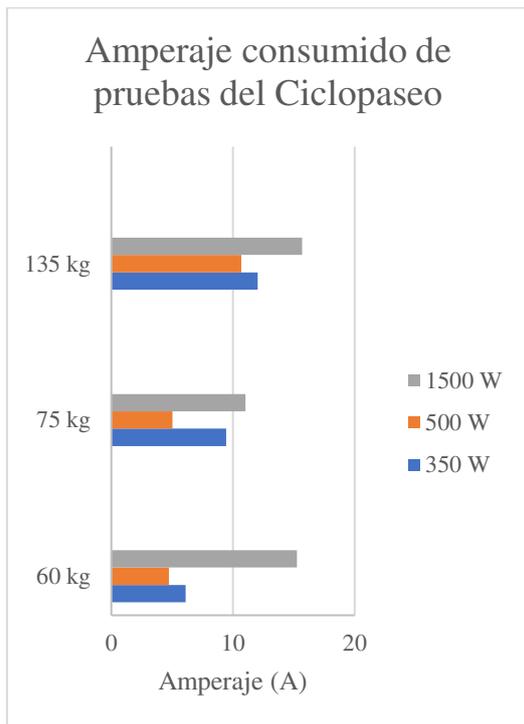
Fuente: (Ríos & Encalada, 2021)

### 4.3.3 Tablas de Amperaje Consumido

**Tabla 11** Amperaje Consumido de pruebas en el Ciclopaseo

AMPERAJE CONSUMIDO DE PRUEBAS EN EL CICLOPASEO			
Scooters	350 W	500 W	1500 W
<b>Peso</b>	A	A	A
<b>60 kg</b>	6,110945	4,721511	15,254522
<b>75 kg</b>	9,438280	5,023514	11,031428
<b>135 kg</b>	12,02086	10,67246	15,689142

Fuente: (Ríos & Encalada, 2021)



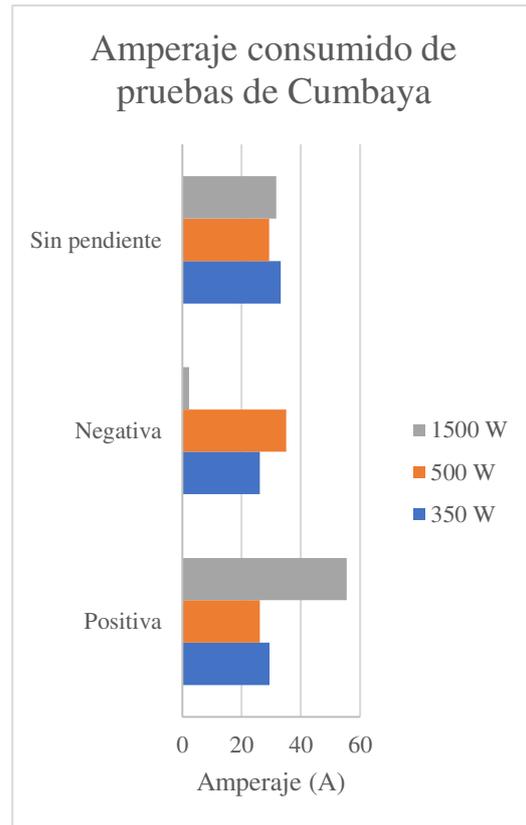
**Figura 9** Amperaje consumido de pruebas del Ciclopaseo

Fuente: (Ríos & Encalada, 2021)

**Tabla 12** Amperaje Consumido de pruebas en Cumbayá

AMPERAJE CONSUMIDO DE PRUEBAS EN CUMBAYÁ			
Scooters	350 W	500 W	1500 W
<b>Pendiente</b>	A	A	A
<b>Positiva</b>	29,4178	26,18587	55,486572
<b>Negativa</b>	26,1235	35,04285	2,2906791
<b>Sin pendiente</b>	33,2581	29,32321	31,667179

Fuente: (Ríos & Encalada, 2021)



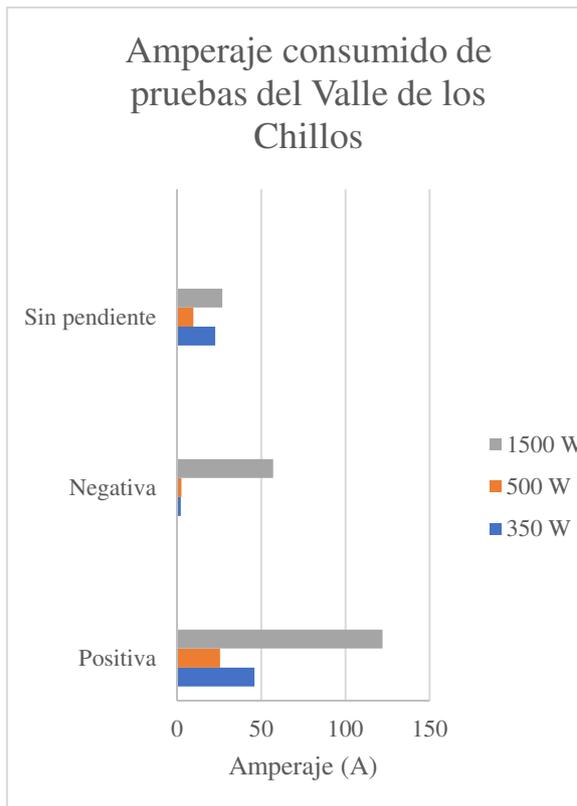
**Figura 10** Amperaje consumido de pruebas de Cumbayá

Fuente: (Ríos & Encalada, 2021)

**Tabla 13** Amperaje Consumido de pruebas en el Valle de los Chillos

AMPERAJE CONSUMIDO DE PRUEBAS EN VALLE DE LOS CHILLOS			
Scooters	350 W	500 W	1500 W
<b>Pendiente</b>	A	A	A
<b>Positiva</b>	46,0751	25,533085	121,999014
<b>Negativa</b>	2,22656	2,7180055	57,183819
<b>Sin pendiente</b>	22,6966	9,7389578	26,972286

Fuente: (Ríos & Encalada, 2021)



**Figura 11** Amperaje consumido de pruebas de Cumbayá

**Fuente:** (Ríos & Encalada, 2021)

Por otro lado, respecto a las pruebas entre los diferentes tipos de pendiente establecidos, claramente se evidencia que hay un consumo de amperaje mayor en las pendientes positivas que en las pendientes negativas o sin pendiente y al igual que las pruebas realizadas en el ciclo paseo en estas pruebas se determinó que el scooter de 350 W es el que menos autonomía ofrece.

#### 4.4 Discusión

Tras un análisis de los datos obtenidos en las pruebas y los datos calculados se obtuvo del scooter de 350 W la menor autonomía en base a kilómetros recorridos y con el mayor peso, siendo la autonomía 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, por ello, se establecerá un factor de seguridad de 2, que reduce la distancia entre cada punto de recarga a 13,4361 km, de forma que favorece a la viabilidad de los

puntos de recarga ya que se sitúan a mitad de la autonomía total, esto facilitará la recarga para los usuarios de los scooters. Además, cabe mencionar que respecto a los datos presentes en esta investigación el desgaste de la batería en pendiente positiva es muy elevado, por lo que la autonomía máxima del scooter de 350W se reducirá a tan solo 4,75123 km siempre y cuando el recorrido sea solo en pendiente positiva y con un ángulo de inclinación promedio de 7°, por lo que, al establecer el factor de seguridad de igual manera en 2, los puntos de recarga para esta condición se situarían cada 2,3756 km.

Por lo tanto los puntos de recarga cada 13,4361 km se establecerán en el inicio de la ruta del Ciclopaseo, en el sector del parque de las cuadras en el Sur de la ciudad de Quito, entre las calles Av. Rumichaca Ñan y Av. Amaru Ñan diagonal al hospital Padre Carollo [25], el punto central se ubicará en el sector céntrico de la capital, en las calles Av. Amazonas y Av. Patria, como referencia se encuentra el Hotel Hilton Colón en el barrio la Mariscal [26] y como punto final del Distrito Metropolitano de Quito, se estableció en el Sector Norte de la ciudad, entre las calles Francisco Dalmau y Av. Galo Plaza Lasso, como referencia se encuentra el Comercial Roldán/JAC Motors Quito. [27]

Se partirá desde el punto central (Av. Amazonas y Av. Patria) para ir hacia los valles, tanto el de Cumbayá y el valle de los Chillos. Al trazarse la ruta de 13,4361 hacia el valle de los Chillos, se estableció que el punto de carga será en el Puente número 7 en la Autopista General Rumiñahui [28] y en Cumbayá será en el Scala Shopping, frente al Hospital de los Valles en la Av. Oswaldo Guayasamín E28C, en el sector de La Primavera. [29]

Los puntos de recarga cada 2,3756km, en pendientes positivas, de la ruta que cubre desde Cumbayá hacia el punto central del Distrito Metropolitano de Quito, se partirá desde el Scala Shopping. El primer punto de carga es en la vía E28C, como referencia está

el Paseo San Francisco [30]. El segundo punto de carga se estableció en la Av. De los Conquistadores, como referencia se tiene a la Casa del Quinde [31], esta vía es la que cubre antiguo camino a Cumbayá, pasando por el barrio de Guápulo. El tercer punto es en la misma Av. De los Conquistadores, como referencia está INEXA (Industria Extractora C.A Planta Norte) a dos cuadras del Puente de Guápulo [32]. Como cuarto punto se estableció en la Av. De los Conquistadores, como referencia está a 100m la Liga Barrial la Floresta. [32] Como último punto se encuentra el punto ya establecido en la Av. Amazonas y Av. Patria, que logrará conectar con estos puntos que vienen desde Cumbayá.

## 5. CONCLUSIONES

- Al finalizar las pruebas de ruta se puede concluir que el scooter de 350 Watts es el que proporciona una menor autonomía y por lo tanto los datos obtenidos de las pruebas realizadas con este scooter son los que se toman como referencia para establecer los puntos de recarga, ya que, si se establecieran en base a los datos del scooter con más autonomía, no se podría llegar con scooters de menos capacidad a los puntos de recarga. Por lo tanto, respecto al Ciclopaseo en Quito se obtiene una autonomía mínima de 23,87224 kilómetros con máxima carga con un factor de seguridad de 2, se reducirá la distancia entre cada punto de recarga a 13,4361km. Por lo que los puntos de carga se establecen en el sector norte de la ciudad

de Quito, el parque de las cuadras al sur de la ciudad, el parque El Ejido, mientras que en el Valle de los Chillos se sitúan en el puente 7 en la Autopista General Rumiñahui y en Cumbayá, en el Hospital de los Valles, mientras que en la trayectoria de Cumbayá hacia el centro de Quito, que cuenta con pendientes positivas, la autonomía es de 4,75123km, con su respectivo factor de seguridad de 2, los puntos de carga se situarán cada 2,3756km.

- Al realizar pruebas en pendientes positivas, negativas y sin pendiente, se corroboró que en la pendiente positiva se reduce muy considerablemente la batería que llega a consumos de amperaje de 121,99 A mientras que por otro lado sin pendiente el consumo es 31,66 A, que resulta inferior que el de la pendiente positiva. Sin embargo, en pendiente negativa los scooters en base a los datos obtenidos de las mediciones tienden a cargarse, hasta 57,18 A. Cabe destacar que estas pruebas son netamente de pendiente positiva, negativa o sin pendiente, sin mezclar diferentes tipos de pendiente en una misma prueba.

- Por último, para el tiempo de carga en los puntos de recarga, se puede realizar con una carga lenta que, para las motos de 350 W, 500 W y 1500W duraría una carga completa 11, 75 horas, 8,94 horas y 10,10 horas respectivamente, mientras que, al realizarlo con un cargador rápido, los tiempos bajarían hasta 1,93 horas, 2,45 y 1,51 horas respectivamente.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Distrito Metropolitano de Quito, Secretaría del ambiente . (2014). *Informe Final Inventario de Emisiones Contaminantes* . Obtenido de Quito Ambiente : [http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/phocadownload/cambio\\_climatico/infor\\_final\\_ie\\_criterio\\_dmq2011\\_1.pdf](http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/phocadownload/cambio_climatico/infor_final_ie_criterio_dmq2011_1.pdf)
- [2] Ministerio del Ambiente y Agua. (14 de Agosto de 2020). *La calidad del aire de las ciudades una prioridad nacional*. Obtenido de La contaminación por la movilidad, estimaciones en todo el Ecuador: <https://www.ambiente.gob.ec/la-calidad-del-aire-de-las-ciudades-una-prioridad-nacional/>
- [3] Universidad Antonio de Nevrija. (25 de Noviembre de 2011). *Vehículos Eléctricos*. Obtenido de Medio Ambiente: [https://www.nebrija.com/la\\_universidad/facultades/facultad-artes-letras/actividades/AulaPluriligie/articulos/LoretoRoas-coches-electricos.pdf](https://www.nebrija.com/la_universidad/facultades/facultad-artes-letras/actividades/AulaPluriligie/articulos/LoretoRoas-coches-electricos.pdf)
- [4] Sociedad de Técnicos de Automoción. (2011). El vehículo eléctrico. En *Desafíos Tecnológicos, infraestructuras y oportunidades de negocio* (págs. 24-29). Barcelona: LIBROOKS Barcelona S.L.L.
- [5] Rodríguez, H. (2015). *Clasificación de categorías y tipos de vehículos* . Obtenido de Directiva 70/126/CEE y 92/61/cee ó el Real Decreto 2140/85 con actualización Real Decreto Legislativo 6/2015: <https://ingemecanica.com/tutoriales/objetos/CategoriasdeVehiculos.pdf>
- [6] Coba, G. (2020). Ventas de motocicletas crecen 25% debido a la coronacrisis. Obtenido de: Primicias.ec: <https://www.primicias.ec/noticias/Primicias>, (págs. 1-4.)
- [7] Maldonado, C. (16 de Septiembre de 2019). La movilidad eléctrica se escapa de la regulación de la medida Hoy no Circula. *El Telégrafo* , págs. 1-3.
- [8] Twenergy . (08 de Abril de 2019). *Movilidad Sostenible* . Obtenido de ¿Qué es una electrolinerera y Cómo funciona? : <https://twenergy.com/sostenibilidad/movilidad-sostenible/que-es-una-electrolinerera-y-como-funciona-1691/>
- [9] Ros, J., & Barrera, Ó. (2017). Vehículos Eléctricos e Híbridos. (pág 49). Madrid: Paraninfo, SA.
- [10] Sociedad de Técnicos de Automoción. (2011). El vehículo Eléctrico . En *Desafíos Tecnológicos, infraestructura y oportunidades de negocio* (págs. 38-41). Barcelona: LIBROOKS Barcelona S.L.L.
- [11] Garcia, M. (2015). *Universidad Tecnológica de Pereira*. Obtenido de Pasado, presente y futuro de los vehículos eléctricos : <https://core.ac.uk/download/pdf/71398996.pdf>
- [12] Sociedad de Técnicos de Automoción. (2011). El vehículo Eléctrico . En *Desafíos Tecnológicos, infraestructura y oportunidades de negocio* (pág. 197). Barcelona: LIBROOKS Barcelona S.L.L.
- [13] Pañero, E. (Julio/Septiembre de 2019). *Centro Zaragoza Instituto de investigacion sobre vehiculos, S.A*. Obtenido de Centro Zaragoza Instituto de investigacion sobre vehiculos, S.A.: [http://www.centrozaragoza.com:8080/web/sala\\_prensa/revista\\_tecnica/hemeroteca/articulos/R81\\_A8.pdf](http://www.centrozaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R81_A8.pdf)
- [14] Garcia, M. (2015). *Universidad Tecnológica de Pereira*. Obtenido de Pasado, presente y futuro de los vehículos eléctricos : <https://core.ac.uk/download/pdf/71398996.pdf>

[15] García, M. (2015). *Universidad Tecnológica de Pereira*. Obtenido de Pasado, presente y futuro de los vehículos eléctricos : <https://core.ac.uk/download/pdf/71398996.pdf>

[16] Pañero, E. (Julio/Septiembre de 2019). *Centro Zaragoza Instituto de investigacion sobre vehiculos, S.A.* Obtenido de Centro Zaragoza Instituto de investigacion sobre vehiculos, S.A.: [http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala\\_prensa/revista\\_tecnica/hemeroteca/articulos/R81\\_A8.pdf](http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R81_A8.pdf).

[17] Gobierno de Canarias. (2012). *La instalacion eléctrica de la vivienda*. Obtenido de corriente continua y corriente alterna: <http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/mmormarf/files/2015/04/instalacion-electrica-vivienda-1.pdf>

[18] Álvarez, J. (2020). *La recta* . Obtenido de Características de la recta : [https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI\\_Lectura/bachillerato/documentos/LEC8.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Lectura/bachillerato/documentos/LEC8.pdf)

[19] Coelectrix. (20 de Octubre de 2019). *Baterías AGM*. Obtenido de Calcular la Autonomía de una Batería: <https://coelectrix.com/calcular-la-autonomia-de-una-bateria>

[20] Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. (2014). *Conversión de una moto de combustión interna a eléctrica con alimentación de energía solar y con carga de energía eléctrica*. Obtenido de Cálculo de la autonomía Teórica: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8803/2/T-ESEPL-MAI-0468-P.pdf>

[21] CIDEAD. (S/f). *El movimiento rectilíneo*. Obtenido de El Movimiento Rectilíneo Uniforme, MRU: [https://proyectodescartes.org/EDAD/materiales\\_didacticos/EDAD\\_4eso\\_movimiento\\_rectilineo-JS/impresos/quincena1.pdf](https://proyectodescartes.org/EDAD/materiales_didacticos/EDAD_4eso_movimiento_rectilineo-JS/impresos/quincena1.pdf)

[22] Ok Diario. (05 de agosto de 2018). *Cómo Calcular el tiempo de carga de una batería*. Obtenido de Pasos para calcular el tiempo de carga de una batería: <https://okdiario.com/howto/como-calcular-tiempo-carga-bateria-2889424>

[23] Universidad de Guanajuato. (S/f). *Factor de seguridad y confiabilidad*. Obtenido de Factor de diseño: <http://www.dicis.ugto.mx/profesores/balvantin/documentos/Diseño%20Mecanico/UDA%202%20Factor%20de%20seguridad%20y%20confiabilidad.pdf>

## 7. ANEXOS

### INTRODUCCIÓN

**ANEXO 1.** Distrito Metropolitano de Quito, Secretaría del ambiente . (2014). Informe Final Inventario de Emisiones Contaminantes . Obtenido de Quito Ambiente : [http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/phocadownload/cambio\\_climatico/infor\\_final\\_ie\\_criterio\\_dmq2011\\_1.pdf](http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/phocadownload/cambio_climatico/infor_final_ie_criterio_dmq2011_1.pdf)



## PRESENTACIÓN

Los contaminantes del aire provienen de una variedad de fuentes tales como las fuentes móviles, los procesos industriales, la combustión de hidrocarburos y la madera, maquinaria para la construcción y el transporte aéreo. Además de estas fuentes antropogénicas, los contaminantes del aire se emiten también a través de procesos naturales como las erupciones volcánicas e incendios forestales. En las grandes zonas urbanas y ciudades como el Distrito Metropolitano de Quito, DMQ, la principal fuente de emisiones de contaminantes atmosféricos es las fuentes móviles.

Como parte de esta gestión de la calidad del aire del DMQ es necesario la actualización permanente del inventario de emisiones atmosféricas, tanto de la información básica como de la referente a los métodos de estimación. De esta manera, es posible contar con datos de la contribución de cada tipo de fuente generadora de contaminantes y además se dispone de una herramienta para estudiar la eficacia de las medidas de control y mitigación sobre la calidad del aire. Adicionalmente a la desagregación de las emisiones por tipo de fuente, categoría o subsector, se ha efectuado la distribución espacial y temporal de las emisiones contaminantes generadas en el DMQ.

El presente trabajo se ajusta a los requerimientos del modelo de predicción de la calidad del aire de la Secretaría de Ambiente. Por lo tanto, los métodos de selección y evaluación de la información, así como las metodologías de cálculo y la estimación de las emisiones, han sido ejecutados basándose en rigurosos procedimientos de aseguramiento y control de la calidad, para contar con una sólida referencia para los futuros inventario bienales del DMQ y de otras ciudades del país.

El presente documento incluye en forma resumida los principales resultados del inventario de emisiones atmosféricas y se dirige a las autoridades encargadas de la gestión de la calidad del aire del DMQ y del país, a los profesionales e investigadores dedicados al mejoramiento ambiental y a la ciudadanía, socializando y transparentando de esta forma el trabajo que realiza la Secretaría de Ambiente.

## ASPECTOS GENERALES DEL DMQ Y LA MALLA DE INVENTARIO

El DMQ tiene un área de 4 228 km<sup>2</sup> y, de acuerdo a la proyección efectuada en base al censo del 2010, la población del DMQ para el año 2011 fue de 2.302.053 habitantes. En cuanto a la Malla del Inventario, la población estimada es de 2.854.617 habitantes.

### Topografía e hidrología

La altura media de Quito en el límite urbano es de 2 810 msnm, por lo que la combustión se realiza con un 27% menos de oxígeno que a nivel del mar, siendo menos eficiente y, por tanto, se emiten más contaminantes. Adicionalmente, la ciudad está rodeada de montañas de la cordillera occidental (Pululahua, Pichincha y Atacazo), lo que dificulta su ventilación. La Malla del Inventario tiene grandes diferencias de relieve, con alturas que van desde los 400 msnm al noroccidente, hasta los 5 720 msnm en el Antisana al suroriente. En la Malla en general predominan pendientes mayores a 50 %, correspondientes a un relieve montañoso y escarpado, aunque se pueden observar zonas de pendiente suave del orden de 5%.

**ANEXO 2.** Ministerio del Ambiente y Agua. (14 de Agosto de 2020). La calidad del aire de las ciudades una prioridad nacional. Obtenido de La contaminación por la movilidad, estimaciones en todo el Ecuador: <https://www.ambiente.gob.ec/la-calidad-del-aire-de-las-ciudades-una-prioridad-nacional/>

Ministerio de Ambiente y Agua

**Gobierno** | Juntos lo logramos

El Ecuador del Encuentro

≡ MENÚ

Ministerio del Ambiente y Agua > Comunicamos > Noticias > La calidad del aire de las ciudades una prioridad nacional

## La calidad del aire de las ciudades una prioridad nacional



Boletín N° 128  
14 de agosto de 2020

Comparte esta publicación:

- Tweet
- Compartir
- Imprimir
- Mail

Entérate

**Según la Organización Mundial de la Salud, la contaminación del aire aumenta el riesgo de padecer enfermedades respiratorias agudas, como la neumonía, y crónicas, como el cáncer del pulmón y las enfermedades.**

**Pichincha.** La contaminación del aire, está asociada a diferentes factores como la producción industrial, la movilidad urbana y al desarrollo no planificado de las urbes, genera un impacto negativo sobre la población y los ecosistemas. Según la Organización Mundial de la Salud, la contaminación del aire aumenta el riesgo de padecer enfermedades respiratorias agudas, como la neumonía, y crónicas, como el cáncer del pulmón y las enfermedades.

Paulo Proaño, ministro del Ambiente y Agua (e), señaló que para el Gobierno Nacional "es una prioridad el implementar acciones enfocadas en mejorar la calidad de vida de los ecuatorianos, a través del fortalecimiento de políticas públicas encaminadas a la reducción de la contaminación de los recursos agua, aire y suelo".

Es por ello que nuestro país cuenta con la Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión, donde se establecen las concentraciones máximas permitidas para los contaminantes criterio (partículas sedimentables, material particulado menor a 10 micrones, material particulado menor a 2.5 micrones, Dióxido de azufre, Monóxido de carbono, Ozono, Dióxido de nitrógeno). El objetivo principal de la Normativa es proteger la salud de las personas, la calidad del aire, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general. Para poder cumplir con los objetivos, esta norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes en el aire ambiente a nivel de suelo.

Además, el país cuenta con un inventario de emisiones desarrollado en las ciudades de Latacunga, Ambato, Riobamba, Santo Domingo, Ibarra, Manta, Portoviejo, Esmeraldas, Rumiñahui, Quevedo, Loja, Azogues, Babahoyo y Quevedo, como herramienta para identificar de forma precisa los sectores de mayor contribución por tipo de contaminante y consecuentemente las fuentes a las cuales deben aplicarse medidas de control prioritarias.

Esta iniciativa se enfoca en el desarrollo del conocimiento, la prevención y control de la contaminación del aire, la institucionalidad y perfeccionamiento de la capacidad técnica en los sectores de la producción industria, el ordenamiento territorial y la movilidad sostenible.

### La contaminación por la movilidad

Durante el confinamiento generalizado, producido por el efecto del COVID-19 en nuestro país, ocasionó una mejora generalizada en la calidad del aire de nuestras ciudades, principalmente por la limitación de la movilización y el uso de vehículos motorizados.

### Estimaciones en todo el Ecuador

El Ministerio del Ambiente y Agua realizó una primera estimación de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la cual se centra en:

- Una disminución del 49% de las emisiones de gases de efecto invernadero en la primera semana, misma que corresponde aproximadamente a 212,324 toneladas de CO2 equivalente.
- Para la segunda se estima una disminución del 59% o 256,778 toneladas de CO2-equivalente.
- La tercera semana muestra una reducción de emisiones estimada en un 60%, es decir 264,138 toneladas de CO2-equivalentes.

Asimismo, un estudio realizado por el Municipio de Quito, en conjunto con la Universidad de las Américas, evidenció que la cuarentena y la restricción de movilidad en la ciudad contribuyeron significativamente a que los niveles de contaminación del aire se reduzcan.

El porcentaje de los contaminantes en el aire de Quito tuvo una reducción aproximada del 50% frente a los datos recogidos antes de que se pidiera a los ciudadanos permanecer en casa.



## ANEXOS FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

**ANEXO 3.** Universidad Antonio de Nevrija. (25 de Noviembre de 2011). Vehículos Eléctricos. Obtenido de Medio Ambiente: [https://www.nebrija.com/la\\_universidad/facultades/facultad-artes-letras/actividades/AulaPluriligie/articulos/LoretoRoas-coches-electricos.pdf](https://www.nebrija.com/la_universidad/facultades/facultad-artes-letras/actividades/AulaPluriligie/articulos/LoretoRoas-coches-electricos.pdf)



## INTRODUCCIÓN

Los vehículos eléctricos utilizan uno o más motores eléctricos o de tracción para la propulsión. Hay tres tipos principales de vehículos de este tipo, existen los que se alimentan directamente de una estación de alimentación externa, los que funcionan con electricidad almacenada y los que son alimentados por un generador de a bordo, tales como un motor (un vehículo híbrido), o una célula de combustible de hidrógeno. Algunos ejemplos son los coches, trenes, camiones, aviones, barcos, motos y *scooters* eléctricos y las naves espaciales.

Este tipo de transporte comenzó a existir en el siglo XIX, cuando la electricidad fue uno de los métodos preferidos para la propulsión de vehículos de motor, proporcionando un nivel de comodidad y facilidad de operación que no pudo ser alcanzado por los coches de gasolina de la época. El motor de combustión interna es el método dominante, pero la energía eléctrica se ha mantenido en algunos como los trenes y vehículos más pequeños de todo tipo.



Durante las últimas décadas, el impacto ambiental ocasionado por la infraestructura para el transporte basado en el petróleo, junto con el precio de este mismo, ha llevado a la aparición de un renovado interés por una infraestructura de transporte eléctrico. Los vehículos eléctricos difieren de los impulsados por combustibles fósiles en que estos pueden obtener la electricidad que consumen a partir de una amplia gama de fuentes, incluidos los combustibles fósiles, energía nuclear y fuentes renovables como la energía mareomotriz, la solar y la eólica o cualquier combinación de éstas.

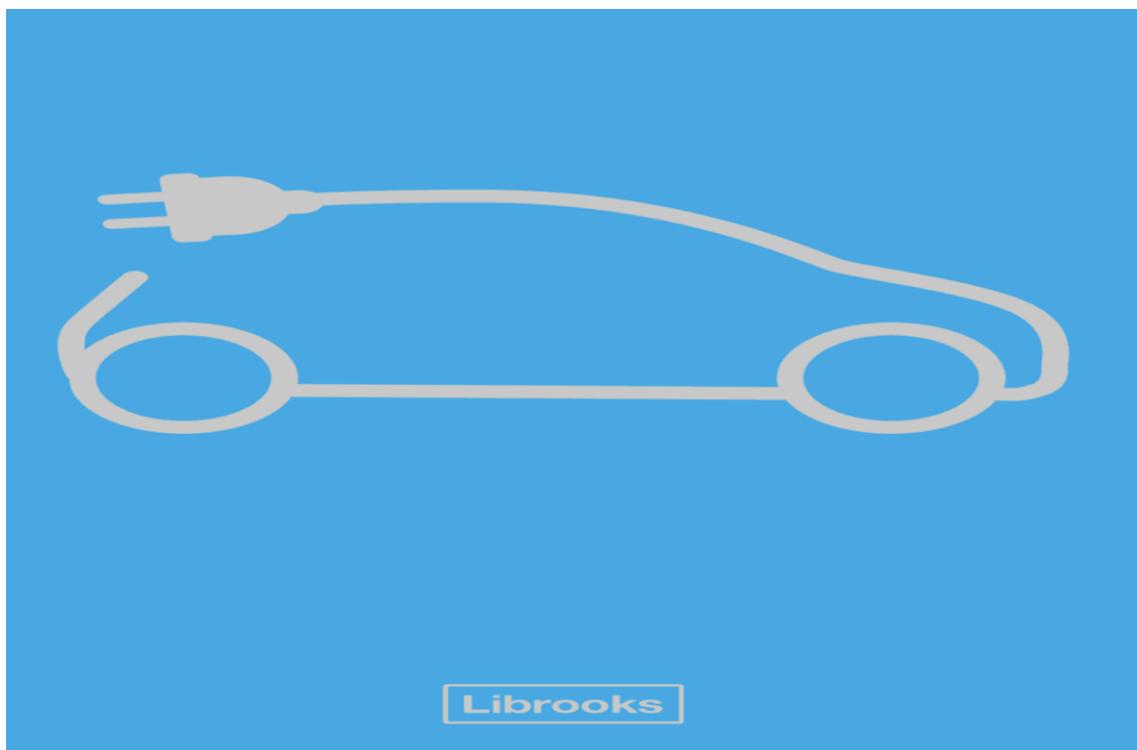
La electricidad puede ser almacenada a bordo del vehículo con una batería o con supercondensadores. Los vehículos que hagan uso de motores de combustión por lo general sólo obtienen su energía de una sola o unas pocas fuentes, por lo general no renovables, los combustibles fósiles. Una de las ventajas clave de estos vehículos, ya sean híbridos o no, son el frenado regenerativo y la suspensión, esto es, su capacidad para recuperar la energía perdida normalmente durante la frenada, de forma que la electricidad vuelva a la batería.

## MEDIO AMBIENTE

Incluso cuando la electricidad usada para recargar los vehículos eléctricos procede de una fuente de emisión de CO<sub>2</sub>, como puede ser el carbón o el gas; la relación de CO<sub>2</sub> producida por un coche de esta clase es la mitad o el tercio producido por uno de combustión. Además los eléctricos suelen generar menos contaminación acústica que uno de motor de combustión interna, ya sea en reposo o en movimiento. Otra ventaja es que no requieren oxígeno, lo cual es muy práctico, por ejemplo, para los submarinos

Por otro lado, aunque los automóviles eléctricos e híbridos han reducido las emisiones de carbono por el tubo de escape, la energía que consumen a veces se produce por medios que tienen impactos ambientales. Por ejemplo, la mayoría de la electricidad producida en los Estados Unidos proviene de combustibles fósiles (carbón y gas natural) de forma que el uso de un vehículo de este tipo en los Estados Unidos no sería del todo ecológico.

**ANEXO 4.** Sociedad de Técnicos de Automoción. (2011). El vehículo eléctrico. En *Desafíos Tecnológicos, infraestructuras y oportunidades de negocio* (págs. 24-29). Barcelona: LIBROOKS Barcelona S.L.L.



## **El vehículo eléctrico**

**Desafíos tecnológicos,  
infraestructuras  
y oportunidades de negocio**

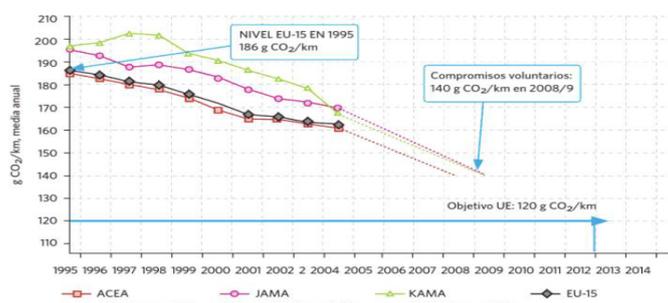
**Librooks**

## Por qué vehículo eléctrico

Parece que la principal razón que nos impulsó a abandonar el vehículo eléctrico es la misma que ahora nos lleva aceleradamente hacia él: el petróleo. A grandes rasgos, la sociedad empieza a darse cuenta de la necesidad de no depender de un recurso finito. Los pronósticos no son favorables a corto plazo y el mejor de los casos es incluso peor de lo esperado. Cambio climático, calentamiento global, contaminación ambiental, recursos limitados... Sin duda todos estos conceptos están íntimamente ligados a los vehículos de combustión. Con unas normativas sobre emisiones cada vez más restrictivas, los ingenieros se enfrentan a retos tecnológicos *a priori* inalcanzables.

En los Gráficos 1 y 2 sobre normativas de emisiones se muestran los niveles de emisión de CO<sub>2</sub> y el objetivo establecido por la UE para mediados de 2011, y una comparación de los niveles de NO<sub>x</sub> a los que hay que llegar, según las normativas europea (Euro), americana (Tier y Bin) y japonesa (LT), en los cuales se puede apreciar una clara tendencia a la baja. Además, en la Tabla 1 se muestran los diferentes niveles que la normativa Euro tiende a limitar y la apuesta, con la Euro 6,

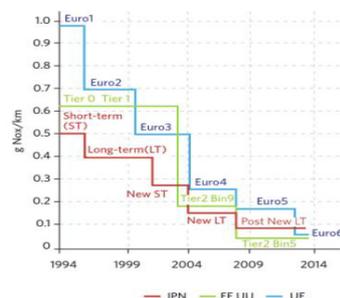
GRÁFICO 1. Emisiones medias de CO<sub>2</sub> en la UE según distintas normativas



Fuente: Comisión Europea

24

GRÁFICO 2. Restricciones de emisiones de NO<sub>x</sub> según distintas normativas



## Introducción a la electrificación de vehículos

Con toda seguridad podemos afirmar que un vehículo es una obra de ingeniería, así como cada una de sus partes; en especial, el motor, tanto si es de tracción eléctrica como térmica. Si analizamos ambos vehículos las diferencias saltan a la vista, pero éstas no son las únicas que una transformación tecnológica aportará. Los vehículos forman parte del día a día de muchas personas, así como de sus vidas. Un cambio en la forma de utilizarlos implica un cambio social importante.

### LA CUESTIÓN ENERGÉTICA

Y es que hablar de vehículo implica directamente hablar de energía. El problema del vehículo de combustión es que, además, implica también hablar de una sola fuente de obtención de dicha energía: los combustibles fósiles. Todo lo contrario ocurre con el vehículo eléctrico ya que la energía almacenada en las baterías, extraída a partir de la red eléctrica, abre las puertas a cualquier tipo de fuente energética, incluidas las energías renovables. Tal y como se refleja en el Gráfico 3, actualmente el transporte en el mundo depende aproximadamente en un 90% del petróleo. Existen muchas otras energías, renovables, que ayudan a olvidar esta dependencia energética de los vehículos hacia el combustible fósil.

Aun así, existe el llamado «mix de energías». A grandes rasgos, no sería equitativo comparar ambas tecnologías únicamente por el CO<sub>2</sub> que emite cada una. Se puede afirmar que un vehículo eléctrico en marcha tiene cero emisiones, pero para llegar a tener una batería cargada sí que se ha generado CO<sub>2</sub> y otros gases o partículas contaminantes. Esta idea es la que recoge la Tabla 2 donde puede apreciarse que, a nivel de eficiencia energética total, el vehículo eléctrico no gana la carrera con tanta ventaja como se cree. Pero llegar a la emisión cero es un salto demasiado grande. Tal y como muestra la Figura 1, el vehículo híbrido es el puente entre ambas tecnologías.

Otro punto a favor del vehículo eléctrico es el aumento de la urbanización de la población y su reducida movilidad. Según afirma Anna Tibajuka, directora ejecutiva de ONU-Hábitat, en 2050 un 80% de la población vivirá en ciudades.

## **CAMBIO ENERGÉTICO**

El motor de combustión interna depende totalmente del petróleo. Como combustible fósil, la tierra ha necesitado millones de años para generarlo, y la humanidad tan sólo unos pocos siglos para casi agotarlo. Como muestra el Gráfico 4, la demanda de producción es cada vez mayor y los yacimientos petrolíferos que se espera descubrir serán cada vez menos. Así, dado el tiempo que requiere la explotación de nuevos yacimientos y a la vista del descenso en el ritmo de descubrimiento de nuevas reservas, las previsiones de la Agencia Internacional de la Energía (AIE) apuntan que en los años 2015-2020 se generarán importantes tensiones entre oferta y demanda. Probablemente la única forma de resolver estos conflictos sea con un aumento de los precios. Según parece, los especialistas coinciden en afirmar que la era del petróleo fácil y barato en la que el mundo ha vivido durante el siglo XX está llegando a su fin. Tal y como vemos en el Gráfico 6, las previsiones en el aumento del precio del petróleo se aceleran a partir de 2015.

Lo que sí es evidente es que estamos inmersos en un cambio que se inicia con la tecnología, arrastra a los métodos de obtención de la energía, continúa con la infraestructura y acabará transformando nuestras vidas.

## **CAMBIO TECNOLÓGICO**

El vehículo eléctrico, tal y como se presenta en la actualidad, parece una innovación. Ya hemos visto que fue inventado en paralelo al de combustión, pero debido al gran desarrollo que ha tenido éste en sus más de 100 años de historia, podría parecer que el vehículo eléctrico nunca ha existido. Y es que una tecnología no evoluciona si no se le dedican inversiones y esfuerzo. El primer vehículo eléctrico se ensambló hace 130 años, pero no ha sido hasta esta última década que las empresas han desarrollado en profundidad este tipo de propulsión. ¿Por qué este retraso en el desarrollo del vehículo eléctrico? George Basalla en su libro *La Evolución de la Tecnología*<sup>2</sup> considera los artefactos tecnológicos como si fueran especies vivientes que siguen las reglas de la evolución de la naturaleza (Darwin), y así justifica que se impusiera el motor térmico de explosión frente a sus coetáneos de vapor y eléctricos. Se ha tenido que llegar a la concienciación de que la energía fósil se agota para retomar otras tecnologías que provengan de fuentes renovables. Pero antes de la implantación del vehículo eléctrico, debemos seguir ciertos pasos y superar ciertas barreras.

La principal barrera o impedimento que el vehículo eléctrico deberá superar para hacer frente al vehículo de combustión es un aumento en la autonomía. De momento, el vehículo eléctrico podrá tener buenos resultados en desplazamientos urbanos, pero no está preparado para hacer un desplazamiento interurbano. Otra mejora sustancial se producirá cuando disminuyan los tiempos de carga de las baterías. A estas dos limitaciones del propio vehículo, hay que sumar la falta de infraestructura para la carga. No sólo deben cambiar los vehículos, también las ciudades deben estar preparadas para su llegada, así como las viviendas y los aparcamientos.

El vehículo eléctrico se enfrenta a retos de futuro muy ambiciosos a medio y largo plazo, entre ellos conseguir baterías de alta capacidad energética, motores compactos de altas prestaciones, silenciosos y compatibles con fuentes de energía renovables. La tecnología está lista, sólo hace falta saltar la barrera.

Este dato, junto con otro que afirma que el 80% de las personas hacen menos de 60 km al día<sup>1</sup> mitiga en gran medida el principal problema del coche eléctrico: la autonomía.

Además del problema de la autonomía para desplazamientos largos, la infraestructura también juega un papel muy importante en el desarrollo de esta tecnología. Sin puntos de recarga no son factibles los coches eléctricos. Éste es un problema que se suma a la lista de problemas que quizá ya se podrían haber solucionado, o mejorado, si su homólogo de combustión no le hubiese robado tanto protagonismo.



1. Fuente: Plan Nacional de Desarrollo para la Movilidad Eléctrica del Gobierno Federal de Alemania (agosto de 2009).

**ANEXO 5.** Rodríguez, H. (2015). *Clasificación de categorías y tipos de vehículos*. Obtenido de Directiva 70/126/CEE y 92/61/cee ó el Real Decreto 2140/85 con actualización Real Decreto Legislativo 6/2015: <https://ingemecanica.com/tutoriales/objetos/CategoriasdeVehiculos.pdf>



Hermenegildo Rodríguez Galbarro, *Ingeniero Industrial*

<b>Categoría L</b>	<b>Vehículos de motor de dos o tres ruedas, gemelas o no, y cuadríciclos, destinados a circular por carretera, así como sus componentes o unidades técnicas. (Directiva 2002/24/CE: fecha de aplicación para nuevos tipos el 09/11/2003 y para nueva matrícula el 09/11/2004)</b>	
Categoría L1e	Ciclomotores: vehículos de dos ruedas con una velocidad máxima por construcción no superior a 45 km/h, de cilindrada inferior o igual a 50 cm <sup>3</sup> (combustión interna) o potencia continua nominal máxima inferior o igual a 4 kW (motores eléctricos).	03
Categoría L2e	Vehículos de tres ruedas con una velocidad máxima por construcción no superior a 45 km/h, de cilindrada inferior a igual a 50 cm <sup>3</sup> (motores de encendido por chispa positiva) o potencia máxima inferior o igual a 4 kW (demás motores de combustión interna o motores eléctricos).	03, 05
Categoría L3e	Motocicletas: Vehículos de dos ruedas sin sidecar con un motor de cilindrada superior a 50 cm <sup>3</sup> y/o con una velocidad máxima por construcción superior a 45 km/h.	04
Categoría L4e	Vehículos de dos ruedas con sidecar con un motor de cilindrada superior a 50 cm <sup>3</sup> y/o con una velocidad máxima por construcción superior a 45 km/h.	04
Categoría L5e	Vehículos de tres ruedas simétricas con un motor de cilindrada superior a 50 cm <sup>3</sup> y/o con una velocidad máxima por construcción superior a 45 km/h.	05, 06
Categoría L6e	Cuadríciclos ligeros cuya masa en vacío sea inferior o igual a 350 kg., no incluida la masa de las baterías para los vehículos eléctricos, cuya velocidad máxima por construcción sea inferior o igual a 45 km/h, de cilindrada inferior o igual a 50 cm <sup>3</sup> (motores de encendido por chispa positiva) o potencia máxima inferior o igual a 4 kW (demás motores de combustión interna o motores eléctricos).	03
Categoría L7e	Cuadríciclos cuya masa en vacío sea inferior o igual a 400 kg. (550 kg. para vehículos destinados al transporte de mercancías), no incluida la masa de las baterías para los vehículos eléctricos, y potencia máxima inferior o igual a 15 kW.	06
<b>Categoría T (Tractores agrícolas)</b>	<b>Vehículos especiales de dos o más ejes concebidos y contruidos para arrastrar, empujar, llevar o accionar aperos, maquinaria o remolques agrícolas. (Directiva 2001/3/CE)</b>	
Categoría T <sub>1</sub>	Tractores de ruedas con una velocidad máxima por construcción no superior a 40 km/h, con una vía mínima de al menos uno de los ejes igual o mayor a 1150 mm, una masa en vacío y en orden de marcha superior a 600 kg. y una altura libre sobre el suelo menor o igual a 1000 mm.	50
Categoría T <sub>2</sub>	Tractores de ruedas con una velocidad máxima por construcción no superior a 40 km/h, con una vía mínima inferior a 1150 mm, una masa en vacío y orden de marcha superior a 600 kg y una altura libre sobre el suelo menor o igual a 600 mm.	50
Categoría T <sub>3</sub>	Tractores de ruedas con una velocidad máxima por construcción no superior a 40 km/h y una masa en vacío y orden de marcha menor o igual a 600 kg.	50
Categoría T <sub>4</sub>	Otros tractores de ruedas con una velocidad máxima por construcción no superior a 40 km/h.	50

2

ARATEC ingeniería.  
[www.aratec-ingenieria.com](http://www.aratec-ingenieria.com)

C.P. 41.600 ARAHAL - Sevilla  
Tf.: 954 840 667 – 646 166 055

ANEXO 6. Coba, G. (2020). Ventas de motocicletas crecen 25% debido a la coronacrisis. Obtenido de: Primicias.ec: <https://www.primicias.ec/noticias/> *Primicias*, (págs. 1-4.)

## Ventas de motocicletas crecen 25% por la coronacrisis

**El aumento de ventas de las empresas del sector no significa que no hayan sido golpeadas por la crisis ahondada por la pandemia de Covid-19.**



En junio de 2020 en el país se vendieron 15.000 motocicletas, un 25% más que en el mismo período de 2019. La mejora en las ventas del sector se da en medio de la emergencia sanitaria de Covid-19.

Si se comparan las ventas de junio de 2020 frente a las de marzo del mismo año, cuando empezó la emergencia sanitaria, estas llegan a triplicarse en algunos casos.

- **Mediante decretos, el presidente Lasso empieza a ejecutar sus políticas de gobierno**

“Nosotros vendíamos alrededor de 90 unidades y en junio llegamos a 350 motocicletas”, explica Oswaldo Landázuri, gerente general de Metaltronic, empresa del sector metalmecánico con varias líneas de negocio, entre ellas el ensamblaje y venta de motocicletas.

El crecimiento de las ventas de Metaltronic, con su marca Thunder, ha hecho que la **participación de mercado de esta empresa subiera de 1,5% a 3%.**

Otra marca de motocicletas que experimentó un crecimiento en ventas es Honda.

“Al inicio de la emergencia sanitaria las ventas se vieron frenadas al 100%, pero con la creación de emprendimientos, especialmente de entregas a domicilio, **el mercado se reactivó**”, explica Juan Pablo Madero, gerente de Marketing de Honda Ecuador.

En el caso de Honda las motocicletas más demandadas han sido las utilitarias o también conocidas como de trabajo.

¿A qué responde el crecimiento de las ventas de las motocicletas en medio de la pandemia? A cuatro factores:

- **Aumentan las entregas a domicilio**, porque las personas prefieren no salir de casa para evitar contagios.
- **Crece el desempleo en el país por la crisis**, por lo que muchos trabajadores optan por comprar una motocicleta con sus indemnizaciones y emprender un negocio.
- Quienes han conservado sus empleos **no quieren arriesgarse a viajar en transporte público** por lo que **buscan alternativas de movilidad, como las motocicletas, bicicletas y monopatinés eléctricos.**
- La crisis económica, derivada de la emergencia sanitaria, ha hecho que **las personas traten de ahorrar**, por lo que cambian vehículos por motocicletas.

Si bien el volumen de ventas de motocicletas aumentó por estos elementos, **la inquietud que queda es si el crecimiento se mantendrá.** Landázuri responde que sí porque esos factores no cambiarán en el corto plazo.

Aunque para Madero, **el pico en las ventas se registró durante cuatro semanas.** “Ahora por la saturación de las entregas a domicilio las ventas de motocicletas comenzaron a estabilizarse”, dice.

### Ni perder, ni ganar

La reactivación en el caso de Honda **ha significado llegar a los volúmenes de venta de 2019**, aunque su proyección antes de la pandemia era de un crecimiento de 10%.

En el caso de Metaltronic, si bien sus ventas en motocicletas se han triplicado, **otras líneas de negocio, como la automotriz, han tenido una baja.** En ese contexto, la compañía también espera llegar al nivel de ventas de 2019.

En el caso de Metaltronic, si bien sus ventas en motocicletas se han triplicado, **otras líneas de negocio, como la automotriz, han tenido una baja.** En ese contexto, la compañía también espera llegar al nivel de ventas de 2019.

“Estimábamos ventas de alrededor de USD 18 millones en 2020, lo que significaba un crecimiento del 40%. Por la pandemia esos proyectos no se van a cumplir. En el caso del sector automotriz las proyecciones son de una baja de 50%”, afirma Landázuri.

Landázuri agrega que “**esperamos que en 2021 nuestro principal cliente, General Motors, ya solo represente un tercio de las ventas.** Los segmentos de vehículos de tres ruedas, nuevo producto y motocicletas empezarán a ganar espacio en la participación de ventas de Metaltronic”.

### Ventas por línea de negocio Metaltronic

2019

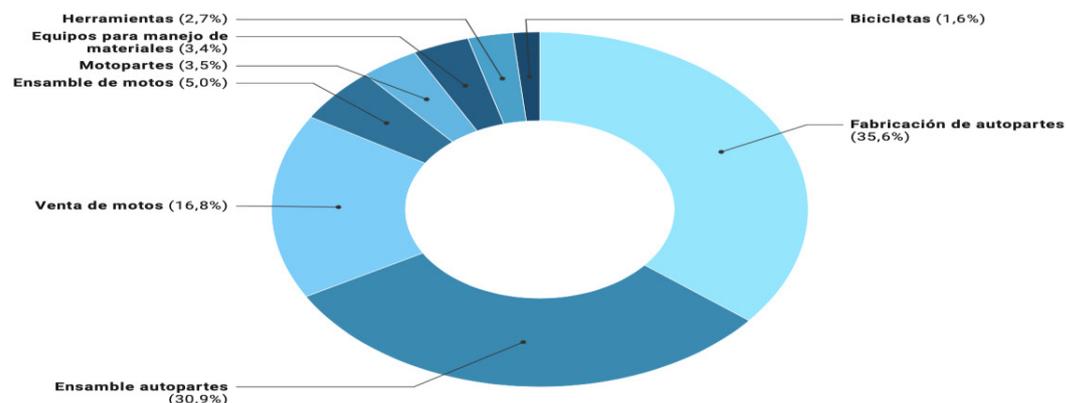


Gráfico: Gabriela Coba - PRIMICIAS • Fuente: Metaltronic • [Descargar los datos](#) • Creado con [Datawrapper](#)

ANEXO 7. Maldonado, C. (16 de Septiembre de 2019). La movilidad eléctrica se escapa de la regulación de la medida Hoy no Circula. *El Telégrafo*, págs. 1-3.

QUITO

## La movilidad eléctrica se escapa de la regulación de la medida Hoy no Circula

Unidad de Investigación - 16 de septiembre de 2019 - 00:00



La movilidad eléctrica se escapa de la regulación de la medida Hoy no Circula

En los meses previos a la implementación de la restricción vehicular, impulsada por el Municipio de Quito, crecieron las ventas de bicicletas, scooters, motocicletas y autos eléctricos. Este transporte no emite CO<sub>2</sub>, el costo por la carga de batería es similar a la de un teléfono celular y no está regulado.

Quito sí es una ciudad amigable para la movilización alternativa. Aunque muchos piensan en la peligrosidad de las calles, existen opciones para trasladarse por la capital y reemplazar el automóvil o moto a propósito de la entrada en vigencia del **Hoy no Circula**, medida que restringe el uso de vehículos por 15 horas al día desde el pasado 9 de septiembre.

### NOTICIAS RELACIONADAS

- Más ciudades se unen a la movilidad pública eléctrica



Lectura estimada:  
6 minutos  
Contiene: 1187 palabras

Visitas:  
5935

Tags:  
movilidad eléctrica  
Quito

Enlace corto:  
<http://tinyurl.com/y3aqp>



Bicicletas y scooters eléctricos no tienen restricciones; y las motocicletas y carros eléctricos acatan únicamente el **Pico y Placa** (cinco horas diarias de restricción, de 07:00 a 09:30 y desde las 16:00 hasta las 19:30).



Annelis Lozano, del local **Electrobike**, aseguró que entre agosto y septiembre de 2019 las ventas en la tienda aumentaron por el Hoy no Circula.

En ello también coincidió Daniel Cardona, propietario de **Electroecuador**. El vendedor indicó que antes del 9 de septiembre los quiteños mostraron más interés por adquirir scooters, aunque una de las dudas que surgen es si es posible subir calles empinadas sobre estos vehículos. Y sí es posible, pues trepan pendientes con inclinación de 30 grados.

“Aproximadamente se venden de cuatro a seis unidades semanales, la ventaja es que no requieren licencia ni casco”, dijo.

**LA MOVILIDAD ELÉCTRICA AYUDA A REDUCIR LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub>**

LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN BICICLETAS, SCOOTERS, MOTOS Y AUTOELÉCTRICOS ES NULA. NO NECESITAN COMBUSTIBLES Y EL COSTO POR CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA ES SIGNIFICATIVAMENTE MENOR AL COSTO DE GASOLINA.

<b>AUTOS</b> 	<b>MOTOS</b> 
<b>BICICLETAS</b> 	<b>SCOOTERS</b> 

Su autonomía varía de acuerdo al modelo, pero su máximo rango es de 80 km por carga completa por el modelo más costoso.

Esto, en teoría, permite atravesar la ciudad de norte a sur y regresar. El tiempo de carga es de entre seis y ocho horas. Cuentan con **luces**, bocina y, en algunos casos, direccionales. Su costo fluctúa entre \$ 1.400 y \$ 2.500. El tiempo de vida útil de la batería es de 1.500 cargas aproximadamente, lo que se traduce de cuatro a cinco años, dependiendo del uso; el precio para reemplazarla oscila entre los \$ 200 y \$ 300.

Guillermo Abad, secretario de Movilidad del MDMQ, considera necesario que este medio de transporte cuente con una normativa, como sucede en las ciudades de París, Barcelona y Bogotá. La autoridad señaló que, al no tener las condiciones adecuadas pueden generar alta siniestralidad e **inseguridad vial**.

Acotó que es importante que quienes busquen adquirirlos conozcan que están sujetos a normas de tránsito, “nosotros exhortamos a las personas que importan y que inclusive han hecho público que van a sacar este servicio, se abstengan de hacerlo hasta tener una resolución clara y es **preferible** que dialoguen con la autoridad para tener alternativas seguras”, recalzó.

En ese contexto, Frank Fuentes, secretario de la Unión de Ciclistas del Ecuador (BiciUnión), criticó que desde el Municipio de Quito no se haya aprovechado para promocionar el uso de la bici. “Hay personas que por su condición física, sea de salud, edad o por las distancias, a quienes se les complica usar la bicicleta **mecánica**, entonces la eléctrica ayuda”, resaltó.

Una bicicleta eléctrica básica cuesta \$ 535. La batería tarda cuatro horas en cargarse y no tiene un impacto en la tarifa de luz, porque “es como cargar un teléfono celular”; además dura 35 km, si solo se usa el sistema eléctrico sin pedaleo. Es plegable –puede ocupar el mismo espacio de un CPU–, pesa 15 kilos y son 100% deducibles en la devolución del Impuesto a la Renta por concepto **salud**.

El director de la Agencia Metropolitana de Tránsito, Danny Gaibor, reconoció que se requieren cambios importantes en beneficio de los ciudadanos. “Tenemos que fortalecer la BiciQ para que se ocupe como una medida alternativa al Hoy no Circula”, enfatizó.

Pero si el usuario no se convence con las **bicicletas** o scooters, también hay motocicletas y automóviles eléctricos.

Jaime Cucalón, presidente de la Asociación Ecuatoriana Automotriz, resaltó que sí existe interés en los ciudadanos para comprar un vehículo eléctrico, pero “aún soy muy caros y el alcance es poco, 200 km por carga, y son de uso urbano”. Aunque bajaron los aranceles, aún se mantiene el ICE que lo vuelve costoso. Un auto tipo Sedan puede alcanzar los \$ 34.500 en el mercado.

Sin embargo, Jorge Burbano, gerente de BYD, marca que importa buses y hasta camiones eléctricos, destacó que aunque el precio es elevado, el costo por salud, **gasolina** y contaminación ambiental y auditiva es bajo, “todo eso disminuye el estrés”.

La congestión vehicular que aumentó en Quito impulsó al Municipio a acogerse al Pico y Placa desde enero de 2010.

Hoy se cumple una semana desde la vigencia del Hoy no Circula, medida que restringe el uso de vehículos por 15 horas a diario, de acuerdo al último número de la placa de los **automotores**.

La decisión es para disminuir la carga vehicular y así realizar los trabajos de **repavimentación** en las vías. Con corte al viernes 13 de septiembre, la Agencia Metropolitana de Tránsito dio a conocer que por no acatar la orden hubo 563 vehículos retenidos: 124 el lunes, 112 el martes, 95 el miércoles, 108 el jueves y 124 vehículos el viernes.

Las primeras observaciones que deja la medida es que el tráfico disminuyó entre las 09:30 y las 16:00. “Había un 41% de conductores que esperaba que se terminara el Pico y Placa para circular”, expresó Abad.

En hora pico la velocidad máxima, por la **carga vehicular**, era de 13 km, ahora es de 16 km por hora. **(I)**

**ANEXO 8.** Twenergy . (08 de Abril de 2019). *Movilidad Sostenible* . Obtenido de ¿Qué es una electrolinera y Cómo funciona? : <https://twenergy.com/sostenibilidad/movilidad-sostenible/que-es-una-electrolinera-y-como-funciona-1691/>



¿Le suena raro el término **electrolinera**? Es normal: tiene ya cierto recorrido, pero no hace tanto que lo incorporamos. Una electrolinera es una **estación de servicio** donde, en lugar de gasolina, se dispensa **energía para recargar las baterías** de los coches eléctricos. Aquí también se pueden enchufar los carros híbridos y las operaciones que efectuaremos (repostar electricidad o recambiar las baterías)

## Tipos de Electrolineras

Hay **dos clases de electrolineras**: las de **recarga** y las de **recambio de batería**. El problema de las segundas es la **variedad de modelos de baterías**, puesto que aún no existe una batería universal.

En el caso de la recarga, puede ser que tengas **enchufe para tu coche eléctrico** en tu casa y por la noche lo cargues mientras duermes, pero ¿qué pasa si te quedas sin batería a medio camino, sobre todo si se trata de un viaje largo? Puedes acudir a una **electrolinera**, cuyo nombre, como te puedes imaginar, nació de la unión de los términos electricidad y gasolinera. Aunque es verdad, que uno de los grandes problemas es que **aún no existen suficientes puntos de recarga repartidos en las ciudades**.

La forma de empleo es prácticamente la misma que en una gasolinera tradicional: nos acercamos al dispensador y enchufamos la manguera a nuestro carro. Sólo que en lugar de derivados del petróleo éste consumirá electricidad, una energía mucho más limpia y beneficiosa para el planeta.

ANEXO 9. Ros, J., & Barrera, Ó. (2017). Vehículos Eléctricos e Híbridos. (pág 49). Madrid: Paraninfo, SA.



### **Vehículos eléctricos ligeros (LEV)**

Dentro de la amplia gama de vehículos eléctricos que actualmente se pueden encontrar en el mercado es importante mencionar los vehículos eléctricos ligeros (LEV siglas en inglés de *Light Electric Vehicle*). Los vehículos eléctricos ligeros engloban a todos los vehículos que son eléctricos y de muy bajo peso como pueden ser: bicicletas eléctricas, ciclomotores eléctricos, *scooters* eléctricos, sillas de ruedas eléctricas, *segways*, patinetes eléctricos y una amplia gama más de vehículos similares.

## **CAPÍTULO 2. LA ALTA TENSIÓN EN LOS VEHÍCULOS**

Las principales características de los LEV son:

- Vehículos de tracción totalmente eléctrica y sin motor térmico. Están dentro de la clasificación de vehículos eléctricos (EV).
- Son vehículos unipersonales aunque también hay algún modelo para dos personas.
- La tensión siempre está por debajo del límite de seguridad para el cuerpo humano que es de 50 V, siendo las tensiones más usuales 12 V, 24 V, 36 V y 48 V.
- Los principales componentes eléctricos del vehículo son los elementos usuales en todos los vehículos eléctricos: acumulador, enchufe exterior, transformador (controlador) y motor eléctrico.
- Los tiempos de carga dependen de la potencia y uso de cada vehículo pero oscilan entre una y ocho horas.
- Los vehículos que en reposo son inestables incorporan (o pueden incorporar) un sistema de control de estabilidad electrónico basado en la instalación de sensores que detectan los desequilibrios.

**ANEXO 10.** Sociedad de Técnicos de Automoción. (2011). El vehículo Eléctrico . En *Desafíos Tecnológicos, infraestructura y oportunidades de negocio* (págs. 38-41). Barcelona: LIBROOKS Barcelona S.L.L.

## **Motores eléctricos. Tipología y funcionamiento**

En este capítulo trataremos uno de los elementos más importantes de un vehículo eléctrico: el motor. Es el corazón de la máquina, aquello que va a transformar la energía eléctrica en potencia mecánica en las ruedas cuando el conductor lo requiera. La utilización del motor eléctrico es uno de los verdaderos puntales para promover el cambio tecnológico, ya que es un sistema motriz que consigue dar par (potencia) sin emitir ningún tipo de residuo. De no ser así, nadie se habría planteado este tipo de propulsores como alternativa a los motores de combustión interna implantados en la mayoría de nuestros vehículos.

Pero las bondades del motor eléctrico no son el único motivo en este cambio, están también los intereses políticos de los estados desarrollados para evitar la dependencia de países emergentes ante la inminente crisis energética. La escasez de recursos tendrá una influencia determinante sobre las decisiones que tomemos en un futuro próximo para marcar nuestra tendencia evolutiva como especie.

Como se ha visto en anteriores capítulos, la idea de utilizar motores eléctricos como propulsores de vehículos es tan antigua como el mismo concepto de vehículo. A principios del siglo XX, el motor de combustión interna ganó la «primera batalla»; pero el motor eléctrico no está dispuesto a dar la guerra por perdida y en este caso, parece que podemos aplicar el dicho de «quien ríe último, ríe mejor».

Teniendo bien clara la ventaja comparativa que supone el uso de un motor eléctrico (emisiones cero) frente a uno de combustión, lo cierto es que es un arma de doble filo; los vehículos no emitirían gases contaminantes, consiguiendo así ciudades con un aire más limpio, pero hay que tener en cuenta qué energía se usa, y cómo se transforma, para generar la electricidad que necesitan. Bien mirado, el motor eléctrico nos brinda la oportunidad de usar energías renovables para la generación de la electricidad que se requeriría en el sector «transportes», y esto hay que considerarlo como otra ventaja respecto al motor de combustión. Para que el cambio de una tecnología a otra sea energéticamente rentable, hay que tener en cuenta de dónde proviene cada uno de los kilovatios que van a alimentar los motores de los vehículos. El concepto de «mix energético», que aglutina el coste y la procedencia de cada unidad de energía que se consume, debe ser lo más limpio posible.

38

## **REQUISITOS DEL MOTOR ELÉCTRICO**

Para no alejarnos mucho de lo que consideramos un vehículo utilitario, de uso diario o eventual, con las dimensiones a las que estamos acostumbrados, el motor eléctrico que propulse un turismo debe poner a su disposición un nivel de potencia razonable sin que sus dimensiones lo hagan imposible de montar dentro del mismo vehículo. Es inadmisibles que un motor eléctrico que nos proporcione una potencia de 73kW (100CV) sea más grande y pesado que un utilitario de combustión que da sobradamente esta cifra de potencia. Con este simple ejemplo queda claro que el motor eléctrico debe tener una alta densidad de potencia, de forma que en ningún caso los ratios «potencia/peso» y «potencia/dimensiones» sean mucho menores que los que se pueden asignar a un motor de combustión interna.

De la misma forma que se le piden dimensiones razonables, también debe tener una gran robustez mecánica y térmica. Hay motores de combustión capaces de alargar su vida útil hasta más allá del millón de kilómetros recorridos, y los motores eléctricos no tendrían por qué ser menos en este aspecto. Obviamente ni los

### Control en los cuatro cuadrantes

Casi todos los motores eléctricos pueden girar en ambos sentidos. Además, el motor puede empujar a la carga (entrega de par) o puede ser empujado por ella (el motor toma la energía mecánica y la transforma en eléctrica, actuando como un generador). Así pues, tenemos dos sentidos de giro y otros dos de par, por lo que obtenemos 4 posibilidades. Si lo representamos en unos ejes cartesianos, donde el eje vertical sea el par y el eje horizontal la velocidad, obtenemos:

**Primer cuadrante:** par y sentido de giro positivos. El motor arrastra a la carga consumiendo energía eléctrica (marcha adelante y acelerando).

**Segundo cuadrante:** par positivo y sentido de giro negativo. El motor es arrastrado por la carga. El motor actúa como generador y frena la carga, que en este caso sería el impulso del vehículo hacia atrás (marcha atrás y frenando).

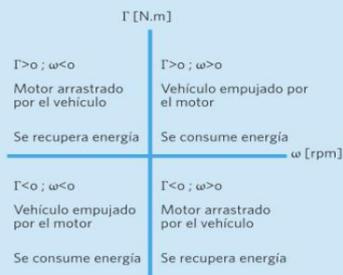
- **Frenado reostático:** la energía absorbida se consume en unas resistencias o en los devanados del propio motor.
- **Frenado con recuperación:** la energía se devuelve a la batería.

**Tercer cuadrante:** el par y la velocidad son negativos. El motor empuja hacia atrás entregando potencia mecánica (marcha atrás acelerando).

**Cuarto cuadrante:** velocidad positiva y par motor negativo, oponiéndose a la marcha. Es el caso en que el vehículo va hacia delante pero está frenando. Se recupera energía utilizando el motor como generador.

Siempre que el signo del par y la velocidad son diferentes, el par del motor se opone a la velocidad, por lo que se está recuperando energía.

**FIGURA 3. Características del funcionamiento en los cuatro cuadrantes de los ejes Par ( $\Gamma$ )-Velocidad ( $\omega$ )**



Volviendo al *feeling* del conductor, los fabricantes deben conseguir dar unas sensaciones en frenada similares a las que tenemos actualmente en los coches convencionales. Para ello, mediante gestión electrónica, se combinan un mínimo de freno magnético para simular la retención de los actuales motores, un freno motor creciente en el primer tramo del recorrido del pedal de freno y, finalmente, la actuación de las pastillas de freno en rueda a partir del tramo medio en el recorrido del pedal. De esta manera, exigiendo al motor su doble funcionalidad (como motor y como generador), se «matan dos pájaros de un tiro»: se dota al vehículo de un tacto de marcha con retención de motor, y se recupera la energía que en las frenadas y bajadas antes se malgastaba.

### RENDIMIENTO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

Hablando del aprovechamiento de la energía, el término clave, y respecto al cual aún no se le han pedido explicaciones al motor eléctrico, es el rendimiento. En los motores eléctricos que se utilizan en otros sectores, como el industrial, el rendimiento medio ronda el 90%, por lo que se le debe exigir al motor eléctrico «ideal» para la propulsión de vehículos que su eficiencia (entendida como  $\eta = \frac{E_{obtenida}}{E_{suministrada}}$ ) sea superior al 90% en sus condiciones nominales. De esta forma

### LA ENTREGA DE PAR

Si bien la finalidad principal del motor es entregar par, éste no puede ser recibido por las ruedas de cualquier manera. Es muy importante que no haya fluctuaciones de par, y que se pueda garantizar un nivel de «empuje» constante. Estas variaciones serían percibidas de forma muy desagradable por los usuarios, y daría una sensación de poca fiabilidad, aunque el motor estuviera cumpliendo su función correctamente. Otra característica relacionada con el cómo se debe interaccionar con el motor es que tenga un control sencillo. Que entregue par cuando se le pide, y que frene y actúe como generador cuando sea el momento, sin grandes transiciones. El motor elegido debe ser gobernable con un sistema de control y potencia que sea robusto y barato. De toda esta gestión de información y órdenes se hablará más adelante en el capítulo dedicado a la electrónica (véase pág. 60).

Siguiendo con lo que obtenemos del motor —par ( $\tau$ ) y potencia ( $P$ )—, el conductor tiene que ser capaz de gestionar la entrega de par según las condiciones de la circulación. En un motor de combustión, la relación entre motor y ruedas pasa por una caja de cambios que ayuda a perfilar y adaptar la curva par-velocidad del motor con la que idealmente sería necesaria en una aceleración continua hasta la velocidad deseada.

**ANEXO 11.** Garcia, M. (2015). *Universidad Tecnológica de Pereira*. Obtenido de Pasado, presente y futuro de los vehículos eléctricos : <https://core.ac.uk/download/pdf/71398996.pdf>

## **PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE VEHICULOS ELECTRICOS**

**Melissa García Ruíz**

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar el título como  
Tecnólogo en electricidad**

**Director  
Antonio Escobar  
Ingeniero Electricista  
Universidad Tecnológica de Pereira**

**Universidad Tecnológica de Pereira  
Facultad de Tecnología  
Escuela de Tecnología Eléctrica  
Pereira  
2015**

## 2.5 BATERÍAS

Es un dispositivo que consiste en una o más celdas electroquímicas que pueden convertir la energía química almacenada en electricidad. Cada celda consta de un electrodo positivo ánodo y un electrodo negativo o cátodo y electrolitos que permiten que los iones se muevan entre los electrodos, facilitando que la corriente fluya fuera de la batería para llevar a cabo su función. Es el componente principal de los vehículos eléctricos puesto que de ellas depende en gran parte el precio, el peso y la autonomía de estos vehículos.[3]

### 2.6 Tecnologías de las baterías:

**2.6.1 Batería de plomo y ácido:** Está constituida por dos electrodos de plomo, de manera que, cuando el aparato está descargado, se encuentra en forma de sulfato de plomo (II) ( $\text{PbSO}_4$ ) incrustado en una matriz de plomo metálico en el elemento metálico (Pb); el electrolito es una disolución de ácido sulfúrico. A continuación su funcionamiento: [3]

**2.6.2 Batería Níquel Cadmio (NiCd):** Utilizan un ánodo de níquel y un cátodo de cadmio. El cadmio es un metal pesado muy tóxico, por lo que han sido prohibidas por la Unión Europea. Tienen una gran duración (más de 1.500 recargas). [3]

**2.6.3 Baterías de Níquel-Hidruro Metálico (NiMH):** es un tipo de batería recargable que utiliza un ánodo de oxihidróxido de níquel ( $\text{NiOOH}$ ), como en la batería de níquel cadmio, pero cuyo cátodo es de una aleación de hidruro metálico. Esto permite eliminar el cadmio, que es muy caro y, además, representa un peligro para el medio ambiente. Asimismo, posee una mayor capacidad de carga (entre dos y tres veces más que la de una pila de NiCd del mismo tamaño y peso) y un menor efecto memoria.[3]

Cada pila de Ni-MH puede proporcionar un voltaje de 1,2 voltios y una capacidad entre 0,8 y 2,9 amperio-hora. Su densidad de energía llega hasta los 100 Wh/kg, y los ciclos de carga de estas pilas oscilan entre las 500 y 2000 cargas.<sup>2</sup> Este tipo de baterías se encuentran menos afectadas por el llamado efecto memoria, en el que en cada recarga se limita el voltaje o la capacidad (a causa de un tiempo largo, una alta temperatura, o una corriente elevada), imposibilitando el uso de toda su energía. [3]

**2.6.4 Baterías de Iones de litio (Li-ion):** Las baterías de iones de litio deben su desarrollo a la telefonía móvil y su desarrollo es muy reciente. Su densidad energética asciende a unos 115 Wh/kg, y no sufren el efecto memoria. Las baterías de iones de litio se usan en teléfonos móviles, ordenadores portátiles, reproductores de MP3 y cámaras, y probablemente alimentarán la siguiente generación de vehículos híbridos y eléctricos puros conectados a la red. A pesar de sus indudables ventajas, también presentan inconvenientes: sobre calentamiento, alto coste y, sobre todo, las reservas de litio, sujetas a una gran controversia. **Baterías de polímero de litio:** Es una tecnología similar a la de iones de litio, pero con una mayor densidad de energía, diseño ultraligero (muy útil para equipos ultraligeros) y una tasa de descarga superior. Entre sus desventajas está la alta inestabilidad de las baterías si se sobrecargan y si la descarga se produce por debajo de cierto voltaje.[4]

**2.6.5 Baterías Zebra (NaNiCl):** Una de las baterías recargables que más prometen son las conocidas como *Zebra*. Tienen una alta densidad energética, pero operan en un rango de temperaturas que va de 270°C a 350°C, lo que requiere un aislamiento. Son apropiadas en autobuses. En Stabio, en el sur del cantón del Tesino (Suiza), se está construyendo una fábrica para producir baterías en serie. Entre sus inconvenientes, además de la temperatura de trabajo, están las pérdidas térmicas cuando no se usa la batería. El automóvil eléctrico *Think City* va equipado con baterías *Zebra* Na-NiCl de 17,5 Kw/h. La distancia que un vehículo eléctrico puede recorrer sin recargar la batería, en los modelos actuales o de próxima fabricación, va de 60 a 250 kilómetros. Hay que tener en cuenta que la mayor parte de los desplazamientos diarios son inferiores a los 60 km. Un vehículo eléctrico consume de 0,12 Kw/h a 0,30 Kw/h por kilómetro; para recorrer 100 kilómetros haría falta una batería con una capacidad de 12 Kw/h a 30 Kw/h, dependiendo del modelo. Aunque el mercado de los vehículos eléctricos está en sus inicios, ya se comercializan bicicletas eléctricas, motocicletas, automóviles, vehículos de reparto e incluso pequeños autobuses, como los que circulan en Madrid, Málaga, Segovia y otras ciudades. Entre 2010 y 2012 habrá una verdadera eclosión, pues la práctica totalidad de las empresas automovilísticas están desarrollando vehículos totalmente eléctricos o híbridos eléctricos con conexión a la red, como el Volt de General Motors. La generalización de las baterías recargables debe evitar los errores del pasado, y para ello se debe considerar todo el ciclo de vida del producto, desde la extracción de las materias primas al reciclaje o eliminación, pasando por la fabricación y la operación, evitando o minimizando en todas las fases la contaminación y el vertido, y muy especialmente de metales pesados. Las tasas actuales de reciclaje de baterías de vehículos alcanzan o superan el 90%, tasas

## 2.7 CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LAS BATERIAS

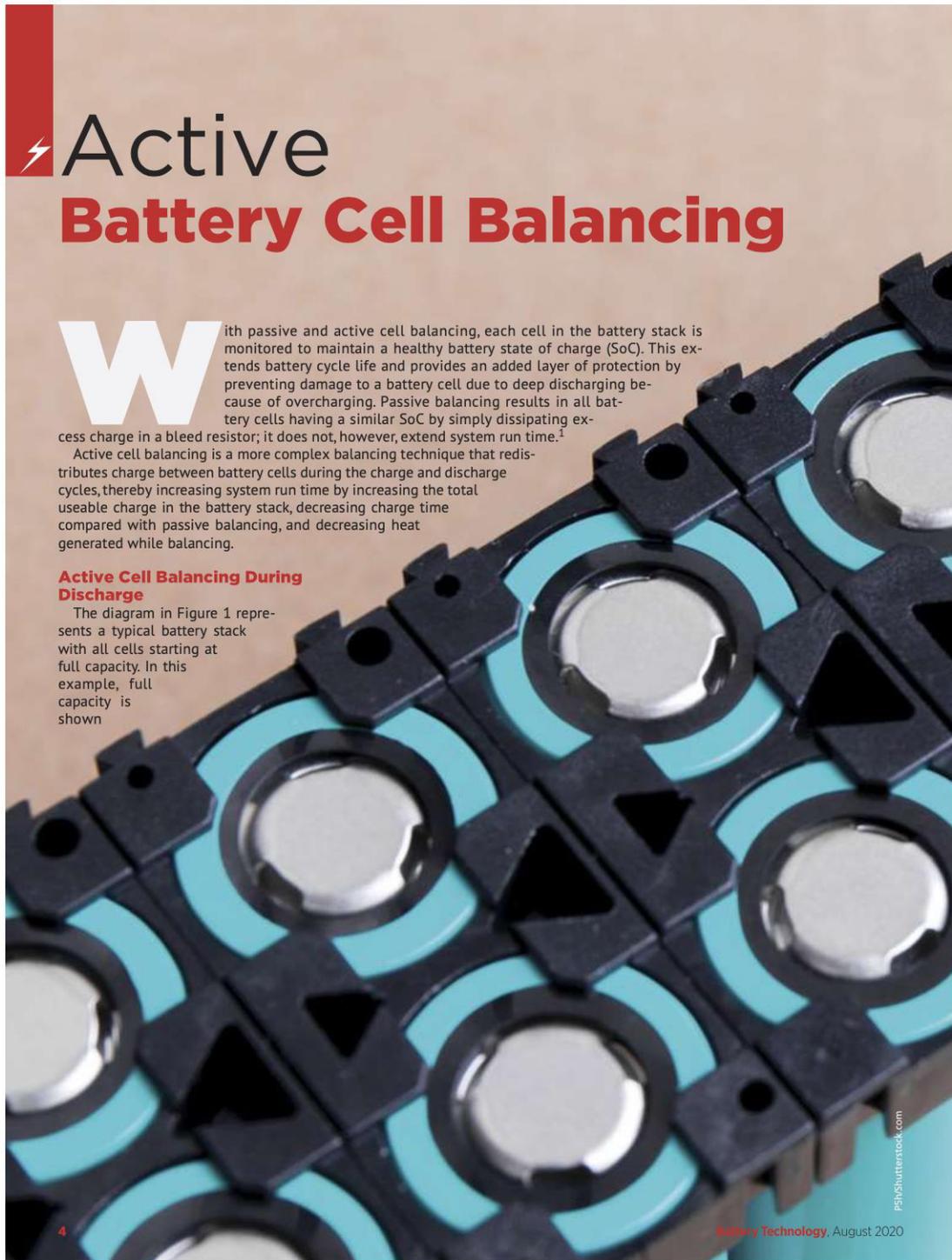
**2.7.1 Capacidad:** Se define como la cantidad de electricidad que puede entregar antes de que su tensión disminuya por debajo de un valor mínimo. La capacidad, que se representa con el símbolo "C" y se expresa en "Ah" (amperios hora).

**2.7.2 Capacidad específica:** Es la capacidad por unidad de peso o volumen de una batería.

**2.7.3 Energía específica:** Es la energía que es capaz de almacenar dividida entre la masa (Wh/kg) o el volumen (Wh/l).

**2.7.4 Densidad de potencia:** Es la potencia que puede suministrar una batería por unidad de volumen y se expresa en W/l (lo más usual) o en W/dm<sup>3</sup>. Si la potencia viene dada en función de la unidad de peso (W/Kg) lo que tenemos es la potencia específica.

**2.7.5 Densidad de energía:** Es la energía que se puede extraer de una batería por unidad de volumen y se expresa en Wh/l (lo más usual) o en Wh/dm<sup>3</sup>. Si la energía viene dada en función de la unidad de peso (Wh/Kg) lo que tenemos es la **energía específica** de la batería. [5]



# ⚡ Active Battery Cell Balancing

**W**ith passive and active cell balancing, each cell in the battery stack is monitored to maintain a healthy battery state of charge (SoC). This extends battery cycle life and provides an added layer of protection by preventing damage to a battery cell due to deep discharging because of overcharging. Passive balancing results in all battery cells having a similar SoC by simply dissipating excess charge in a bleed resistor; it does not, however, extend system run time.<sup>1</sup>

Active cell balancing is a more complex balancing technique that redistributes charge between battery cells during the charge and discharge cycles, thereby increasing system run time by increasing the total useable charge in the battery stack, decreasing charge time compared with passive balancing, and decreasing heat generated while balancing.

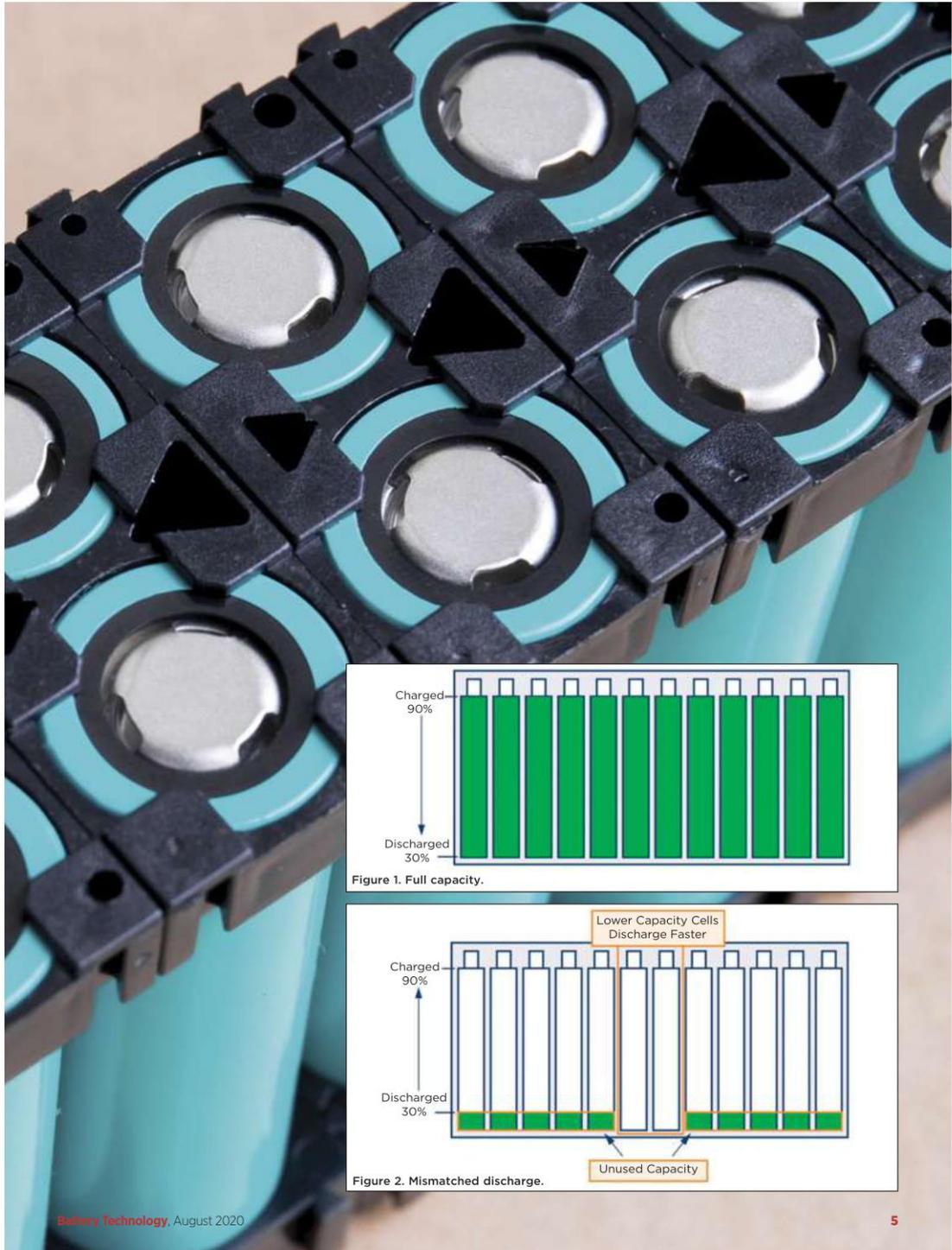
**Active Cell Balancing During Discharge**

The diagram in Figure 1 represents a typical battery stack with all cells starting at full capacity. In this example, full capacity is shown

4

Battery Technology, August 2020

#5hShutterstock.com



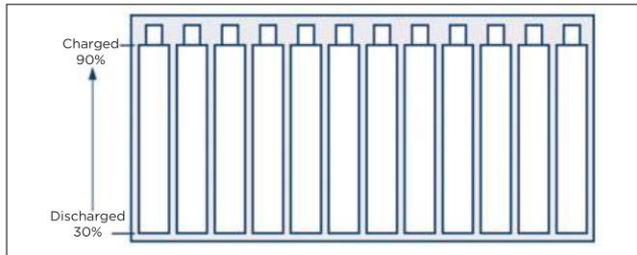


Figure 3. Full depletion with active balancing.

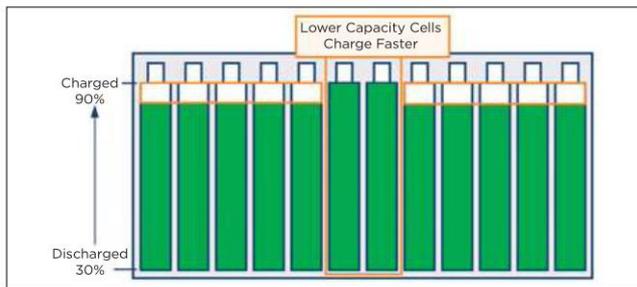


Figure 4. Charging without balancing.

as 90% of charge because keeping a battery at or near its 100% capacity point for long periods of time degrades its lifetime faster. The 30% discharge represents being fully discharged to prevent deep discharge of the cells.

Over time, some cells will become weaker than others, resulting in a discharge profile, as represented in Figure 2.

It can be seen that even though there may be quite a bit of capacity left in several batteries, the weak batteries limit the run time of the system. A battery mismatch of 5% results in 5% of the capacity being unused. With large batteries, this can be an excessive amount of energy left unused. This becomes critical in remote systems and systems that are difficult to access. As a result, there is a portion of energy that cannot be used, which results in an increase in the number of battery charge and discharge cycles. Furthermore, this unused energy reduces the lifetime of the battery and leads to higher costs associated with more frequent battery replacement.

With active balancing, charge is redistributed from the stronger cells to the weaker cells, resulting in a fully depleted battery stack profile (Figure 3).

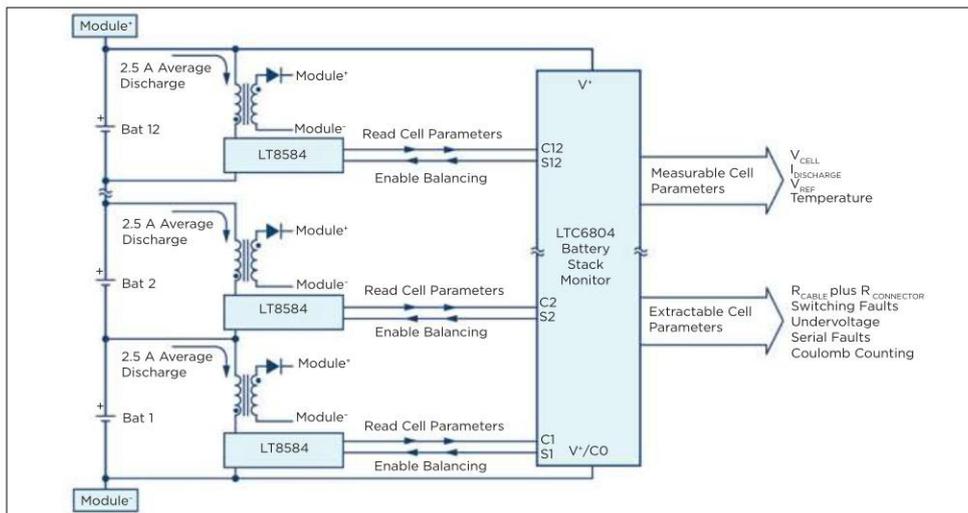


Figure 5. 12-cell battery stack module with active balancing.

### Active Cell Balancing While Charging

When charging the battery stack without balancing, the weak cells reach full capacity prior to the stronger batteries. Again, it is the weak cells that are the limiting factor. In this case, they limit how much total charge the system can hold. The diagram in Figure 4 illustrates charging with this limitation.

With active balancing charge redistribution during the charging cycle, the stack can reach its full capacity. Note that factors such as the percentage of time allotted for balancing and the effect of the selected balancing current on the balancing time are not discussed here but are still important considerations.

### Active Cell Balancers

Active cell balancing controllers perform battery management, with the ability to match different system requirements and battery chemistries. Balancing is achieved by redistributing charge from one cell to the top of the battery stack or to another battery cell or combination of cells within the stack (Figure 5). A 2.5-A discharge current monolithic flyback converter was used in conjunction with multichemistry battery cell monitors. One flyback converter is used per battery cell.

The use of a bidirectional controller allows charge from any selected cell to be transferred at high efficiency to or from 12 or more adjacent cells (Figure 6). This enables a single flyback controller to balance up to six cells.

For lead acid batteries, another reservoir battery cell (Aux) is used to balance cells (Figure 7). A balancer can balance up to four cells by continuously placing the Aux cell in parallel with each of the other batteries, one at a time. This is possible because lead acid batteries are rugged and can handle this method for balancing cells.

Both active and passive cell balancing are effective ways to improve system health by monitoring and matching the SoC of each cell. Active cell balancing redistributes charge during the charging and discharging cycle, unlike passive cell balancing, which simply dissipates charge during the charge cycle. Thus, active cell balancing increases system

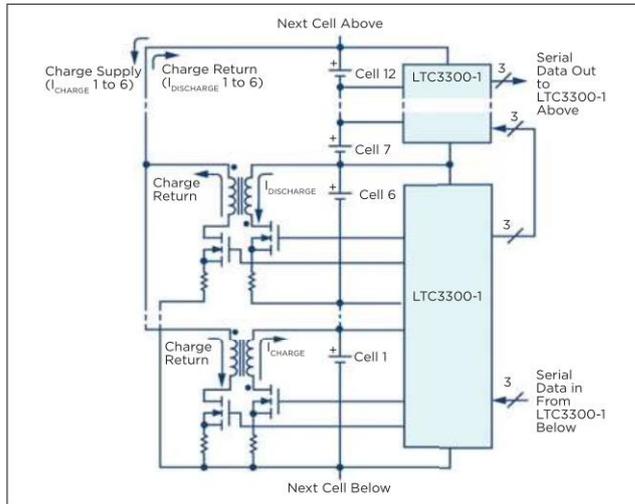


Figure 6. High-efficiency bidirectional balancing.

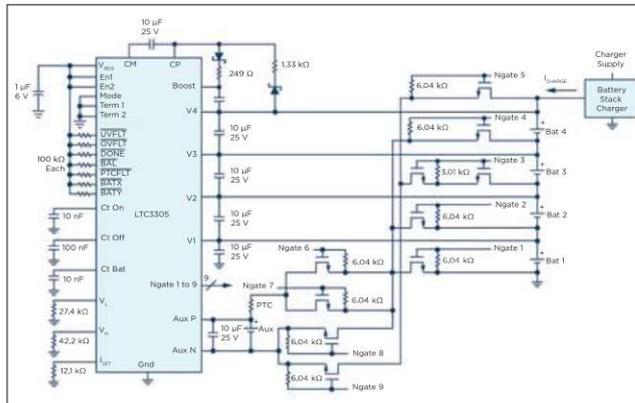


Figure 7. Four-battery balancer with programmed high and low battery voltage fronts.

run time and can increase charging efficiency. Active balancing requires a more complex, larger footprint solution; passive balancing is more cost-effective and provides a precise, robust battery management system.

This article was written by Kevin Scott, product marketing manager for the Power

Products Group, and Sam Nork, director, Boston Design Center, for Analog Devices (Norwood, MA). For more information, visit <http://info.hotims.com/76506-223>.

### References

- 1 Kevin Scott and Sam Nork. "Passive Battery Cell Balancing." Analog Devices, Inc.

**ANEXO 13.** Pañero, E. (Julio/Septiembre de 2019). *Centro Zaragoza Instituto de investigacion sobre vehiculos, S.A.* Obtenido de Centro Zaragoza Instituto de investigacion sobre vehiculos, S.A.: [http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala\\_prensa/revista\\_tecnica/hemeroteca/articulos/R81\\_A8.pdf](http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R81_A8.pdf)

Mecánica y electrónica

# Tipos de conectores en los vehículos eléctricos

La llegada del vehículo eléctrico al parque automovilístico es un hecho evidente en las ciudades europeas. Nuevas normativas, restricciones al tráfico y una sociedad cada vez más concienciada con el medio ambiente hacen que debamos estar preparados para estas nuevas tecnologías. Al igual que ocurre con los enchufes convencionales, los conectores de los vehículos eléctricos (EV) y de los híbridos enchufables (PHEV) son dispares y no compatibles entre sí. Hasta que se alcance un acuerdo entre fabricantes que permita su unificación, esta situación causa confusión y duda entre los futuros usuarios.

Eva Pañero



**Tipos de conectores**  
Actualmente son siete los conectores que nos podemos encontrar en el mercado. No solo se trata de un problema de forma (macho-hembra). Cada conector acepta una potencia determinada e implica un nivel y un modo de recarga.

**1.- Conector Schuko (tipo F)**  
Es el conector 'de toda la vida', prácticamente utilizado en todos los hogares europeos.  
Tipo de carga: Super lenta y lenta.  
Modo de carga: Tipo 1  
Modelos: Patinetes, bicicletas eléctricas y vehículos tipo Renault Twizy.

**2.- Conector SAE J1772 (Tipo 1)**  
Basado en un estándar norteamericano, adaptado y aceptado por Europa y Japón.  
Tipo de carga: Lenta y semi-rápida.  
Modos de carga: 1, 2 y 3.  
Modelos: Nissan LEAF (primera generación), Tesla Roadster, Chevrolet Volt, Toyota Prius Plug-in, Renault Kangoo Z.E, entre otros.

**3.- Conector Mennekes o IEC 62193 (Tipo 2)**  
También llamado Camaleón, debido a que admite varios tipos de recarga, ha sido desarrollado por los fabricantes alemanes en colaboración con la empresa Mennekes.  
Tipo de carga: Super lenta, lenta y semi-rápida.  
Modos de carga: 2, 3 y 4.  
Modelos: Renault ZOE, marcas alemanas como BMW, VW, Porsche, etc.

**4.- Conector único combinado o CCS: Combo 1 y Combo 2**  
Ha sido desarrollado por fabricantes alemanes y norteamericanos, buscando una solución común para los conectores tipo 1 y 2. La solución Combo 2 consta de 5 pines (2 de CA, 2 de CC y 1 pin de comunicación), mientras que la opción Combo 1 consta de 7 pines (2 pines extra, uno para comunicación y otro sin uso).  
Permiten hacer recarga del vehículo en modo corriente continua (CC).  
Tipo de carga: Semi-rápida y rápida.  
Modos de carga: 2, 3 y 4.  
Modelos: Marca alemanas como BMW, VW, Porsche, etc.

**5.- Conector Scaem (Tipo 3)**  
También llamado EV Plug-in. Ha sido desarrollado por el fabricante italiano Scaem entre otros.  
Tipo de carga: Semi-rápida.  
Modos de carga: 3  
Modelos: Compañías de pequeños vehículos.

**6.- Conector CHAdeMO**  
Es el conector para recarga rápida de corriente continua de los fabricantes japoneses. Consta de un total de 10 pines, entre potencia y comunicación.  
Tipo de carga: Rápida.  
Modos de carga: 4  
Modelos: Principalmente compañías japonesas, Nissan (Leaf y eNV200), Mitsubishi, etc.

[www.centro-zaragoza.com](http://www.centro-zaragoza.com)

Nº 81 - Julio / Septiembre 2019

Mecánica y electrónica Tipos de conectores en los coches eléctricos

Conector	Schuko	Tipo 1 Yazaki SAE J1772	Tipo 2 Mennekes	Tipo 3 Scaem EV	Combinado (CCS) IEC	Combo 1	Combo 2	CHAdeMO
Imagen								
Corriente	Monofásica	Monofásica CA	Monofásica y trifásica CA	Monofásica y trifásica	CC y CA	CC y AC	CC	
Modos de recarga	1 y 2	2 y 3	2 y 3	1, 2 y 3	2,3 y 4	2,3 y 4	4	
Tipo de recarga	Super lenta Lenta	Lenta (16 A) y Semi-rápida (80A)	Lenta (16 A) y Semi-rápida (63 A)	Semi-rápida	Lenta, semi-rápida y rápida	Lenta, semi-rápida y rápida	Rápida (125 A)	
Modelos	Twizy Patinetes, motocicletas...	Nissan Leaf (2010) eNV200 Chevrolet Bolt Eléctrico	Nissan Leaf 2018 Renault ZOE BMW i3 Tesla S (compatible)	Pequeños fabricantes de microcoches	Tesla 3 Volkswagen e-golf		Nissan eNV200 & Leaf 2018 Mitsubishi Outlander	

Resumen de los conectores de los PHEV y EV.

**ANEXO 14.** Garcia, M. (2015). *Universidad Tecnológica de Pereira*. Obtenido de Pasado, presente y futuro de los vehículos eléctricos : <https://core.ac.uk/download/pdf/71398996.pdf>

**2.10 Conversor DC/DC:** Varía el voltaje de alta tensión a otro de baja tensión para la batería de 12V (similar a las que montan los vehículos convencionales) que se usa para los elementos auxiliares del vehículo.[2]



**Figura 10: conversor**  
Fuente. [directindustry.es](http://directindustry.es)

**2.11 Inverter/convertidor:** Convierte la corriente continua de las baterías en alterna para hacer funcionar el motor, y la corriente alterna del generador en continua para que pueda ser almacenada en las baterías. Debe de ir refrigerado, normalmente con agua.[2]



**Figura 11: Convertidor**  
Fuente: [electricalindustry](http://electricalindustry)

**ANEXO 15.** Garcia, M. (2015). *Universidad Tecnológica de Pereira*. Obtenido de Pasado, presente y futuro de los vehículos eléctricos : <https://core.ac.uk/download/pdf/71398996.pdf>

**2.13.1 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.

**2.13.2 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.

**2.13.3 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.

**2.13.4 Intercambio de batería:** es una solución óptima para poder generalizar el uso de los vehículos eléctricos. No requiere tiempos de espera para recargas. Consiste en retirar la batería descargada y reemplazarla por otra batería completamente cargada. De esta manera la batería descargada se queda en la estación y se recarga para ser utilizada en otro vehículo.

**ANEXO 16.** Pañero, E. (Julio/Septiembre de 2019). *Centro Zaragoza Instituto de investigacion sobre vehiculos, S.A.* Obtenido de Centro Zaragoza Instituto de investigacion sobre vehiculos, S.A.:[http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala\\_prensa/revista\\_tecnica/hemeroteca/articulos/R81\\_A8.pdf](http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R81_A8.pdf).

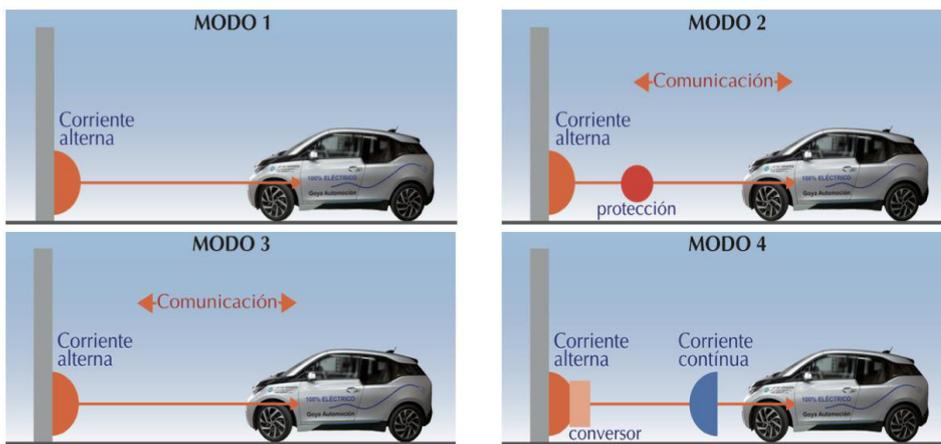
ción que exista entre el punto de recarga y el vehículo. Esta comunicación es necesaria para saber si el vehículo está conectado, cuál es el estado de carga, posibles errores, etc.

**Modo 1:** Sin comunicación entre red y vehículo.

**Modo 2:** Nivel de comunicación bajo entre red y vehículo. Permitiría verificar si la conexión es correcta.

**Modo 3:** Grado elevado de comunicación. Dentro del propio punto de recarga se encuentra la función de conversión AC a CC (de corriente alterna a corriente continua) y el sistema de protección.

**Modo 4:** Grado muy elevado de comunicación. Se aplica a cargadores rápidos donde la recarga del coche se suele hacer en modo CC.



*Modos de recarga del vehículo eléctrico.*

ANEXO 17. Gobierno de Canarias. (2012). *La instalación eléctrica de la vivienda*. Obtenido de corriente continua y corriente alterna: <http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/mmormarf/files/2015/04/instalacion-electrica-vivienda-1.pdf>

## 1. CORRIENTE CONTINUA Y CORRIENTE ALTERNA.

En temas anteriores se ha estudiado que existen dos tipos de corrientes eléctricas:

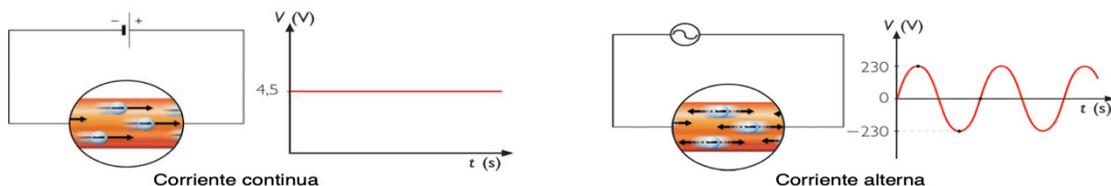
### Corriente continua.

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

### Corriente alterna.

La electricidad que se produce en las centrales eléctricas, y que llega a los enchufes de nuestros hogares, es corriente alterna. Este tipo de corriente cambia periódicamente de intensidad y de sentido a lo largo del tiempo. En todas las redes eléctricas se opta por producir y distribuir la electricidad en forma de corriente alterna, ya que presenta importantes ventajas sobre la corriente continua:

- Los generadores de corriente alterna son más sencillos, más baratos, y necesitan de menos mantenimiento que los de corriente continua. Por ello, la electricidad generada en las centrales eléctricas es alterna.
- El transporte de la corriente alterna es más eficiente. La corriente alterna se puede **transformar** (elevar a tensiones muy altas mediante transformadores). Transmitir la electricidad a elevadas tensiones permite minimizar las pérdidas de energía eléctrica durante su transporte. Por el contrario, la corriente continua carece de esta cualidad de transformación, y su transporte está sujeto a elevadísimas pérdidas.
- La mayoría de motores en industrias, edificios, etc. funcionan con corriente alterna. Estos motores de alterna más eficientes, robustos y sencillos que los de corriente continua.

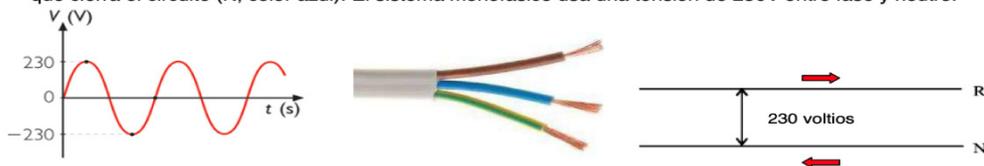


1

### 1.1.- TIPOS DE CORRIENTE ALTERNA: MONOFÁSICA Y TRIFÁSICA.

#### Corriente alterna monofásica.

La corriente alterna que llega a nuestros hogares es monofásica. En corriente monofásica existe una única señal de corriente, que se transmite por el cable de fase (R, color marrón) y retorna por el cable de neutro que cierra el circuito (N, color azul). El sistema monofásico usa una tensión de 230V entre fase y neutro.



#### Corriente alterna trifásica.

La corriente 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).



Pero... ¿por qué existe la corriente alterna trifásica?

- a) El sistema de producción y transporte de energía en forma trifásica está universalmente adoptado en todas las redes eléctricas, debido a que permite que los cables conductores sean de menor sección (grosor), y por tanto que las redes eléctricas sean mucho menos costosas.
- b) La corriente alterna trifásica permite el funcionamiento de motores eléctricos trifásicos, ampliamente utilizados en la industria porque son muy simples, duraderos y económicos.

**ANEXO 18.** Álvarez, J. (2020). *La recta* . Obtenido de Características de la recta : [https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI\\_Lectura/bachillerato/documentos/LEC8.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Lectura/bachillerato/documentos/LEC8.pdf)

**c) Recta con pendiente positiva.**

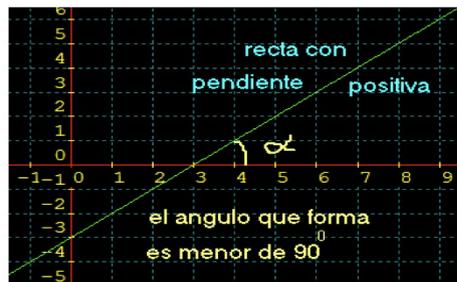
Se caracteriza porque tiene un ángulo de inclinación menor a 90 grados con respecto a la horizontal. Es decir con el eje "x".

La siguiente grafica nos muestra un ejemplo de recta con pendiente positiva.

La ecuación de esta recta es:  
 $x-y-3=0$

3

que también podemos escribir en forma de:  
 $y= x-3$  que se conoce como ecuación pendiente, ordenada al origen

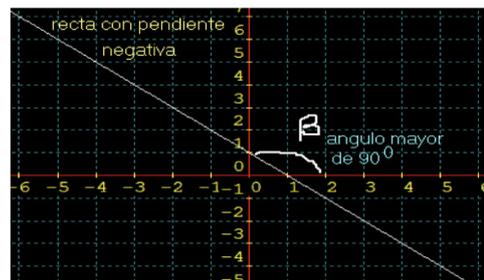


Se caracteriza por tener un ángulo de inclinación mayor a 90 grados con respecto al eje "x".

En la siguiente grafica se muestra un ejemplo de recta con pendiente mayor a  $90^{\circ}$

la ecuación que representa a esta recta es:  
 $x+y-1= 0$  o bien como:

$$y= 1-x$$



De estos dos últimos incisos hay que recordar entonces que la pendiente entonces está relacionada con el ángulo de inclinación, y que este puede ser entonces mayor o menor de  $90^{\circ}$ .

4

## ANEXOS MATERIALES Y MÉTODOS

**ANEXO 19.** Coelectrix. (20 de Octubre de 2019). *Baterías AGM*. Obtenido de Calcular la Autonomía de una Batería: <https://coelectrix.com/calcular-la-autonomia-de-una-bateria>

# Fórmula para calcular la autonomía de una Batería

Hay una fórmula muy sencilla para calcular las horas que va a durar una batería según los consumos que estén conectados a ella.

$$\begin{aligned} V_b \times I_b &= W_b \\ V_b \times I_c &= W_c \end{aligned} \quad \frac{W_b}{W_c} = H$$

La explico al detalle:

(V<sub>b</sub>) es el Voltaje de la batería multiplicado por (I<sub>b</sub>) intensidad de la batería nos dará la potencia de la batería

(W<sub>b</sub>)

(V<sub>b</sub>) voltaje de la batería multiplicado por (I<sub>c</sub>) la corriente consumida, nos dará (W<sub>c</sub>) potencia consumida.

El resultado (W<sub>b</sub>) potencia de la batería dividido por el resultado (W<sub>c</sub>) potencia consumida, nos dará las horas de duración de la batería.

**ANEXO 20.** Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. (2014). Conversión de una moto de combustión interna a eléctrica con alimentación de energía solar y con carga de energía eléctrica. Obtenido de Cálculo de la autonomía Teórica: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8803/2/T-ESEPL-MAI-0468-P.pdf>



## Cálculo de la autonomía teórica

Basándose en la tabla se requiere una intensidad de corriente máxima de 25 A y un voltaje de 48 V con lo cual podemos calcular la autonomía teórica del scooter.

$$t_0 = Q / I_0 \quad (5)$$

Dónde:

- $t_0$  = Tiempo de operación a corriente continua
- $Q$  = Carga de la batería
- $I_0$  = Corriente de operación
- $t_0 = 18 \text{ Ah} / 6.25 \text{ A}$

$$t_0 = 2.88 \text{ h}$$



**ANEXO 21.** CIDEAD. (S/f). El movimiento rectilíneo. Obtenido de El Movimiento Rectilíneo Uniforme, MRU:

[https://proyectodescartes.org/EDAD/materiales\\_didacticos/EDAD\\_4eso\\_movimiento\\_rectilineo-JS/impresos/quincena1.pdf](https://proyectodescartes.org/EDAD/materiales_didacticos/EDAD_4eso_movimiento_rectilineo-JS/impresos/quincena1.pdf)

### 3. El movimiento rectilíneo MR

#### Movimiento rectilíneo uniforme, MRU

En la práctica científica se tiende a considerar situaciones simplificadas de los fenómenos, para, una vez comprendidas, introducir variables que las aproximen más a la realidad. En esta línea, el movimiento de un objeto está condicionado por su interacción (rozamiento, acción de un motor, gravedad, fuerzas eléctricas ... ) con el resto de objetos del Universo, los cuales, con más o menos intensidad le comunican una aceleración que perturba su camino. Pero, ¿cómo sería el movimiento de un objeto completamente aislado, o simplemente se anularan todas las interacciones que actúan sobre él?...

Si un objeto en movimiento no tiene aceleración, describe una trayectoria **rectilínea** (no hay aceleración normal que cambie la dirección de la velocidad ) y la **rapidez** es **constante** (no hay aceleración tangencial que modifique el módulo de la velocidad).

Este tipo de movimiento se conoce como Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU). En la imagen el objeto no interacciona con otros objetos. Su movimiento no puede ser otro que un MRU.



#### Características del MRU

- ✓ Trayectoria rectilínea.
- ✓ Velocidad constante (módulo, dirección y sentido).
- ✓ El espacio recorrido es igual al desplazamiento.
- ✓ Relación matemática principal.

$$X = X_0 + v \Delta t$$

#### ECUACIÓN DEL MOVIMIENTO EN MRU

La relación matemática principal, a partir de la cual se deduce el resto, es la que determina la velocidad de un objeto a partir del espacio que recorre,  $\Delta X$ , durante el intervalo de tiempo,  $\Delta t$ .

$X_0$  es la posición inicial;  $t_0$  es el instante que marca el cronómetro al comienzo (normalmente es cero).

$$v = \frac{\Delta X}{\Delta t}$$

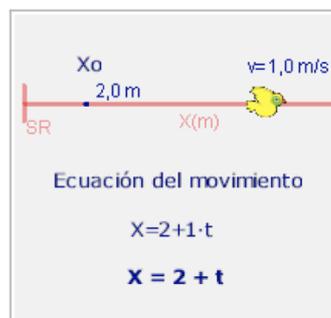
Se desarrollan los incrementos,

$$v = \frac{X - X_0}{t - t_0}$$

Se despeja la posición  $X$ ,

$$X = X_0 + v \Delta t$$

La ecuación del movimiento permite conocer la posición  $X$  para cualquier instante  $t$ .



**ANEXO 22.** Ok Diario . (05 de Agosto de 2018). *Cómo calcular el tiempo de carga de una batería.* Obtenido de Pasos para calcular el tiempo de carga de una batería: <https://okdiario.com/howto/como-calculiar-tiempo-carga-bateria-2889424>

ese tiempo para prepararte para cargarla.

### **Características de las baterías de coche**

Una batería es un **acumulador de carga que proporciona energía eléctrica** al motor de arranque en automóviles, alternadores del motor o la turbina de gas de un avión, por ejemplo. Existen también las baterías de tracción para vehículos eléctricos, y los híbridos pueden utilizar cualquiera de las dos baterías.

El arranque de un motor de combustión necesita un breve espacio de tiempo y puede **generar corrientes muy elevadas de hasta cientos de amperios**. La batería debe cumplir su misión tanto en verano como en invierno, las temperaturas no deberían afectarle salvo en casos muy extremos.

### **Pasos para calcular el tiempo de carga de una batería**

1. Lo primero que tienes que hacer es **determinar la capacidad de la batería** en horas-ampereos (Ah). Normalmente suele ser de 45Ah pero hay que comprobarlo por si fuera otra.
2. Para realizar el cálculo es importante actuar como si la batería estuviera totalmente descargada y necesita cargarse por completo.
3. Ahora tienes que **averiguar la capacidad que tiene el cargador de la batería**, podrás encontrar ese dato en su etiqueta. Si no figura, revisa el manual de usuario porque es imprescindible tener este dato. Vamos a darle una capacidad de 15 amperios en nuestro ejemplo.
4. Para calcular el tiempo de carga de una batería **debes seguir una fórmula muy sencilla** con los datos obtenidos en los puntos anteriores. El tiempo de carga es igual a la capacidad de la batería dividida entre la capacidad del cargador.
5. Siguiendo nuestro ejemplo hay que dividir 45 Ah entre 15A, lo que nos da como resultado el número 3. Esto significa que 3 serían las horas necesarias para poder cargar esta batería por completo.

ANEXO 23. Universidad de Guanajuato. (S/f). Factor de seguridad y confiabilidad. Obtenido de Factor de seguridad y confiabilidad de diseño: <http://www.dicis.ugto.mx/profesores/balvantin/documentos/Diseño%20Mecanico/UDA%2020Factor%20de%20seguridad%20y%20confiabilidad.pdf>

## UDA 2. Factor de seguridad y confiabilidad

### Factor de Diseño

Existen métodos matemáticos para enfrentar las incertidumbres. Las técnicas básicas son los métodos determinísticos y estocásticos. El método determinístico establece un **factor de diseño** basado en las incertidumbres absolutas de un parámetro de pérdida de función y un parámetro máximo permisible. En ciertos casos el parámetro puede ser la carga, el esfuerzo, la deflexión, etc. Por lo tanto, el factor de diseño  $n_d$  se define como:

$$n_d = \frac{\text{parámetro de pérdida de función}}{\text{parámetro máximo permisible}}$$

$$\text{Carga máxima permisible} = \frac{\text{carga de pérdida de función}}{n_d}$$

## **ANEXOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **ANEXO 24. PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE DATOS**

- 1) Al encender el scooter eléctrico, medir voltaje y amperaje de la batería y verificar el nivel de esta en el tablero.
- 2) Comprobar que el nivel de carga de la batería sea mayor al 80%, ya que a partir de este porcentaje se considerará una carga completa.
- 3) Esperar 5 minutos hasta que el scooter eléctrico se encuentre en su temperatura óptima de funcionamiento
- 4) Comprobar que no estén activados los consumidores que no sean necesarios para la movilidad del scooter eléctrico
- 5) Antes de realizar las pruebas, se procede a medir el amperaje con el scooter encendido, también se deberá medir acelerando el mismo sin carga y como último se mide el amperaje con la carga y el peso asignada a la prueba y se trazará una ruta de 100m para verificar el amperaje máximo en los distintos terrenos de la prueba a realizar.
- 6) Al finalizar las pruebas verificar el nivel de batería marcado en el tablero antes de apagar el scooter eléctrico y volver a medir el voltaje de la batería

### **ÁNÁLISIS DE DATOS**

Los datos medidos de cada una de las pruebas son fundamentales para el cálculo de la autonomía en horas, la autonomía en km, el tiempo de carga, el factor de seguridad y por ultimo la distancia que se plantea entre cada punto de carga para los scooter. Para ello de los datos medidos se usan voltajes, amperajes, nivel de carga de los marcadores, tiempo de cada prueba, distancia recorrida, velocidad máxima, velocidad promedio, altura y ángulo de inclinación, y todos estos datos se miden al inicio de cada prueba y al finalizar la misma, además se cuenta con voltajes y amperajes máximos y voltaje mínimo.

### **COMPARATIVA DE RESULTADOS**

Al comparar los datos calculados de los diferentes scooter se observa que el scooter de 350 W es el que menor autonomía presenta respecto a los otros dos, ya que su autonomía se ve claramente reducida en cada una de las pruebas. Es por eso, que la autonomía del scooter de 350 W se elige la autonomía mínima para el punto de recarga y se usa para calcular el factor de seguridad y finalmente establecer la distancia entre los puntos de carga.

### **DISCUSIÓN**

Tras un análisis de los datos obtenidos en las pruebas y los datos calculados se obtuvo del scooter de 350 W la menor autonomía en base a kilómetros recorridos y con el mayor peso, siendo la autonomía 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, por ello, se establecerá un factor de seguridad de 2, que reduce la distancia entre cada punto de recarga a 13,4361 km, de forma que favorece a la viabilidad de los puntos de recarga ya que se sitúan a mitad de la autonomía total, esto facilitará la recarga para los

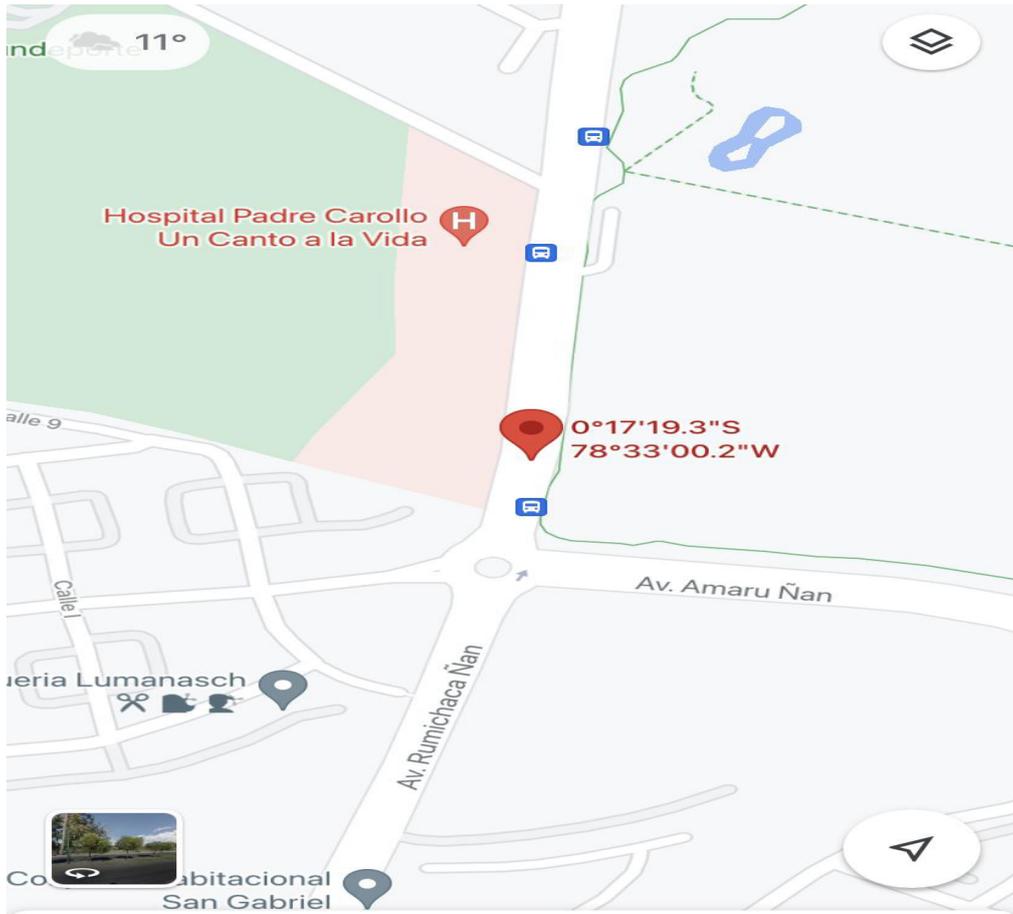
usuarios de los scooters. Además, cabe mencionar que respecto a los datos presentes en esta investigación el desgaste de la batería en pendiente positiva es muy elevado, por lo que la autonomía máxima del scooter de 350W se reducirá a tan solo 4,75123 km siempre y cuando el recorrido sea solo en pendiente positiva y con un ángulo de inclinación promedio de 7°, por lo que, al establecer el factor de seguridad de igual manera en 2, los puntos de recarga para esta condición se situarían cada 2,3756 km.

Por lo tanto, los puntos de recarga cada 13,4361 km se establecerán en el inicio de la ruta del Ciclopaseo, en el sector del parque de las cuadras en el Sur de la ciudad de Quito, entre las calles Av. Rumichaca Ñan y Av. Amaru Ñan diagonal al hospital Padre Carollo. El punto central se ubicará en el sector céntrico de la capital, en las calles Av. Amazonas y Av. Patria, como referencia se encuentra el Hotel Hilton Colón en el barrio la Mariscal y como punto final del Distrito Metropolitano de Quito, se estableció en el Sector Norte de la ciudad, entre las calles Francisco Dalmau y Av. Galo Plaza Lasso, como referencia se encuentra el Comercial Roldán/JAC Motors Quito.

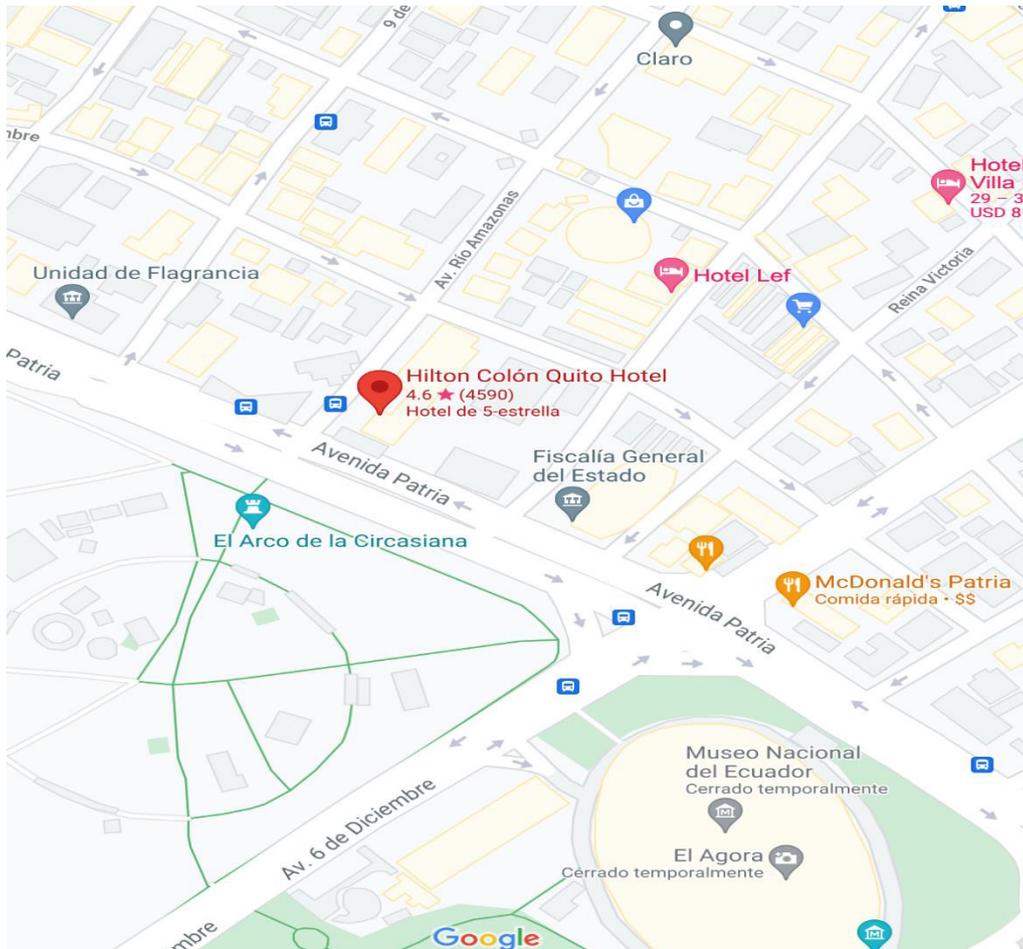
Se partirá desde el punto central (Av. Amazonas y Av. Patria) para ir hacia los valles, tanto el de Cumbayá y el valle de los Chillos. Al trazarse la ruta de 13,4361 hacia el valle de los Chillos, se estableció que el punto de carga será en el Puente número 7 en la Autopista General Rumiñahui y en Cumbayá será en el Scala Shopping, en la vía a Tumbaco E28C, en el sector de La Primavera.

Los puntos de recarga cada 2,3756km, en pendientes positivas, de la ruta que cubre desde Cumbayá hacia el punto central del Distrito Metropolitano de Quito, se partirá desde el Scala Shopping. El primer punto de carga es en la vía E28C, como referencia está el Paseo San Francisco. El segundo punto de carga se estableció en la Av. De los Conquistadores, como referencia se tiene a la Casa del Quinde, esta vía es la que cubre antiguo camino a Cumbayá, pasando por el barrio de Guápulo. El tercer punto es en la misma Av. De los Conquistadores, como referencia está INEXA (Industria Extractora C.A Planta Norte) a dos cuadras del Puente de Guápulo. Como cuarto punto se estableció en la Av. De los Conquistadores, como referencia está a 100m la Liga Barrial la Floresta. Como último punto se encuentra el punto ya establecido en la Av. Amazonas y Av. Patria, que logrará conectar con estos puntos que vienen desde Cumbayá.

**ANEXO 25.** Ubicación Punto Sur Av. Rumichaca Ñan y Av. Amaru Ñan



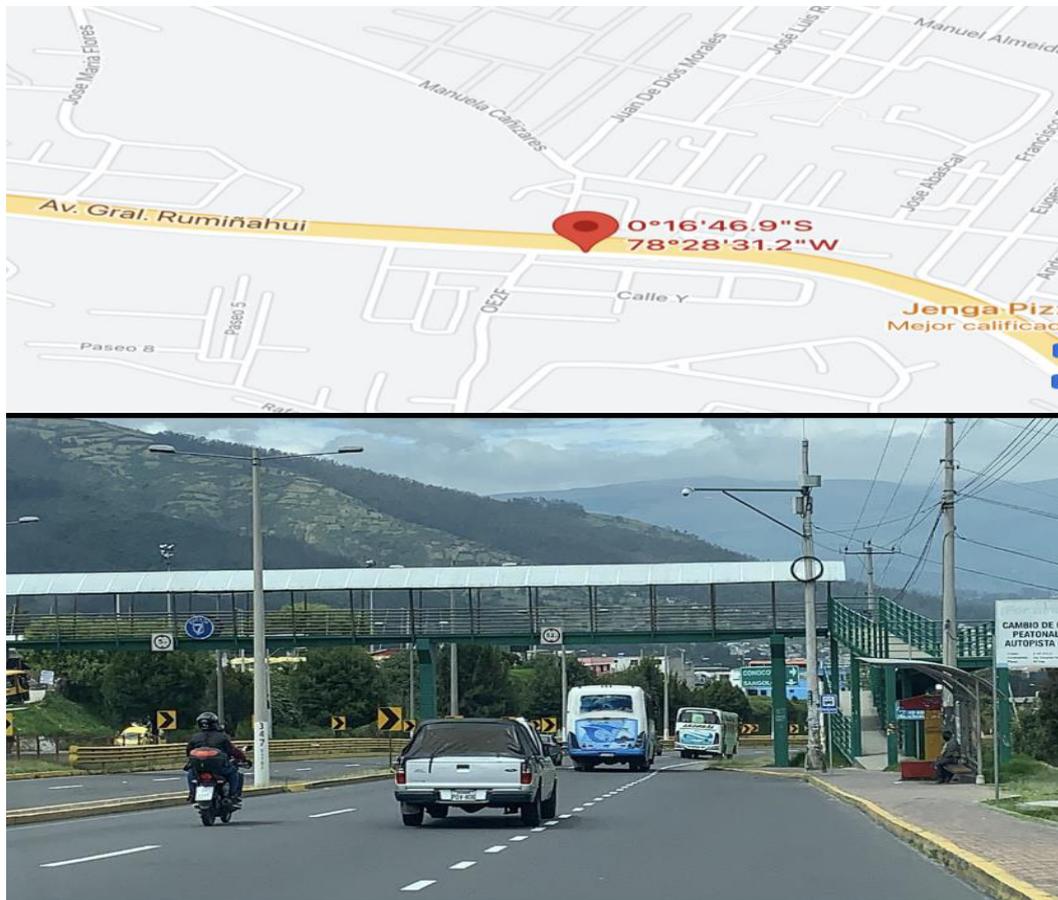
**ANEXO 26.** Ubicación Punto Central Av. Patria y Av. Río Amazonas (Hilton Colon Hotel)



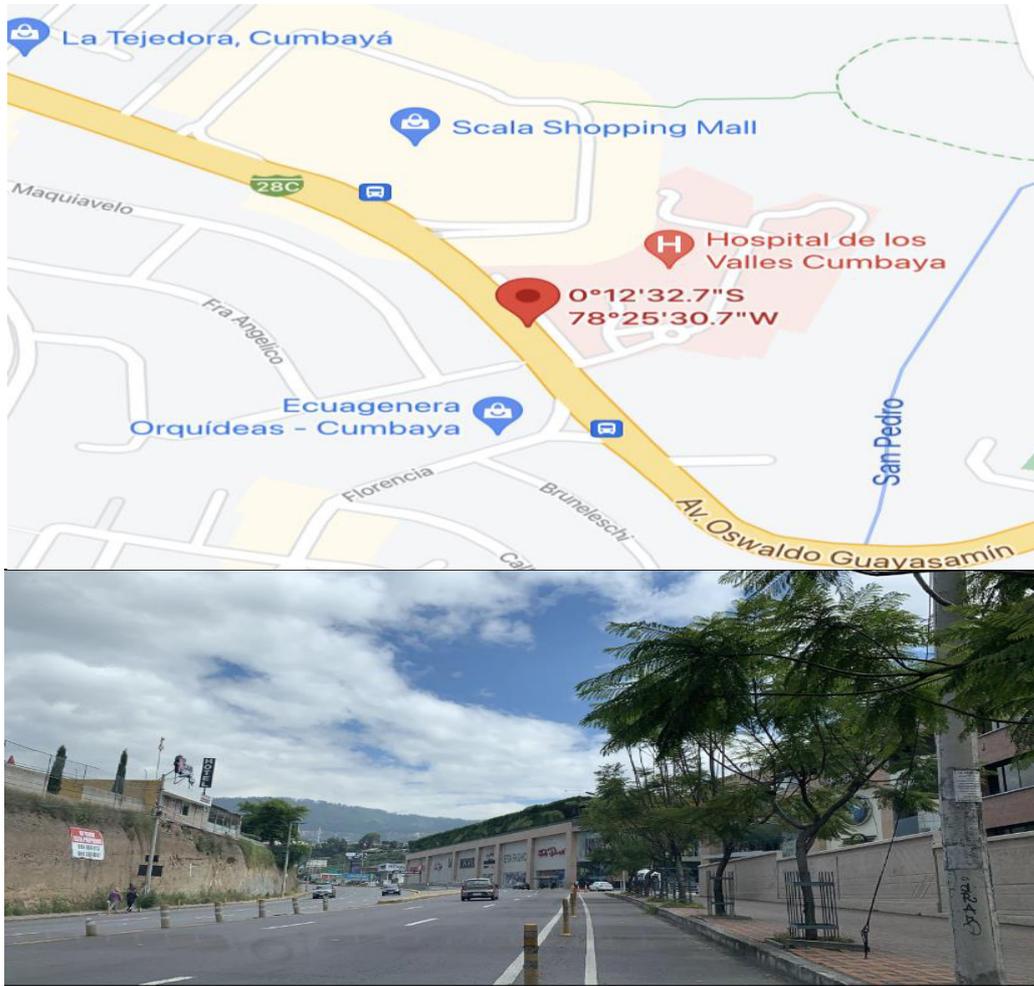
ANEXO 27. Ubicación Punto Norte, Calle Francisco Dalmau y Av. Galo Plaza Lasso.



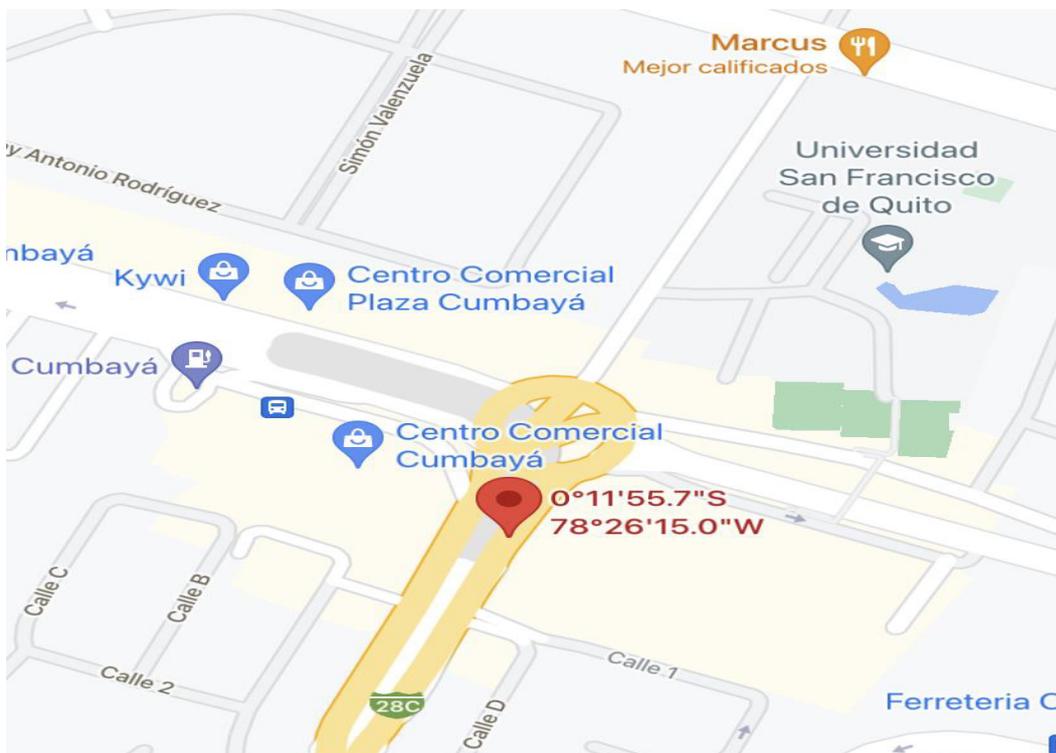
ANEXO 28. Ubicación Punto en el Valle de los Chillos. Autopista General Rumiñahui Puente 7



**ANEXO 29.** Ubicación Punto en el valle de Cumbaya. Av. Oswaldo Guayasamín E28C Diagonal al Scala Shopping, Frente al Hospital de los Valles.



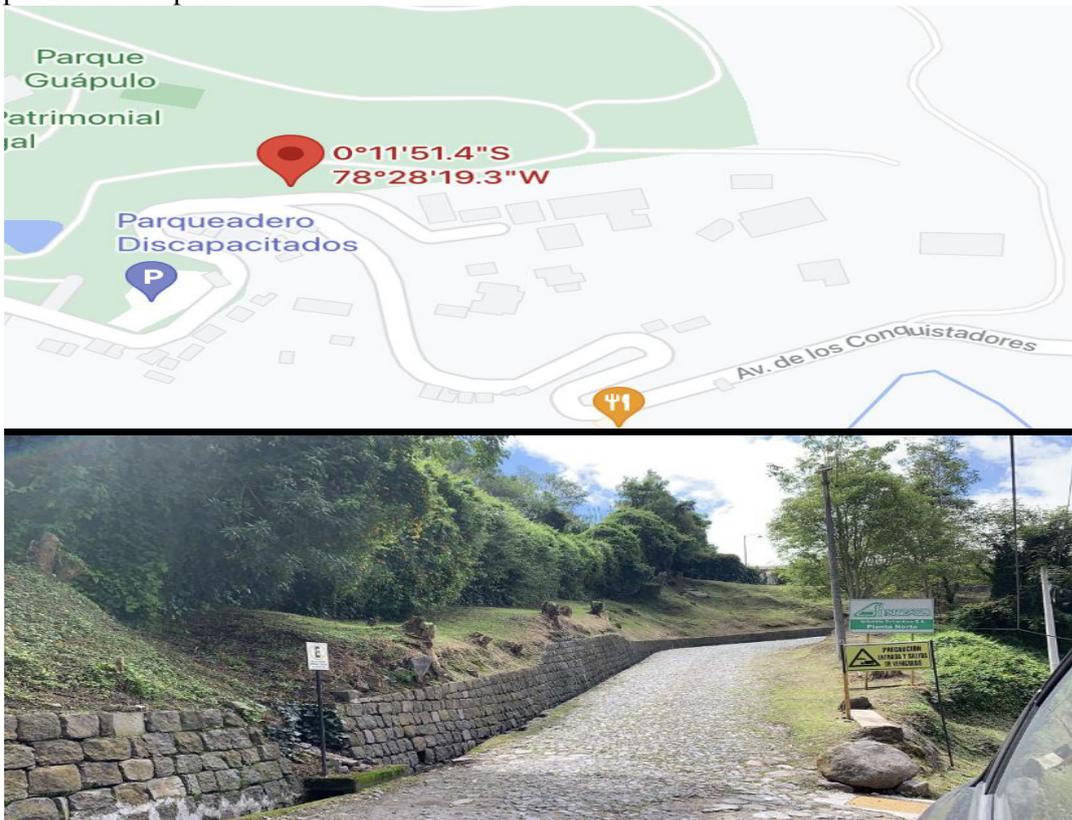
**ANEXO 30.** Primer punto de carga desde Cumbayá hacia el punto Centro en el Distrito Metropolitano de Quito. Av. Oswaldo Guayasamín en el Paseo San Francisco.



**ANEXO 31.** Segundo Punto de carga desde Cumbayá hacia el punto Centro. Av. De los Conquistadores. Frente a la casa del Quinde.



**ANEXO 32.** Tercer Punto de carga desde Cumbayá hacia el punto Centro. Av. de los Conquistadores frente a INEXA (Industria Extractora C.A. Planta Norte). A dos cuadras del puente de Guápulo.



**ANEXO 33.** Cuarto punto de carga desde Cumbayá hacia el punto Centro. Av. de los Conquistadores a 100m de la Liga Barrial La Floresta.



## FOTOGRAFÍAS DE MEDICIONES REALIZADAS

**ANEXO 34.** Voltaje Máximo Scooter Eléctrico 350W (52.6V)



**ANEXO 35.** Voltaje Mínimo Scooter Eléctrico 350W (44.7V)



**ANEXO 36.** Amperaje Máximo Scooter Eléctrico 350W (19.30A)



**ANEXO 37.** Voltaje Máximo Scooter Eléctrico 500W (52.5V)



**ANEXO 38.** Voltaje Mínimo Scooter Eléctrico 500W (43.5)



**ANEXO 39.** Amperaje Máximo Scooter Eléctrico 500W (24.60A)



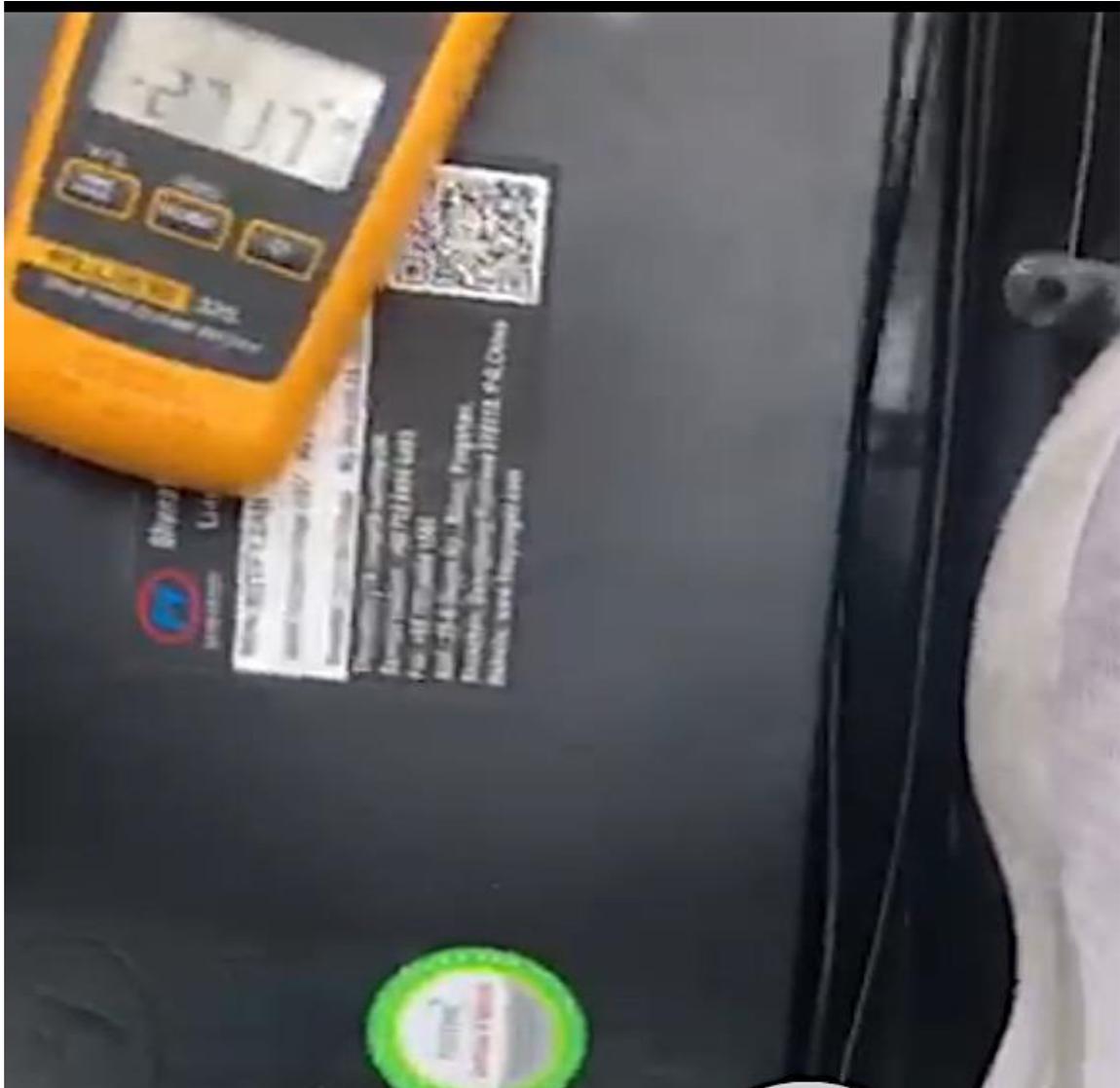
**ANEXO 40.** Voltaje Máximo Scooter Eléctrico 1500W (66.9V)



**ANEXO 41.** Voltaje Mínimo Scooter Eléctrico 1500W (49.4V)



ANEXO 42. Amperaje Máximo Scooter Eléctrico 1500W (27.17A )



## SCOOTER ELÉCTRICO 350W

### ANEXO 43. Voltaje Inicial Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 350W – 60KG



### ANEXO 44.. Voltaje Final Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 350W- 60KG



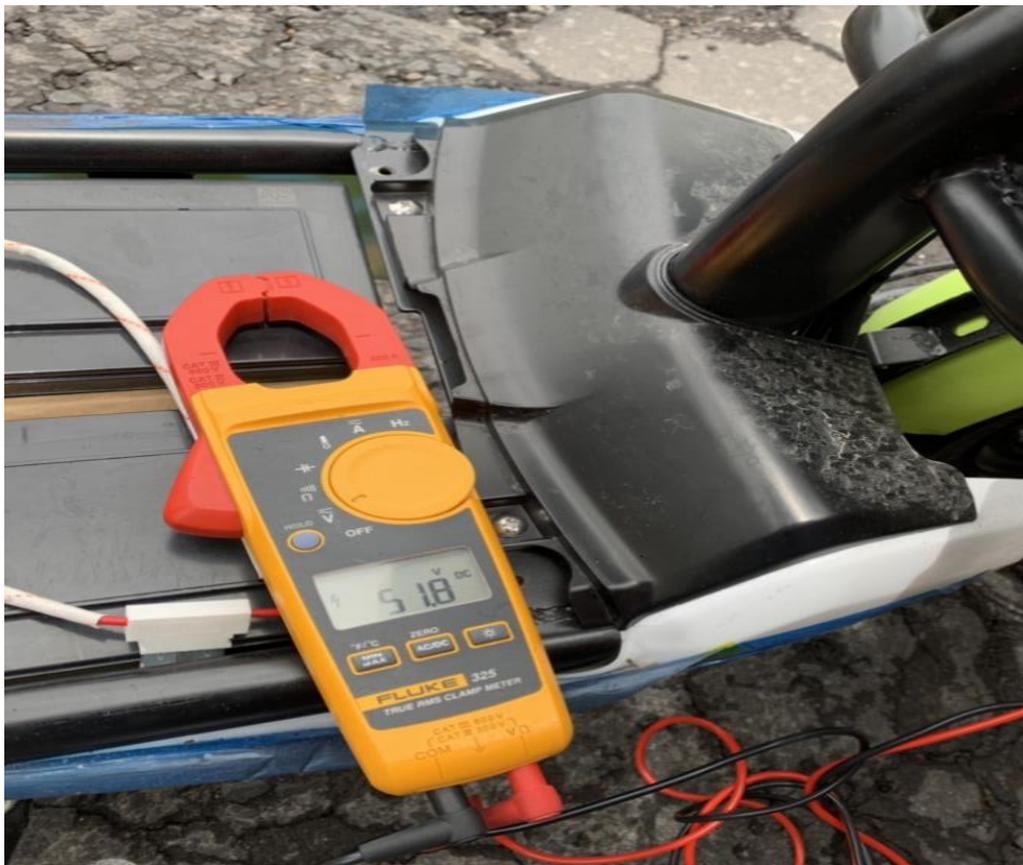
**ANEXO 45.** Voltaje Final Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 350W- 75KG



**ANEXO 46.** Voltaje Final Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 350W- 75KG



**ANEXO 47.** Voltaje Inicial Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 350W- 135KG



**ANEXO 48.** Voltaje Final Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 350W- 135KG 45.7



**ANEXO 49. Voltaje Inicial Ruta Cumbayá – Pendiente Positiva Scooter Eléctrico 350W-135KG**



**ANEXO 50. Voltaje Final Ruta Cumbayá – Pendiente Positiva Scooter Eléctrico 350W-135KG**



**ANEXO 51.** Voltaje Final Ruta Cumbayá – Pendiente Negativa Scooter Eléctrico 350W-135KG



**ANEXO 52.** Voltaje Final Ruta Cumbayá – Pendiente Cero (plano) Scooter Eléctrico 350W-135KG



**ANEXO 53.** Voltaje Inicial Ruta Valle de los Chillos – Pendiente Positiva Scooter Eléctrico 350W-135KG



**ANEXO 54.** Voltaje Final Ruta Valle de los Chillos – Pendiente Positiva Scooter Eléctrico 350W-135KG



**ANEXO 55.** Voltaje Final Ruta Valle de los Chillos – Pendiente Negativa Scooter Eléctrico 350W-135KG



**ANEXO 56.** Voltaje Final Ruta Valle de los Chillos – Pendiente Cero (plano) Scooter Eléctrico 350W-135KG



## SCOOTER ELÉCTRICO 500W

ANEXO 57. Voltaje Inicial Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 500W-60KG



ANEXO 58. Voltaje Final Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 500W-60KG



**ANEXO 59.** Voltaje Inicial Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 500W-75KG



**ANEXO 60.** Voltaje Final Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 500W-75KG



**ANEXO 61.** Voltaje Inicial Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 500W-135KG



**ANEXO 62.** Voltaje Final Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 500W-135KG



**ANEXO 63.** Voltaje Inicial Ruta Cumbayá – Pendiente Positiva Scooter Eléctrico 500W/135kg



**ANEXO 64.** Voltaje Final Ruta Cumbayá – Pendiente Positiva Scooter Eléctrico 500W/135kg



**ANEXO 65.** Voltaje Final Ruta Cumbayá – Pendiente Negativa Scooter Eléctrico 500W/135kg



**ANEXO 66.** Voltaje Final Ruta Cumbayá – Pendiente Cero (plano) Scooter Eléctrico 500W



**ANEXO 67.** Voltaje Inicial Ruta Valle de los Chillos – Pendiente Positiva Scooter Eléctrico 500W



**ANEXO 68.** Voltaje Final Ruta Valle de los Chillos – Pendiente Positiva Scooter Eléctrico 500W



**ANEXO 69.** Voltaje Final Ruta Valle de los Chillos – Pendiente Negativa Scooter Eléctrico 500W



**ANEXO 70.** Voltaje Final Ruta Valle de los Chillos – Pendiente Cero (plano) Scooter Eléctrico 500W



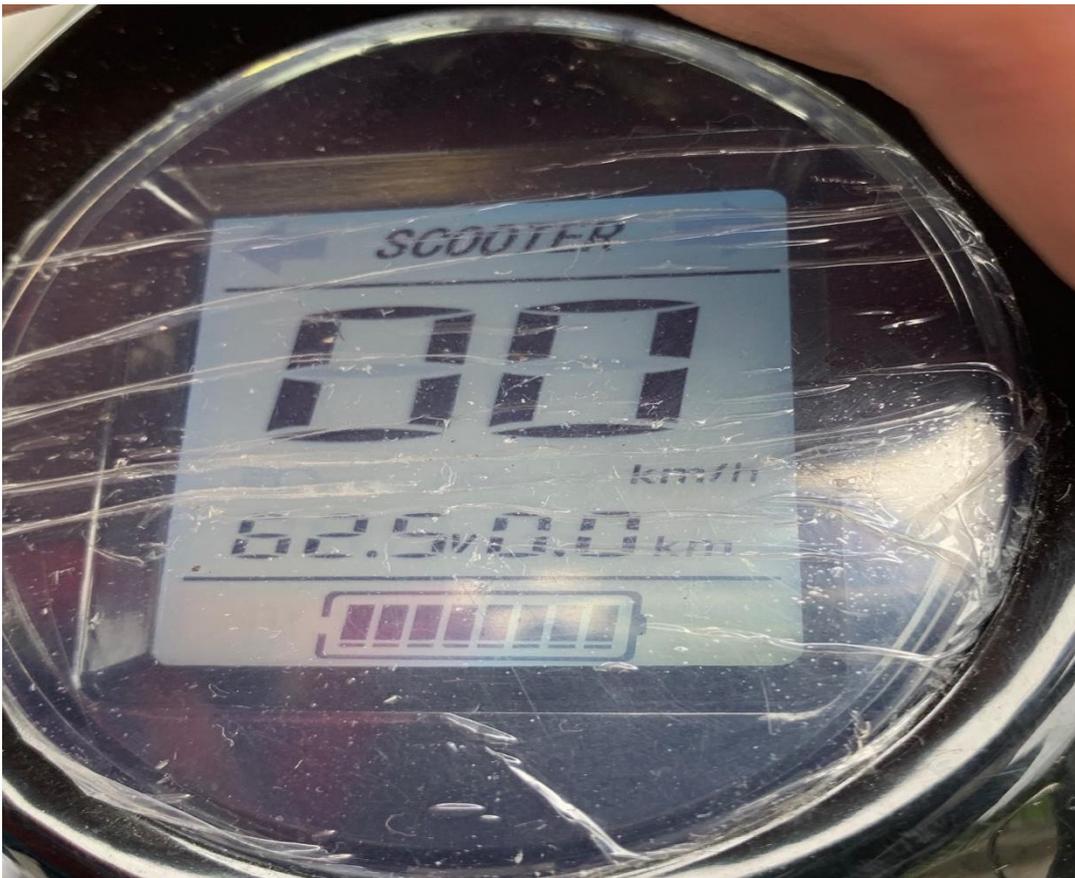
**ANEXO 71.** Voltaje Inicial Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 1500W-60KG



**ANEXO 72.** Voltaje Final Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 1500W-60KG



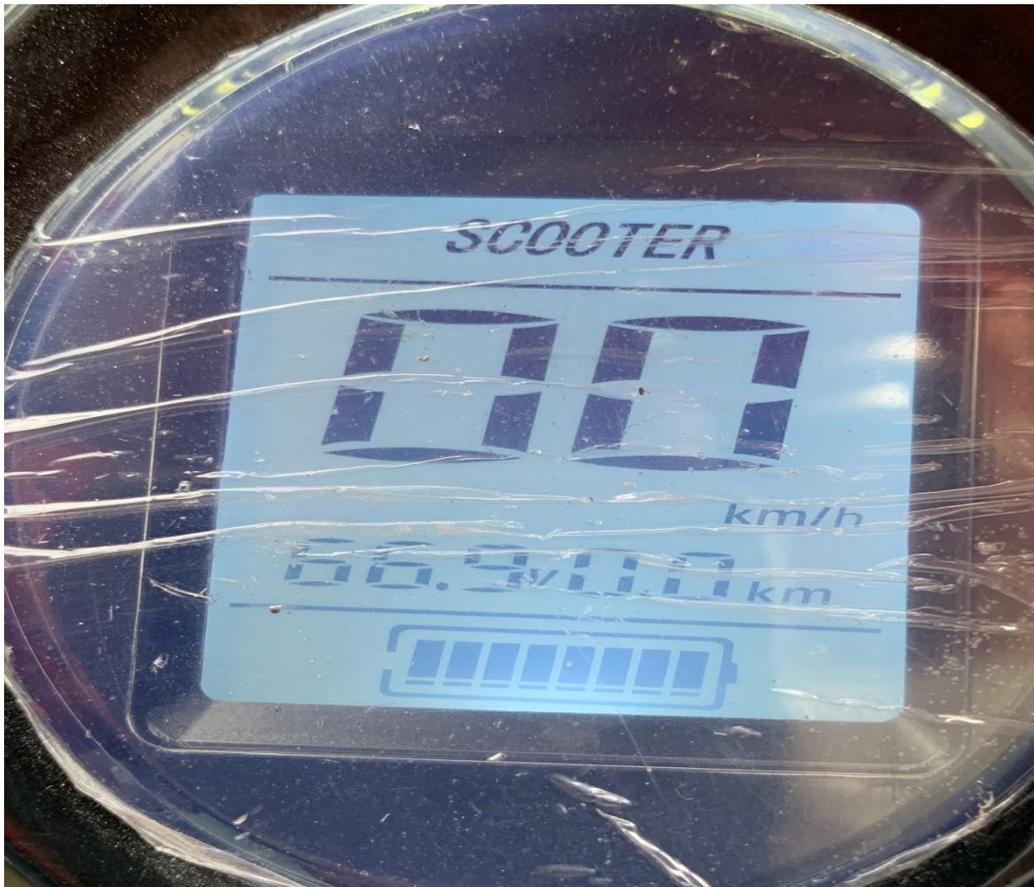
**ANEXO 73.** Voltaje Inicial Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 1500W-75KG



**ANEXO 74.** Voltaje Final Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 1500W-135KG



**ANEXO 75.** Voltaje Inicial Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 1500W-135KG



**ANEXO 76.** Voltaje Final Ruta Ciclopaseo Scooter Eléctrico 1500W-135KG



**ANEXO 77.** Voltaje Inicial Ruta Cumbayá – Pendiente Positiva Scooter Eléctrico 1500W-135kg  
(65.6)



**ANEXO 78.** Voltaje Final Ruta Cumbayá – Pendiente Positiva Scooter Eléctrico 1500W-135kg  
(61.5)



**ANEXO 79.** Voltaje Final Ruta Cumbayá – Pendiente Negativa Scooter Eléctrico 1500W-135kg (61.4)



**ANEXO 80.** Voltaje Final Ruta Cumbayá – Pendiente Cero (Plano) Scooter Eléctrico 1500W-135kg (59.4)



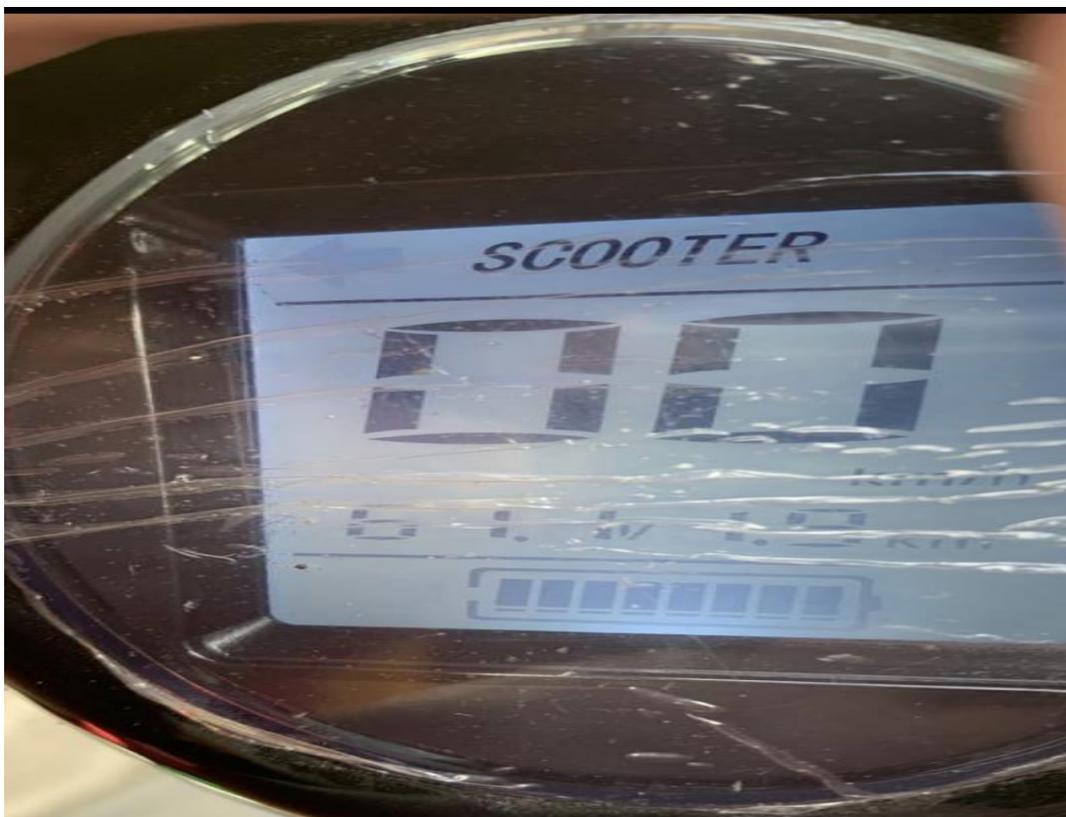
**ANEXO 81.** Voltaje Inicial Ruta Valle de los Chillos – Pendiente Positiva Scooter Eléctrico 1500W-135kg (66.6)



**ANEXO 82.** Voltaje Final Ruta Valle de los Chillos – Pendiente Positiva Scooter Eléctrico 1500W-135kg (58)



**ANEXO 83.** Voltaje Final Ruta Valle de los Chillos – Pendiente Negativa Scooter Eléctrico 1500W-135kg (61.1)



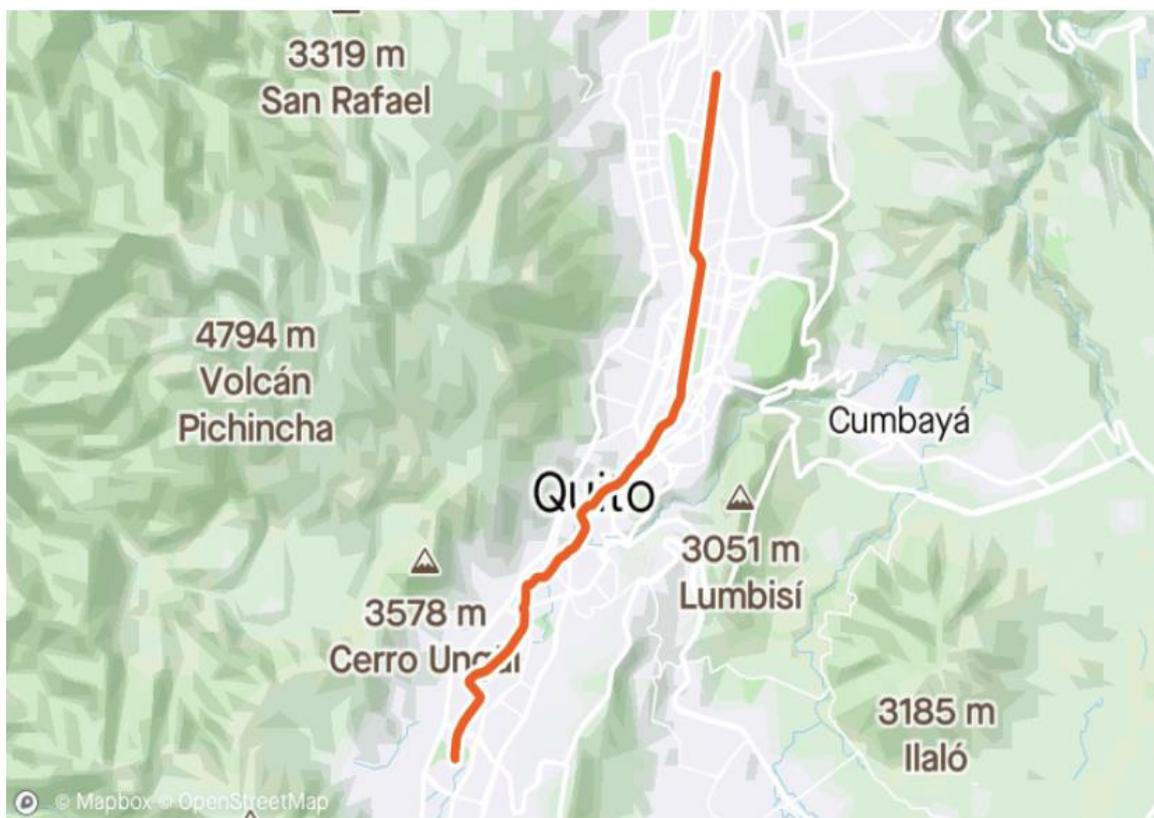
**ANEXO 84.** Voltaje Final Ruta Cumbayá – Pendiente Cero (Plano) Scooter Eléctrico 1500W-135kg (59.3)



ANEXO 85. Datos de los Valores establecidos por la ruta del ciclopaseo

DATOS EN SISTEMA INGLÉS																	
Ciclopaseo 350/60		Ciclopaseo 350/75		Ciclopaseo 350/135		Ciclopaseo 500/60		Ciclopaseo 500/75		Ciclopaseo 500/135		Ciclopaseo 1500/60		Ciclopaseo 1500/75		Ciclopaseo 1500/135	
distancia (mi)	14,8	distancia (mi)	14,833	distancia (mi)	12,9	distancia (mi)	15,03	distancia (mi)	15,03	distancia (mi)	14,88	distancia (mi)	14,85	distancia (mi)	14,88	distancia (mi)	15,3
Denivel positivo (ft)	594	Denivel positivo (ft)	610	Denivel positivo (ft)	339	Denivel positivo (ft)	626	Denivel positivo (ft)	626	Denivel positivo (ft)	603	Denivel positivo (ft)	574	Denivel positivo (ft)	607	Denivel positivo (ft)	657
Tiempo	1h 31m 09s	Tiempo	1h 16m 06 s	Tiempo	1h 14m 23s	Tiempo	1h 33m 31s	Tiempo	1h 33m 31s	Tiempo	1h 13m 33s	Tiempo	1h 16m 20s	Tiempo	58 m 16 s	Tiempo	1h 6m 30 s
Velocidad promedio (mi/h)	9,7	Velocidad promedio (mi/h)	11,7	Velocidad promedio (mi/h)	10,4	Velocidad promedio (mi/h)	9,6	Velocidad promedio (mi/h)	9,6	Velocidad promedio (mi/h)	12,1	Velocidad promedio (mi/h)	11,7	Velocidad promedio (mi/h)	15,3	Velocidad promedio (mi/h)	13,8
Altura máxima (ft)	9544	Altura máxima (ft)	9504	Altura máxima (ft)	9504	Altura máxima (ft)	9505	Altura máxima (ft)	9505	Altura máxima (ft)	9504	Altura máxima (ft)	9504	Altura máxima (ft)	9504	Altura máxima (ft)	9504
Velocidad máxima (mi/h)	23	Velocidad máxima (mi/h)	23	Velocidad máxima (mi/h)	20,4	Velocidad máxima (mi/h)	24,2	Velocidad máxima (mi/h)	24,2	Velocidad máxima (mi/h)	21,9	Velocidad máxima (mi/h)	25,5	Velocidad máxima (mi/h)	27,1	Velocidad máxima (mi/h)	24,8
Tiempo transcurrido	1h 31m 09s	Tiempo transcurrido	1h 16m 29s	Tiempo transcurrido	1h 14m 23s	Tiempo transcurrido	1h 33m 31s	Tiempo transcurrido	1h 33m 31s	Tiempo transcurrido	1h 13m 33s	Tiempo transcurrido	1h 16m 20s	Tiempo transcurrido	58 m 16 s	Tiempo transcurrido	1h 06m 14s
DATOS EN SISTEMA INTERNACIONAL																	
Ciclopaseo 350/60		Ciclopaseo 350/75		Ciclopaseo 350/135		Ciclopaseo 500/60		Ciclopaseo 500/75		Ciclopaseo 500/135		Ciclopaseo 1500/60		Ciclopaseo 1500/75		Ciclopaseo 1500/135	
distancia (km)	23,81829	distancia (km)	23,86572	distancia (km)	20,76054	distancia (km)	24,18844	distancia (km)	24,18844	distancia (km)	23,947039	distancia (km)	23,898758	distancia (km)	23,947029	distancia (km)	24,62296
Denivel positivo (m)	181,051	Denivel positivo (m)	185,928	Denivel positivo (m)	103,327	Denivel positivo (m)	190,805	Denivel positivo (m)	190,805	Denivel positivo (m)	183,794	Denivel positivo (m)	174,955	Denivel positivo (m)	185,015	Denivel positivo (m)	200,254
Tiempo	1h 31m 09s	Tiempo	1h 16m 06 s	Tiempo	1h 14m 23s	Tiempo	1h 33m 31s	Tiempo	1h 33m 31s	Tiempo	1h 13m 33s	Tiempo	1h 16m 20s	Tiempo	58 m 16 s	Tiempo	1h 6m 30 s
Velocidad promedio (km/h)	15,6106	Velocidad promedio (km/h)	18,82932	Velocidad promedio (km/h)	16,73718	Velocidad promedio (km/h)	15,4497	Velocidad promedio (km/h)	15,4497	Velocidad promedio (km/h)	19,47306	Velocidad promedio (km/h)	18,82932	Velocidad promedio (km/h)	24,62296	Velocidad promedio (km/h)	22,20955
Altura máxima (m)	2909,011	Altura máxima (m)	2896,819	Altura máxima (m)	2956,819	Altura máxima (m)	2897,124	Altura máxima (m)	2897,124	Altura máxima (m)	2896,819	Altura máxima (m)	2896,819	Altura máxima (m)	2896,819	Altura máxima (m)	2896,819
Velocidad máxima (km/h)	37,0149	Velocidad máxima (km/h)	37,0149	Velocidad máxima (km/h)	32,83062	Velocidad máxima (km/h)	38,94612	Velocidad máxima (km/h)	38,94612	Velocidad máxima (km/h)	35,24463	Velocidad máxima (km/h)	41,03827	Velocidad máxima (km/h)	43,61322	Velocidad máxima (km/h)	39,91173
Tiempo transcurrido	1h 31m 09s	Tiempo transcurrido	1h 16m 29s	Tiempo transcurrido	1h 14m 23s	Tiempo transcurrido	1h 33m 31s	Tiempo transcurrido	1h 33m 31s	Tiempo transcurrido	1h 13m 33s	Tiempo transcurrido	1h 16m 20s	Tiempo transcurrido	58 m 16 s	Tiempo transcurrido	1h 06m 14s

**ANEXO 86.** Ruta Ciclopaseo Quito.



Distancia  
**14,80 mi**

Desnivel positivo  
**594 ft**

Tiempo en movimiento  
**1:31:09**

Velocidad promedio  
**9,7 mi/h**

Altitud máx.  
**9.544 ft**

Velocidad máxima  
**23,0 mi/h**

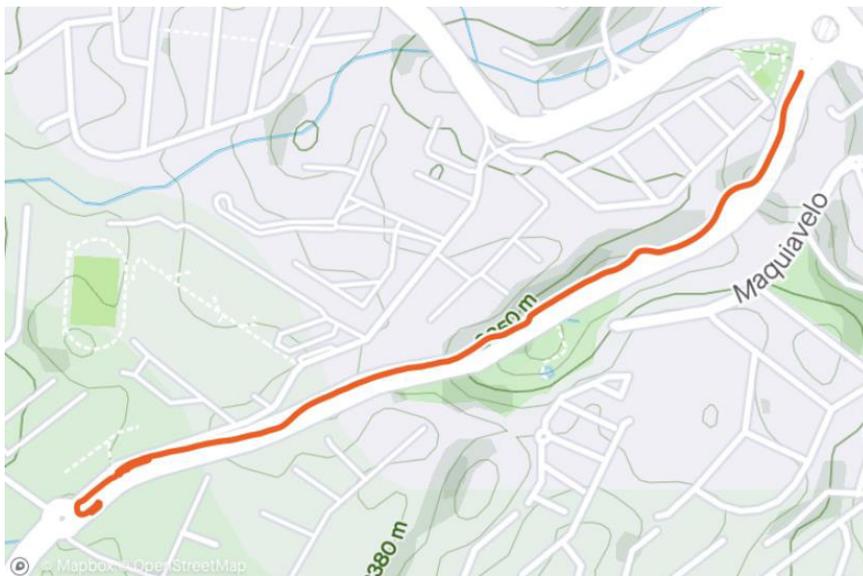
ANEXO 87. Datos de Pendientes Positivas

DATOS EN SISTEMA INGLÉS											
Subida 1 350W/135KG CUMBAYA	Subida 2 350W/135KG CUMBAYA	Subida 1 500W/135KG CUMBAYA	Subida 2 500W/135KG CUMBAYA	Subida 1 1500/135KG CUMBAYA	Subida 2 1500W/135KG CUMBAYA	Subida 1 350W/135KG VALE DE LOS CHILLOS	Subida 2 350W/135KG VALE DE LOS CHILLOS	Subida 1 500/135KG VALE DE LOS CHILLOS	Subida 2 500/135KG VALE DE LOS CHILLOS	Subida 1 1500/135KG VALE DE LOS CHILLOS	Subida 2 1500/135KG VALE DE LOS CHILLOS
distancia (m) 078	distancia (m) 097	distancia (m) 075	distancia (m) 079	distancia (m) 079	distancia (m) 077	distancia (m) 094	distancia (m) 093	distancia (m) 093	distancia (m) 092	distancia (m) 091	distancia (m) 091
Desnivel positivo (ft) 228	Desnivel positivo (ft) 249	Desnivel positivo (ft) 223	Desnivel positivo (ft) 235	Desnivel positivo (ft) 234	Desnivel positivo (ft) 230	Desnivel positivo (ft) 287	Desnivel positivo (ft) 281	Desnivel positivo (ft) 282	Desnivel positivo (ft) 277	Desnivel positivo (ft) 274	Desnivel positivo (ft) 274
Tempo transcurrido 07:16	Tempo transcurrido 07:11	Tempo transcurrido 05:09	Tempo transcurrido 05:28	Tempo transcurrido 03:21	Tempo transcurrido 03:32	Tempo transcurrido 05:25	Tempo transcurrido 05:24	Tempo transcurrido 04:28	Tempo transcurrido 04:30	Tempo transcurrido 03:25	Tempo transcurrido 03:25
Velocidad promedio (m/h) 65	Velocidad promedio (m/h) 25	Velocidad promedio (m/h) 8,8	Velocidad promedio (m/h) 8,7	Velocidad promedio (m/h) 14,3	Velocidad promedio (m/h) 13,2	Velocidad promedio (m/h) 10,5	Velocidad promedio (m/h) 10,4	Velocidad promedio (m/h) 12,5	Velocidad promedio (m/h) 12,3	Velocidad promedio (m/h) 16,1	Velocidad promedio (m/h) 16,1
Altura máxima (ft) 7945	Altura máxima (ft) 7856	Altura máxima (ft) 7943	Altura máxima (ft) 7855	Altura máxima (ft) 7851	Altura máxima (ft) 7946	Altura máxima (ft) 8898	Altura máxima (ft) 8893	Altura máxima (ft) 8893	Altura máxima (ft) 8888	Altura máxima (ft) 8884	Altura máxima (ft) 8885
Velocidad máxima (m/h) 16,6	Velocidad máxima (m/h) 14,1	Velocidad máxima (m/h) 14,1	Velocidad máxima (m/h) 15	Velocidad máxima (m/h) 21	Velocidad máxima (m/h) 19,7	Velocidad máxima (m/h) 15,2	Velocidad máxima (m/h) 15	Velocidad máxima (m/h) 18,8	Velocidad máxima (m/h) 17,4	Velocidad máxima (m/h) 23,9	Velocidad máxima (m/h) 27,1
Tempo transcurrido 07:16	Tempo transcurrido 07:11	Tempo transcurrido 05:09	Tempo transcurrido 05:28	Tempo transcurrido 03:21	Tempo transcurrido 03:32	Tempo transcurrido 05:25	Tempo transcurrido 05:24	Tempo transcurrido 04:28	Tempo transcurrido 04:36	Tempo transcurrido 03:25	Tempo transcurrido 03:09
DATOS EN SISTEMA INTERNACIONAL											
Subida 1 350W/135KG CUMBAYA	Subida 2 350W/135KG CUMBAYA	Subida 1 500W/135KG CUMBAYA	Subida 2 500W/135KG CUMBAYA	Subida 1 1500/135KG CUMBAYA	Subida 2 1500W/135KG CUMBAYA	Subida 1 350W/135KG VALE DE LOS CHILLOS	Subida 2 350W/135KG VALE DE LOS CHILLOS	Subida 1 500/135KG VALE DE LOS CHILLOS	Subida 2 500/135KG VALE DE LOS CHILLOS	Subida 1 1500/135KG VALE DE LOS CHILLOS	Subida 2 1500/135KG VALE DE LOS CHILLOS
distancia (km) 1,252832	distancia (km) 1,561064	distancia (km) 1,207008	distancia (km) 1,271382	distancia (km) 1,271382	distancia (km) 1,239195	distancia (km) 1,512783	distancia (km) 1,49669	distancia (km) 1,49669	distancia (km) 1,480596	distancia (km) 1,446503	distancia (km) 1,446503
Desnivel positivo (m) 69,8944	Desnivel positivo (m) 75,8952	Desnivel positivo (m) 67,9704	Desnivel positivo (m) 71,628	Desnivel positivo (m) 71,3232	Desnivel positivo (m) 70,104	Desnivel positivo (m) 56,9976	Desnivel positivo (m) 55,1888	Desnivel positivo (m) 55,4736	Desnivel positivo (m) 53,9486	Desnivel positivo (m) 53,0352	Desnivel positivo (m) 53,0352
Tempo 07:16	Tempo 07:11	Tempo 05:09	Tempo 05:28	Tempo 03:21	Tempo 03:32	Tempo 05:25	Tempo 05:24	Tempo 04:28	Tempo 04:30	Tempo 03:25	Tempo 03:09
Velocidad promedio (km/h) 10,4607	Velocidad promedio (km/h) 4,02336	Velocidad promedio (km/h) 14,1622	Velocidad promedio (km/h) 14,0013	Velocidad promedio (km/h) 23,01362	Velocidad promedio (km/h) 21,2434	Velocidad promedio (km/h) 16,88811	Velocidad promedio (km/h) 16,73718	Velocidad promedio (km/h) 20,1168	Velocidad promedio (km/h) 19,79483	Velocidad promedio (km/h) 25,51044	Velocidad promedio (km/h) 28,0259
Altura máxima (m) 2391,156	Altura máxima (m) 2394,509	Altura máxima (m) 2390,546	Altura máxima (m) 2394,204	Altura máxima (m) 2392,985	Altura máxima (m) 2391,461	Altura máxima (m) 2712,11	Altura máxima (m) 2710,386	Altura máxima (m) 2710,386	Altura máxima (m) 2709,062	Altura máxima (m) 2707,843	Altura máxima (m) 2708,148
Velocidad máxima (km/h) 26,71511	Velocidad máxima (km/h) 22,89175	Velocidad máxima (km/h) 22,89175	Velocidad máxima (km/h) 24,1402	Velocidad máxima (km/h) 33,7962	Velocidad máxima (km/h) 31,7008	Velocidad máxima (km/h) 24,46203	Velocidad máxima (km/h) 24,1402	Velocidad máxima (km/h) 30,2567	Velocidad máxima (km/h) 28,0259	Velocidad máxima (km/h) 38,4632	Velocidad máxima (km/h) 49,61322
Tempo transcurrido 07:16	Tempo transcurrido 07:11	Tempo transcurrido 05:09	Tempo transcurrido 05:28	Tempo transcurrido 03:21	Tempo transcurrido 03:32	Tempo transcurrido 05:25	Tempo transcurrido 05:24	Tempo transcurrido 04:28	Tempo transcurrido 04:36	Tempo transcurrido 03:25	Tempo transcurrido 03:09

**ANEXO 88. Ruta de Pendientes Positivas Cumbayá**

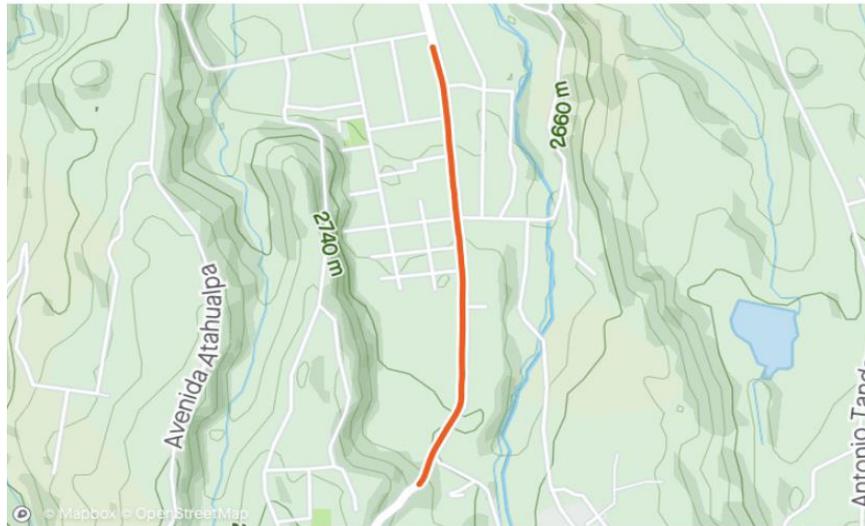


Distancia <b>0,78 mi</b>	Desnivel positivo <b>228 ft</b>
Tiempo en movimiento <b>7:16</b>	Velocidad promedio <b>6,5 mi/h</b>
Altitud máx. <b>7.845 ft</b>	Velocidad máxima <b>16,6 mi/h</b>



Distancia <b>0,97 mi</b>	Desnivel positivo <b>249 ft</b>
Tiempo en movimiento <b>23:11</b>	Velocidad promedio <b>2,5 mi/h</b>
Altitud máx. <b>7.856 ft</b>	Velocidad máxima <b>14,1 mi/h</b>

**ANEXO 89.** Ruta de Pendientes Positivas Valle de los Chilllos



Distancia  
**0,94 mi**

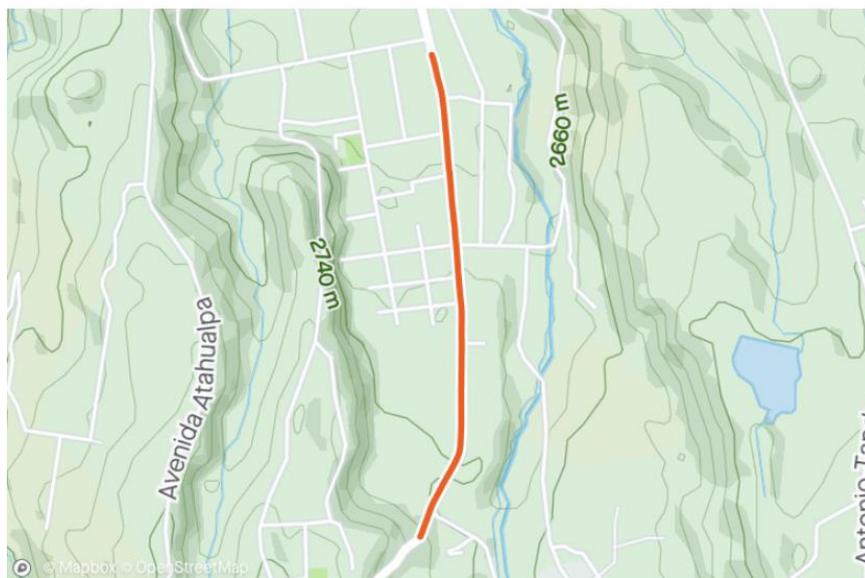
Desnivel positivo  
**187 ft**

Tiempo en movimiento  
**5:25**

Velocidad promedio  
**10,5 mi/h**

Altitud máx.  
**8.898 ft**

Velocidad máxima  
**15,2 mi/h**



Distancia  
**0,93 mi**

Desnivel positivo  
**181 ft**

Tiempo en movimiento  
**5:24**

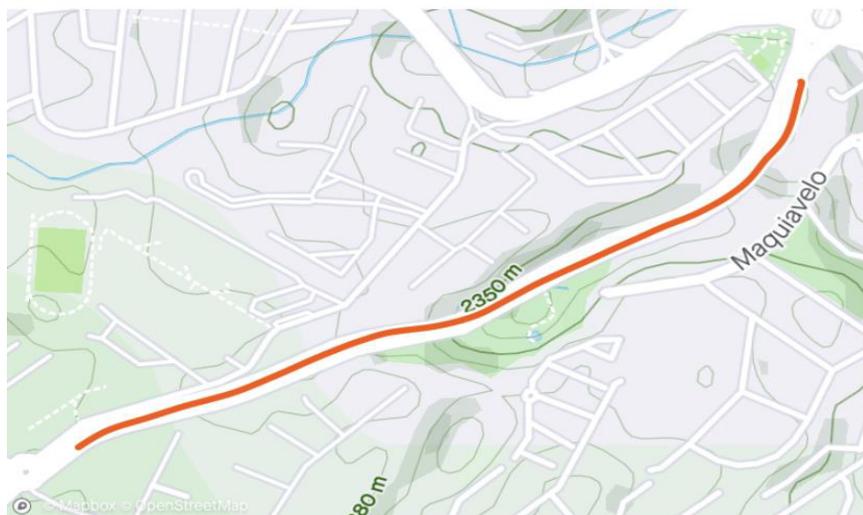
Velocidad promedio  
**10,4 mi/h**

Altitud máx.  
**8.893 ft**

Velocidad máxima  
**15,0 mi/h**



## ANEXO 91. Ruta de Pendientes Negativas Cumbayá



Distancia  
**0,76 mi**

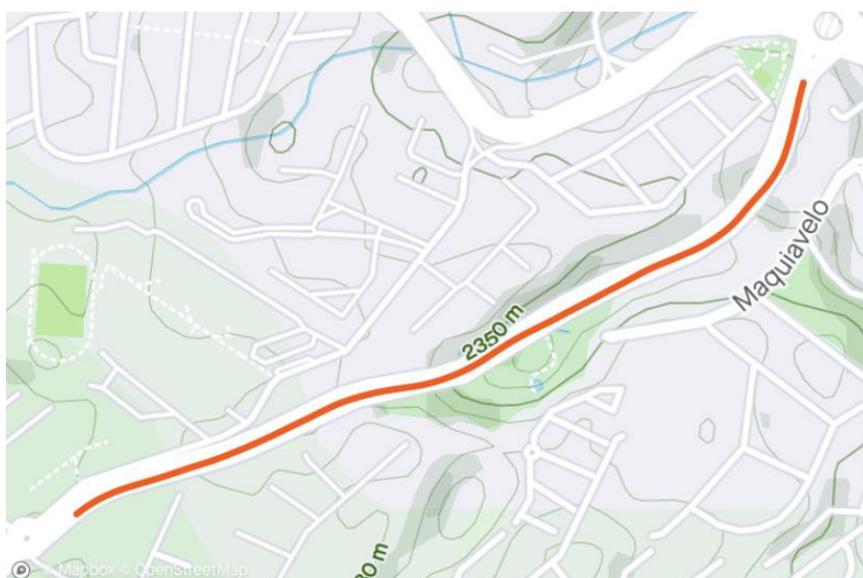
Desnivel positivo  
**0 ft**

Tiempo en movimiento  
**2:40**

Velocidad promedio  
**17,3 mi/h**

Altitud máx.  
**7.850 ft**

Velocidad máxima  
**21,3 mi/h**



Distancia  
**0,78 mi**

Desnivel positivo  
**0 ft**

Tiempo en movimiento  
**2:23**

Velocidad promedio  
**19,6 mi/h**

Altitud máx.  
**7.851 ft**

Velocidad máxima  
**25,1 mi/h**

**ANEXO 92.** Ruta de Pendientes Negativas Valle de los Chillos



Distancia  
**0,93 mi**

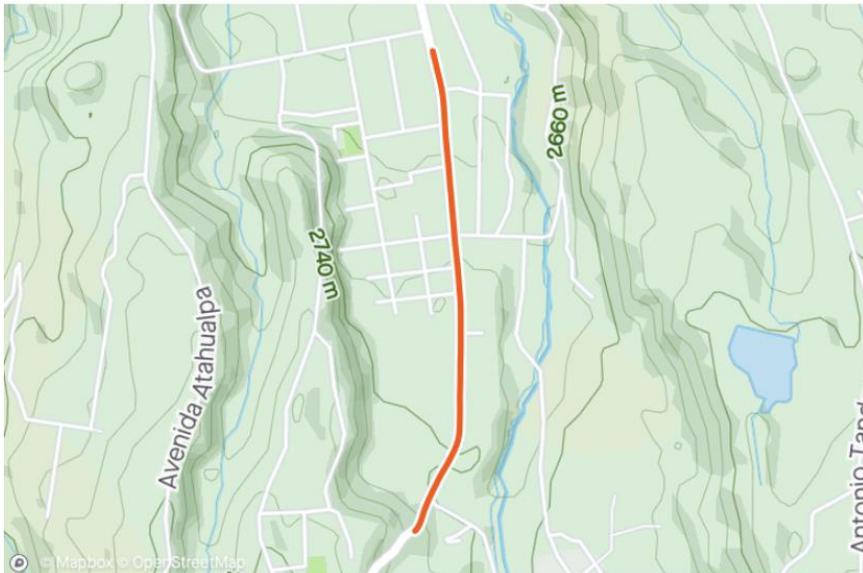
Desnivel positivo  
**0 ft**

Tiempo en movimiento  
**3:24**

Velocidad promedio  
**16,4 mi/h**

Altitud máx.  
**8.898 ft**

Velocidad máxima  
**19,7 mi/h**



Distancia  
**0,94 mi**

Desnivel positivo  
**0 ft**

Tiempo en movimiento  
**3:11**

Velocidad promedio  
**17,7 mi/h**

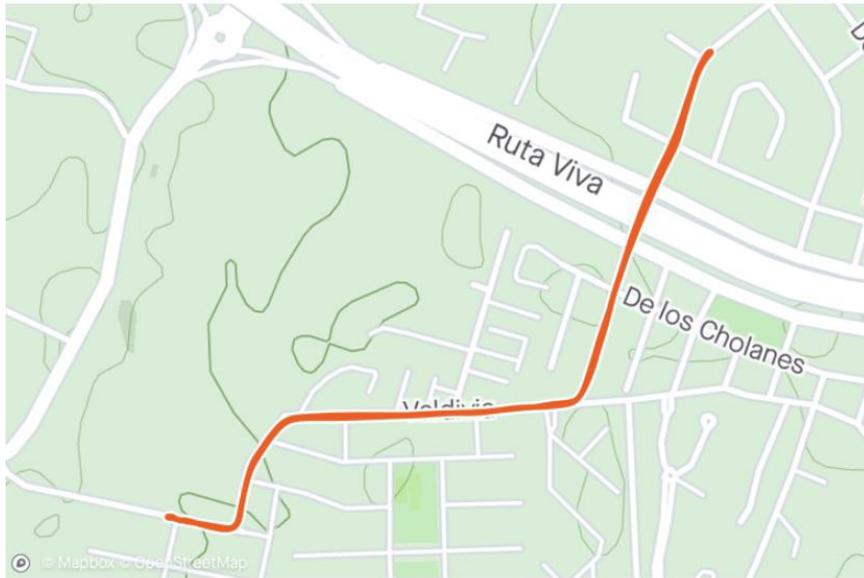
Altitud máx.  
**8.900 ft**

Velocidad máxima  
**19,7 mi/h**

**ANEXO 93. Datos de Pendientes Cero (Plano)**

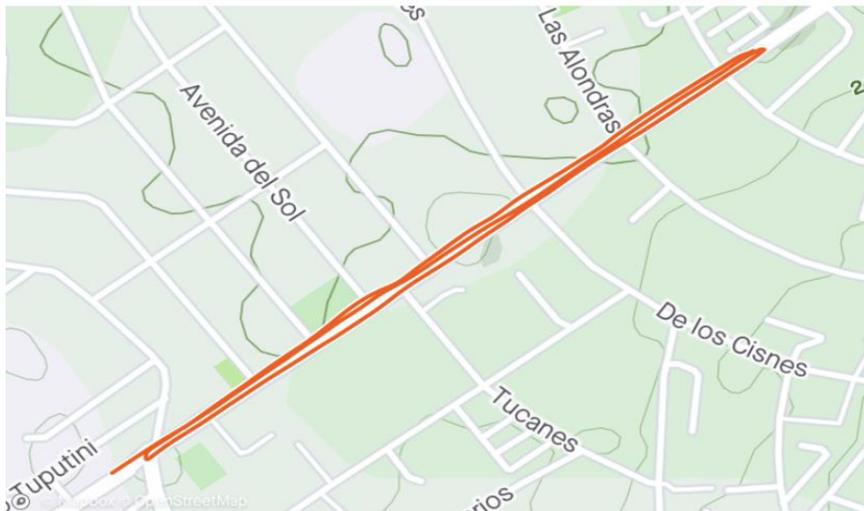
DATOS EN SISTEMA INGLÉS											
PLANO 350w/135kg CUMBAYA		PLANO 500w/135kg CUMBAYA		PLANO 1500/135kg CUMBAYA		PLANO 350w/135kg VALLE DE LOS CHILLOS		PLANO 500W/135KG VALLE DE LOS CHILLOS		PLANO 1500W/135KG VALLE DE LOS CHILLOS	
distancia (mi)	1,59	distancia (mi)	1,61	distancia (mi)	1,6	distancia (mi)	1,86	distancia (mi)	1,85	distancia (mi)	1,88
Desnivel positivo (ft)	53	Desnivel positivo (ft)	54	Desnivel positivo (ft)	52	Desnivel positivo (ft)	38	Desnivel positivo (ft)	21	Desnivel positivo (ft)	21
Tiempo	07:56	Tiempo	07:15	Tiempo	05:53	Tiempo	07:45	Tiempo	06:43	Tiempo	06:13
Velocidad promedio (mi/h)	12	Velocidad promedio (mi/h)	13,4	Velocidad promedio (mi/h)	16,4	Velocidad promedio (mi/h)	14,5	Velocidad promedio (mi/h)	16,5	Velocidad promedio (mi/h)	18,2
Altura máxima ( ft )	7888	Altura máxima ( ft )	7889	Altura máxima ( ft )	7889	Altura máxima ( ft )	8076	Altura máxima ( ft )	8078	Altura máxima ( ft )	8077
Velocidad máxima ( mi/h )	17,7	Velocidad máxima ( mi/h )	19,7	Velocidad máxima ( mi/h )	25,5	Velocidad máxima ( mi/h )	21,9	Velocidad máxima ( mi/h )	21	Velocidad máxima ( mi/h )	29,5
Tiempo transcurrido	07:56	Tiempo transcurrido	07:15	Tiempo transcurrido	05:53	Tiempo transcurrido	07:45	Tiempo transcurrido	07:09	Tiempo transcurrido	07:41
DATOS EN SISTEMA INTERNACIONAL											
PLANO 350w/135kg CUMBAYA		PLANO 500w/135kg CUMBAYA		PLANO 1500/135kg CUMBAYA		PLANO 350w/135kg VALLE DE LOS CHILLOS		PLANO 500W/135KG VALLE DE LOS CHILLOS		PLANO 1500W/135KG VALLE DE LOS CHILLOS	
distancia (km)	2,55831	distancia (km)	2,59049	distancia (km)	2,5744	distancia (km)	2,99274	distancia (km)	2,97665	distancia (km)	3,02492
Desnivel positivo (m)	16,1536117	Desnivel positivo (m)	16,45839683	Desnivel positivo (m)	15,84882658	Desnivel positivo (m)	11,58183481	Desnivel positivo (m)	6,400487656	Desnivel positivo (m)	6,400487656
Tiempo	07:56	Tiempo	07:15	Tiempo	05:53	Tiempo	07:45	Tiempo	06:43	Tiempo	06:13
Velocidad promedio (km/h)	19,308	Velocidad promedio (km/h)	21,5606	Velocidad promedio (km/h)	26,3876	Velocidad promedio (km/h)	23,3305	Velocidad promedio (km/h)	26,5485	Velocidad promedio (km/h)	29,2838
Altura máxima ( m )	2404,145078	Altura máxima ( m )	2404,449863	Altura máxima ( m )	2404,449863	Altura máxima ( m )	2461,444681	Altura máxima ( m )	2462,054252	Altura máxima ( m )	2461,749467
Velocidad máxima ( km/h )	28,4793	Velocidad máxima ( km/h )	31,6973	Velocidad máxima ( km/h )	41,0295	Velocidad máxima ( km/h )	35,2371	Velocidad máxima ( km/h )	33,789	Velocidad máxima ( km/h )	47,4655
Tiempo transcurrido	07:56	Tiempo transcurrido	07:15	Tiempo transcurrido	05:53	Tiempo transcurrido	07:45	Tiempo transcurrido	07:09	Tiempo transcurrido	07:41

**ANEXO 94. Ruta de Pendientes cero (plano) Cumbayá**



Distancia	Desnivel positivo
<b>1,61 mi</b>	<b>54 ft</b>
Tiempo en movimiento	Velocidad promedio
<b>7:15</b>	<b>13,4 mi/h</b>
Altitud máx.	Velocidad máxima
<b>7.889 ft</b>	<b>19,7 mi/h</b>

**ANEXO 95. Ruta de Pendientes cero (plano) Valle de los Chillos**



Distancia	Desnivel positivo
<b>1,86 mi</b>	<b>38 ft</b>
Tiempo en movimiento	Velocidad promedio
<b>7:45</b>	<b>14,5 mi/h</b>
Altitud máx.	Velocidad máxima
<b>8.076 ft</b>	<b>21,9 mi/h</b>

**ANEXO 96.** Cálculo tiempo de carga

DATOS VEHICULO CATEGORIA L1E - 350W TEORICO					
	VOLTAJE	AMPERAJE	WATTS/HORA	WATTS	HORAS
VOLTAJE	48				
AMPERAJE BATERIA (A)		12			
CAPACIDAD DE CARGA DE LA BATERIA			576		
CAPACIDAD DEL CARGADOR				86,4	
TIEMPO DE CARGA DE LA BATERIA					6,66666667

DATOS VEHICULO CATEGORIA L1E - 500W TEORICO					
	VOLTAJE	AMPERAJE	WATTS/HORA	WATTS	HORAS
VOLTAJE	48				
AMPERAJE BATERIA (A)		20			
CAPACIDAD DE CARGA DE LA BATERIA			960		
CAPACIDAD DEL CARGADOR				144	
TIEMPO DE CARGA DE LA BATERIA					6,66666667

DATOS VEHICULO CATEGORIA L1E - 1500W TEORICO					
	V	A	WATTS/HORA	WATTS	HORAS
VOLTAJE	60				
AMPERAJE BATERIA (A)		24			
CAPACIDAD DE CARGA DE LA BATERIA			1440		
CAPACIDAD DEL CARGADOR				180	
TIEMPO DE CARGA DE LA BATERIA					8

DATOS VEHICULO CATEGORIA L1E - 350W CARGADOR DE FABRICA					
	V	A	WATTS/HORA	WATTS	HORAS
VOLTAJE	52,6				
AMPERAJE BATERIA (A)		19,3			
CAPACIDAD DE CARGA DE LA BATERIA			1015,18		
CAPACIDAD DEL CARGADOR				86,4	
TIEMPO DE CARGA DE LA BATERIA					11,7497685

DATOS VEHICULO CATEGORIA L1E - 500W CARGADOR DE FABRICA					
	V	A	WATTS/HORA	WATTS	HORAS
VOLTAJE	52,5				
AMPERAJE BATERIA (A)		24,53			
CAPACIDAD DE CARGA DE LA BATERIA			1287,825		
CAPACIDAD DEL CARGADOR				144	
TIEMPO DE CARGA DE LA BATERIA					8,94322917

DATOS VEHICULO CATEGORIA L1E - 1500W CARGADOR DE FABRICA					
	VOLTAJE	AMPERAJE	WATTS/HORA	WATTS	HORAS
VOLTAJE	66,9				
AMPERAJE BATERIA (A)		27,17			
CAPACIDAD DE CARGA DE LA BATERIA			1817,673		
CAPACIDAD DEL CARGADOR				180	
TIEMPO DE CARGA DE LA BATERIA					10,0981833

DATOS VEHICULO CATEGORIA L1E - 350W CARGA RAPIDA					
	V	A	WATTS/HORA	WATTS	HORAS
VOLTAJE	52,6				
AMPERAJE BATERIA (A)		19,3			
CAPACIDAD DE CARGA DE LA BATERIA			1015,18		
CAPACIDAD DEL CARGADOR				526	
TIEMPO DE CARGA DE LA BATERIA					1,93

DATOS VEHICULO CATEGORIA L1E - 500W CARGA RAPIDA					
	V	A	WATTS/HORA	WATTS	HORAS
VOLTAJE	52,5				
AMPERAJE BATERIA (A)		24,53			
CAPACIDAD DE CARGA DE LA BATERIA			1287,825		
CAPACIDAD DEL CARGADOR				525	
TIEMPO DE CARGA DE LA BATERIA					2,453

DATOS VEHICULO CATEGORIA L1E - 1500W RAPIDA					
	VOLTAJE	AMPERAJE	WATTS/HORA	WATTS	HORAS
VOLTAJE	66,9				
AMPERAJE BATERIA (A)		27,17			
CAPACIDAD DE CARGA DE LA BATERIA			1817,673		
CAPACIDAD DEL CARGADOR				1200	
TIEMPO DE CARGA DE LA BATERIA					1,5147275

**ANEXO 97.** Factor seguridad

FACTOR DE SEGURIDAD PARA CICLOPASEO Y VALLES		
FOS	2	
CARGA O ESFUERZO DE USO	13,43612184	km
FALLA	26,8722437	km

FACTOR DE SEGURIDAD PARA SUBIDA DE CUMBAYA A QUITO		
FOS	2	
CARGA O ESFUERZO DE USO	2,3756	km
FALLA	4,75111	km

**ANEXO 98.** Tablas de porcentaje de batería en base al voltaje ciclopaseo 350 w

VOLTAJE TOTAL MOTO 350 W	52,6	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 350 W 60 KG INICIAL CICLOPASEO	52	92,4050633	%
VOLTAJE MINIMO MOTO 350 W	44,7	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	7,9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	0,6	7,59493671	%
VOLTAJE RESTANTE	7,3	92,4050633	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 350 W	52,6	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 350 W 60 KG FINAL CICLOPASEO	48,2	44,3037975	%
VOLTAJE VACIO MOTO 350 W	44,7	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	7,9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	4,4	55,6962025	%
VOLTAJE RESTANTE	3,5	44,3037975	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	3,8	48,1012658	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 350 W	52,6	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 350 W 75 KG INICIAL CICLOPASEO	52,6	100	%
VOLTAJE VACIO MOTO 350 W	44,7	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	7,9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	0	0	%
VOLTAJE RESTANTE	7,9	100	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 350 W	52,6	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 350 W 75 KG FINAL CICLOPASEO	47,7	37,9746835	%
VOLTAJE VACIO MOTO 350 W	44,7	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	7,9	100	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 350 W	52,6	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 350 W 135 KG INICIAL CICLOPASEO	51,8	89,8734177	%
VOLTAJE VACIO MOTO 350 W	44,7	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	7,9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	0,8	10,1265823	%
VOLTAJE RESTANTE	7,1	89,8734177	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 350 W	52,6	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 350 W 135 KG FINAL CICLOPASEO	45,7	12,6582278	%
VOLTAJE VACIO MOTO 350 W	44,7	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	7,9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	6,9	87,3417722	%
VOLTAJE RESTANTE	1	12,6582278	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	6,1	77,2151899	%

**ANEXO 99.** Tablas de porcentaje de batería en base al voltaje ciclopaseo 500 w

VOLTAJE TOTAL MOTO 500 W	52,5	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 500 W 60 KG INICIAL CICLOPASEO	49,3	64,4444444	%
VOLTAJE VACIO MOTO 500 W	43,5	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	3,2	35,5555556	%
VOLTAJE RESTANTE	5,8	64,4444444	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 500 W	52,5	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 500 W 60 KG FINAL CICLOPASEO	46,6	34,4444444	%
VOLTAJE VACIO MOTO 500 W	43,5	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	5,9	65,5555556	%
VOLTAJE RESTANTE	3,1	34,4444444	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	2,7	30	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 500 W	52,5	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 500 W 75 KG INICIAL CICLOPASEO	52,1	95,5555556	%
VOLTAJE VACIO MOTO 500 W	43,5	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	0,4	4,4444444	%
VOLTAJE RESTANTE	8,6	95,5555556	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 500 W	52,5	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 500 W 75 KG FINAL CICLOPASEO	49,3	64,4444444	%
VOLTAJE VACIO MOTO 500 W	43,5	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	3,2	35,5555556	%
VOLTAJE RESTANTE	5,8	64,4444444	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	2,8	31,1111111	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 500 W	52,5	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 500 W 135 KG INICIAL CICLOPASEO	52,5	100	%
VOLTAJE VACIO MOTO 500 W	43,5	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	0	0	%
VOLTAJE RESTANTE	9	100	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 500 W	52,5	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 500 W 135 KG FINAL CICLOPASEO	47,7	46,6666667	%
VOLTAJE VACIO MOTO 500 W	43,5	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	4,8	53,3333333	%
VOLTAJE RESTANTE	4,2	46,6666667	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	4,8	53,3333333	%

**ANEXO 100.** Tablas de porcentaje de batería en base al voltaje ciclopaseo 1500 w

VOLTAJE TOTAL MOTO 1500 W	66,9	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 1500 W 60 KG INICIAL CICLOPASEO	66,1	95,4285714	%
VOLTAJE VACIO MOTO 1500 W	49,4	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	17,5	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	0,8	4,57142857	%
VOLTAJE RESTANTE	16,7	95,4285714	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 1500 W	66,9	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 1500 W 60 KG FINAL CICLOPASEO	53,6	24	%
VOLTAJE VACIO MOTO 1500 W	49,4	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	17,5	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	13,3	76	%
VOLTAJE RESTANTE	4,2	24	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	12,5	71,4285714	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 1500 W	66,9	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 1500 W 75 KG INICIAL CICLOPASEO	62,5	74,8571429	%
VOLTAJE VACIO MOTO 1500 W	49,4	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	17,5	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	4,4	25,1428571	%
VOLTAJE RESTANTE	13,1	74,8571429	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 1500 W	66,9	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 1500 W 75 KG FINAL CICLOPASEO	55,6	35,4285714	%
VOLTAJE VACIO MOTO 1500 W	49,4	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	17,5	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	11,3	64,5714286	%
VOLTAJE RESTANTE	6,2	35,4285714	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	6,9	39,4285714	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 1500 W	66,9	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 1500 W 135 KG INICIAL CICLOPASEO	66,9	100	%
VOLTAJE VACIO MOTO 1500 W	49,4	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	17,5	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	0	0	%
VOLTAJE RESTANTE	17,5	100	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 1500 W	66,9	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 1500 W 135 KG FINAL CICLOPASEO	55,7	36	%
VOLTAJE VACIO MOTO 1500 W	49,4	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	17,5	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	11,2	64	%
VOLTAJE RESTANTE	6,3	36	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	11,2	64	%

**ANEXO 101.** Tablas de porcentaje de batería en base al voltaje Cumbaya 350 W

VOLTAJE TOTAL MOTO 350 W	52,6	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 350 W 135 KG INICIAL SUBIDA CUMBAYA	52,5	98,7341772	%
VOLTAJE VACIO MOTO 350 W	44,7	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	7,9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	0,1	1,26582278	%
VOLTAJE RESTANTE	7,8	98,7341772	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 350 W	52,6	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 350 W 135 KG FINAL SUBIDA CUMBAYA	49,6	62,0253165	%
VOLTAJE VACIO MOTO 350 W	44,7	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	7,9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	3	37,9746835	%
VOLTAJE RESTANTE	4,9	62,0253165	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	2,9	36,7088608	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 350 W	52,6	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 350 W 135 KG INICIAL BAJADA CUMBAYA	49,6	62,0253165	%
VOLTAJE VACIO MOTO 350 W	44,7	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	7,9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	3	37,9746835	%
VOLTAJE RESTANTE	4,9	62,0253165	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 350 W	52,6	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 350 W 135 KG FINAL BAJADA CUMBAYA	50,5	73,4177215	%
VOLTAJE VACIO MOTO 350 W	44,7	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	7,9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	2,1	26,5822785	%
VOLTAJE RESTANTE	5,8	73,4177215	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	-0,9	11,3924051	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 350 W	52,6	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 350 W 135 KG INICIAL PLANO CUMBAYA	50,5	73,4177215	%
VOLTAJE VACIO MOTO 350 W	44,7	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	7,9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	2,1	26,5822785	%
VOLTAJE RESTANTE	5,8	73,4177215	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 350 W	52,6	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 350 W 135 KG FINAL PLANO CUMBAYA	48,7	50,6329114	%
VOLTAJE VACIO MOTO 350 W	44,7	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	7,9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	3,9	49,3670886	%
VOLTAJE RESTANTE	4	50,6329114	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	1,8	22,7848101	%

**ANEXO 102.** Tablas de porcentaje de batería en base al voltaje Cumbayá 500 w

VOLTAJE TOTAL MOTO 500 W	52,5	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 500 W 135 KG INICIAL SUBIDA CUMBAYA	52,4	98,8888889	%
VOLTAJE VACIO MOTO 500 W	43,5	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	0,1	1,11111111	%
VOLTAJE RESTANTE	8,9	98,8888889	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 500 W	52,5	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 500 W 135 KG FINAL SUBIDA CUMBAYA	50,7	80	%
VOLTAJE VACIO MOTO 500 W	43,5	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	1,8	20	%
VOLTAJE RESTANTE	7,2	80	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	1,7	18,8888889	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 500 W	52,5	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 500 W 135 KG INICIAL BAJADA CUMBAYA	50,7	80	%
VOLTAJE VACIO MOTO 500 W	43,5	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	1,8	20	%
VOLTAJE RESTANTE	7,2	80	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 500 W	52,5	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 500 W 135 KG FINAL BAJADA CUMBAYA	51,7	91,1111111	%
VOLTAJE VACIO MOTO 500 W	43,5	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	0,8	8,8888889	%
VOLTAJE RESTANTE	8,2	91,1111111	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	-1	11,1111111	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 500 W	52,5	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 500 W 135 KG INICIAL PLANO CUMBAYA	51,7	91,1111111	%
VOLTAJE VACIO MOTO 500 W	43,5	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	0,8	8,8888889	%
VOLTAJE RESTANTE	8,2	91,1111111	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 500 W	52,5	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 500 W 135 KG FINAL PLANO CUMBAYA	50,4	76,6666667	%
VOLTAJE VACIO MOTO 500 W	43,5	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	2,1	23,3333333	%
VOLTAJE RESTANTE	6,9	76,6666667	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	1,3	14,4444444	%

**ANEXO 103.** Tablas de porcentaje de batería en base al voltaje CUMBAYA 1500 W

VOLTAJE TOTAL MOTO 1500 W	66,9	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 1500 W 135 KG INICIAL SUBIDA CUMBAYA	65,6	92,5714286	%
VOLTAJE VACIO MOTO 1500 W	49,4	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	17,5	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	1,3	7,42857143	%
VOLTAJE RESTANTE	16,2	92,5714286	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 1500 W	66,9	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 1500 W 135 KG FINAL SUBIDA CUMBAYA	61,5	69,1428571	%
VOLTAJE VACIO MOTO 1500 W	49,4	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	17,5	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	5,4	30,8571429	%
VOLTAJE RESTANTE	12,1	69,1428571	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	4,1	23,4285714	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 1500 W	66,9	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 1500 W 135 KG INICIAL BAJADA CUMBAYA	61,5	69,1428571	%
VOLTAJE VACIO MOTO 1500 W	49,4	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	17,5	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	5,4	30,8571429	%
VOLTAJE RESTANTE	12,1	69,1428571	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 1500 W	66,9	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 1500 W 135 KG FINAL BAJADA CUMBAYA	61,4	68,5714286	%
VOLTAJE VACIO MOTO 1500 W	49,4	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	17,5	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	5,5	31,4285714	%
VOLTAJE RESTANTE	12	68,5714286	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	0,1	0,57142857	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 1500 W	66,9	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 1500 W 135 KG INICIAL PLANO CUMBAYA	61,4	68,5714286	%
VOLTAJE VACIO MOTO 1500 W	49,4	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	17,5	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	5,5	31,4285714	%
VOLTAJE RESTANTE	12	68,5714286	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 1500 W	66,9	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 1500 W 135 KG FINAL PLANO CUMBAYA	59,4	57,1428571	%
VOLTAJE VACIO MOTO 1500 W	49,4	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	17,5	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	7,5	42,8571429	%
VOLTAJE RESTANTE	10	57,1428571	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	2	11,4285714	%

**ANEXO 104.** Tablas de porcentaje de batería en base al voltaje valle de los chillos 350 w

VOLTAJE TOTAL MOTO 350 W	52,6	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 350 W 135 KG INICIAL SUBIDA VALLE DE LOS CHILLOS	52,5	98,7341772	%
VOLTAJE VACIO MOTO 350 W	44,7	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	7,9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	0,1	1,26582278	%
VOLTAJE RESTANTE	7,8	98,7341772	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 350 W	52,6	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 350 W 135 KG FINAL SUBIDA VALLE DE LOS CHILLOS	49,1	55,6962025	%
VOLTAJE VACIO MOTO 350 W	44,7	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	7,9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	3,5	44,3037975	%
VOLTAJE RESTANTE	4,4	55,6962025	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	3,4	43,0379747	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 350 W	52,6	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 350 W 135 KG INICIAL BAJADA VALLE DE LOS CHILLOS	49,1	55,6962025	%
VOLTAJE VACIO MOTO 350 W	44,7	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	7,9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	3,5	44,3037975	%
VOLTAJE RESTANTE	4,4	55,6962025	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 350 W	52,6	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 350 W 135 KG FINAL BAJADA VALLE DE LOS CHILLOS	49,2	56,9620253	%
VOLTAJE VACIO MOTO 350 W	44,7	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	7,9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	3,4	43,0379747	%
VOLTAJE RESTANTE	4,5	56,9620253	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	-0,1	1,26582278	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 350 W	52,6	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 350 W 135 KG INICIAL PLANO VALLE DE LOS CHILLOS	49,2	56,9620253	%
VOLTAJE VACIO MOTO 350 W	44,7	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	7,9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	3,4	43,0379747	%
VOLTAJE RESTANTE	4,5	56,9620253	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 350 W	52,6	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 350 W 135 KG FINAL PLANO VALLE DE LOS CHILLOS	48	41,7721519	%
VOLTAJE VACIO MOTO 350 W	44,7	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	7,9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	4,6	58,2278481	%
VOLTAJE RESTANTE	3,3	41,7721519	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	1,2	15,1898734	%

**ANEXO 105.** Tablas de porcentaje de batería en base al voltaje valle de los chillos 500 w

VOLTAJE TOTAL MOTO 500 W	52,5	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 500 W 135 KG INICIAL SUBIDA VALLE DE LOS CHILLOS	52,4	98,8888889	%
VOLTAJE VACIO MOTO 500 W	43,5	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	0,1	1,11111111	%
VOLTAJE RESTANTE	8,9	98,8888889	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 500 W	52,5	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 500 W 135 KG FINAL SUBIDA VALLE DE LOS CHILLOS	51	83,3333333	%
VOLTAJE VACIO MOTO 500 W	43,5	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	1,5	16,6666667	%
VOLTAJE RESTANTE	7,5	83,3333333	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	1,4	15,5555556	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 500 W	52,5	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 500 W 135 KG INICIAL BAJADA VALLE DE LOS CHILLOS	51	83,3333333	%
VOLTAJE VACIO MOTO 500 W	43,5	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	1,5	16,6666667	%
VOLTAJE RESTANTE	7,5	83,3333333	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 500 W	52,5	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 500 W 135 KG FINAL BAJADA VALLE DE LOS CHILLOS	50,9	82,2222222	%
VOLTAJE VACIO MOTO 500 W	43,5	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	1,6	17,7777778	%
VOLTAJE RESTANTE	7,4	82,2222222	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	0,1	1,11111111	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 500 W	52,5	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 500 W 135 KG INICIAL PLANO VALLE DE LOS CHILLOS	50,4	76,6666667	%
VOLTAJE VACIO MOTO 500 W	43,5	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	2,1	23,3333333	%
VOLTAJE RESTANTE	6,9	76,6666667	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 500 W	52,5	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 500 W 135 KG FINAL PLANO VALLE DE LOS CHILLOS	50	72,2222222	%
VOLTAJE VACIO MOTO 500 W	43,5	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	9	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	2,5	27,7777778	%
VOLTAJE RESTANTE	6,5	72,2222222	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	0,4	4,4444444	%

**ANEXO 106.** Tablas de porcentaje de batería en base al voltaje valle de los chillos 1500 w

VOLTAJE TOTAL MOTO 1500 W	66,9	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 1500 W 135 KG INICIAL SUBIDA VALLE DE LOS CHILLOS	66,6	98,2857143	%
VOLTAJE VACIO MOTO 1500 W	49,4	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	17,5	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	0,3	1,71428571	%
VOLTAJE RESTANTE	17,2	98,2857143	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 1500 W	66,9	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 1500 W 135 KG FINAL SUBIDA VALLE DE LOS CHILLOS	58	49,1428571	%
VOLTAJE VACIO MOTO 1500 W	49,4	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	17,5	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	8,9	50,8571429	%
VOLTAJE RESTANTE	8,6	49,1428571	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	8,6	49,1428571	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 1500 W	66,9	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 1500 W 135 KG INICIAL BAJADA VALLE DE LOS CHILLOS	58	49,1428571	%
VOLTAJE VACIO MOTO 1500 W	49,4	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	17,5	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	8,9	50,8571429	%
VOLTAJE RESTANTE	8,6	49,1428571	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 1500 W	66,9	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 1500 W 135 KG FINAL BAJADA VALLE DE LOS CHILLOS	61,1	66,8571429	%
VOLTAJE VACIO MOTO 1500 W	49,4	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	17,5	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	5,8	33,1428571	%
VOLTAJE RESTANTE	11,7	66,8571429	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	-3,1	17,7142857	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 1500 W	66,9	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 1500 W 135 KG INICIAL PLANO VALLE DE LOS CHILLOS	61,1	66,8571429	%
VOLTAJE VACIO MOTO 1500 W	49,4	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	17,5	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	5,8	33,1428571	%
VOLTAJE RESTANTE	11,7	66,8571429	%

VOLTAJE TOTAL MOTO 1500 W	66,9	100	%
VOLTAJE MEDIDO MOTO 1500 W 135 KG FINAL PLANO VALLE DE LOS CHILLOS	59,3	56,5714286	%
VOLTAJE VACIO MOTO 1500 W	49,4	0	%
RELACION VOLTAJE TOTAL MENOS VOLTAJE MINIMO	17,5	100	%
VOLTAJE CONSUMIDO (Y) RESPECTO AL 100% DEL VOLTAJE	7,6	43,4285714	%
VOLTAJE RESTANTE	9,9	56,5714286	%
VOLTAJE CONSUMIDO POR ESTA PRUEBA RESPECTO AL DATO INICIAL	1,8	10,2857143	%

**ANEXO 107.** Tablas de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía total 350 w

350 W 60	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		1	31	9		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		3	9	29		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	1,519166667					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	3,158267544					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					48,10126582	
CARGA DE LA BATERIA						19,3
CORRIENTE CONSUMIDA						6,11094524

350 W 70	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		1	16	6		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		2	2	41		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	1,268333333					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	2,044863946					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					62,02531646	
CARGA DE LA BATERIA						19,3
CORRIENTE CONSUMIDA						9,43828074

350 W 135	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		1	14	23		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		1	36	19		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	1,239722222					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	1,605541894					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					77,21518987	
CARGA DE LA BATERIA						19,3
CORRIENTE CONSUMIDA						12,0208635

**ANEXO 108.** Tablas de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía total 500 w

500 W 60	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		1	33	31		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		5	11	43		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	1,558611111					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	5,19537037					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					30	
CARGA DE LA BATERIA						24,53
CORRIENTE CONSUMIDA						4,72151132

500 W 75	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		1	31	9		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		4	52	58		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	1,519166667					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	4,883035714					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					31,11111111	
CARGA DE LA BATERIA						24,53
CORRIENTE CONSUMIDA						5,02351435

500 W 135	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		1	13	33		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		2	17	54		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	1,225833333					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	2,2984375					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					53,33333333	
CARGA DE LA BATERIA						24,53
CORRIENTE CONSUMIDA						10,6724677

**ANEXO 109.** Tablas de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía total 1500 w

1500 W 60	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		1	16	20		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		1	46	51		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	1,272222222					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	1,781111111					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					71,42857143	
CARGA DE LA BATERIA						27,17
CORRIENTE CONSUMIDA						15,2545228

1500 W 70	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		0	58	16		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		2	27	46		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	0,971111111					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	2,462962963					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					39,42857143	
CARGA DE LA BATERIA						27,17
CORRIENTE CONSUMIDA						11,0314286

1500 W135	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		1	6	30		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		1	43	54		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	1,108333333					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	1,731770833					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					64	
CARGA DE LA BATERIA						27,17
CORRIENTE CONSUMIDA						15,6891429

**ANEXO 110.** Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía total pendiente positiva Cumbaya 350 w

350 W 135	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		0	14	27		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		0	39	21		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	0,240833333					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	0,656063218					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					36,70886076	
CARGA DE LA BATERIA						19,3
CORRIENTE CONSUMIDA						29,4178967

**ANEXO 111.** Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía total pendiente negativa Cumbaya 350 w

350 W 135	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		0	5	3		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		0	44	19		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	0,084166667					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	0,738796296					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					11,39240506	
CARGA DE LA BATERIA						19,3
CORRIENTE CONSUMIDA						26,1235744

**ANEXO 112.** Tablas de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía sin pendiente Cumbaya 350 w

350 W 135	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		0	7	56		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		0	34	49		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	0,132222222					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	0,580308642					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					22,78481013	
CARGA DE LA BATERIA						19,3
CORRIENTE CONSUMIDA						33,258164

**ANEXO 113.** Tablas de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía pendiente positiva Cumbaya 500 w

500 W 135	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		0	10	37		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		0	56	12		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	0,176944444					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	0,936764706					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					18,88888889	
CARGA DE LA BATERIA						24,53
CORRIENTE CONSUMIDA						26,1858713

**ANEXO 114.** Tablas de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía pendiente negativa Cumbaya 500w

500 W 135	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		0	4	40		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		0	42	0		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	0,077777778					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	0,7					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					11,11111111	
CARGA DE LA BATERIA						24,53
CORRIENTE CONSUMIDA						35,0428571

**ANEXO 115.** Tablas de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía sin pendiente Cumbaya 500 w

500 W 135	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		0	7	15		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		0	50	11		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	0,120833333					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	0,836538462					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					14,44444444	
CARGA DE LA BATERIA						24,53
CORRIENTE CONSUMIDA						29,3232184

**ANEXO 116.** Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía pendiente positiva Cumbaya 1500 w

1500 W135	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		0	6	53		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		0	29	22		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	0,114722222					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	0,489668022					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					23,42857143	
CARGA DE LA BATERIA						27,17
CORRIENTE CONSUMIDA						55,4865721

**ANEXO 117.** Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía pendiente negativa Cumbaya 1500w

1500 W135	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		0	4	4		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		11	51	39		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	0,067777778					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	11,86111111					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					0,571428571	
CARGA DE LA BATERIA						27,17
CORRIENTE CONSUMIDA						2,29067916

**ANEXO 118.** Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía sin pendiente Cumbaya 1500 w

1500 W135	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		0	5	53		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		0	51	28		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	0,098055556					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	0,857986111					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					11,42857143	
CARGA DE LA BATERIA						27,17
CORRIENTE CONSUMIDA						31,6671793

**ANEXO 119.** Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía pendiente positiva valle de los chillos 350 w

350 W 135	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		0	10	49		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		0	25	7		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	0,180277778					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	0,418880719					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					43,03797468	
CARGA DE LA BATERIA						19,3
CORRIENTE CONSUMIDA						46,0751692

**ANEXO 120.** Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía pendiente negativa valle de los chillos 350 w

350 W 135	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		0	6	35		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		8	40	5		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	0,109722222					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	8,668055556					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					1,265822785	
CARGA DE LA BATERIA						19,3
CORRIENTE CONSUMIDA						2,22656626

**ANEXO 121.** Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía sin pendiente valle de los chillos 350 w

350 W 135	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		0	7	45		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		0	51	1		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	0,129166667					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	0,850347222					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					15,18987342	
CARGA DE LA BATERIA						19,3
CORRIENTE CONSUMIDA						22,6966109

**ANEXO 122.** Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía pendiente positiva valle de los chillos 500 w

500 W 135	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		0	8	58		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		0	57	38		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	0,149444444					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	0,960714286					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					15,55555556	
CARGA DE LA BATERIA						24,53
CORRIENTE CONSUMIDA						25,5330855

**ANEXO 123.** Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía pendiente negativa valle de los chillos 500 w

500 W 135	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		0	6	1		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		9	1	30		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	0,100277778					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	9,025					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					1,111111111	
CARGA DE LA BATERIA						24,53
CORRIENTE CONSUMIDA						2,71800554

**ANEXO 124.** Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía sin pendiente valle de los chillos 500 w

500 W 135	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		0	6	43		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		2	31	7		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	0,111944444					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	2,51875					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					4,444444444	
CARGA DE LA BATERIA						24,53
CORRIENTE CONSUMIDA						9,73895782

**ANEXO 125.** Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía pendiente positiva valle de los chillos 1500 w

1500 W135	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		0	6	34		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		0	13	21		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	0,109444444					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	0,222706718					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					49,14285714	
CARGA DE LA BATERIA						27,17
CORRIENTE CONSUMIDA						121,999014

**ANEXO 126.** Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía pendiente negativa valle de los chillos 1500 w

1500 W135	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		0	5	3		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		0	28	30		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	0,084166667					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	0,475134409					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					17,71428571	
CARGA DE LA BATERIA						27,17
CORRIENTE CONSUMIDA						57,183819

**ANEXO 127.** Tabla de calculo de amperaje promedio de las pruebas y autonomía sin pendiente valle de los chillos 1500 w

1500 W135	HORAS	H	MIN	S	%	A
TIEMPO DE LA PRUEBA		0	6	13		
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA EN HORA MINUTO Y SEGUNDO		1	0	26		
TIEMPO DE LA PRUEBA EN HORAS	0,103611111					
TIEMPO TOTAL DE AUTONOMIA	1,007330247					
PORCENTAJE TOTAL					100	
PORCENTAJE CONSUMIDO RESPECTO A AL 100 % DEL VOLTAJE					10,28571429	
CARGA DE LA BATERIA						27,17
CORRIENTE CONSUMIDA						26,9722865

**ANEXO 128.** Tablas de cálculo de autonomía en km con datos de las pruebas

AUTONOMIA EN KM CICLOPASEO 60 KG 350 W		
v	15,6106	km/h
d	49,3024513	km

AUTONOMIA EN KM CICLOPASEO 75 KG 350 W		
v	18,82932	km/h
d	38,5033976	km

AUTONOMIA EN KM CICLOPASEO 135 KG 350 W		
v	16,73718	km/h
d	26,8722437	km

AUTONOMIA EN KM CICLOPASEO 60 KG 500 W		
v	15,4497	km/h
d	80,2669136	km

AUTONOMIA EN KM CICLOPASEO 75 KG 500 W		
v	15,6106	km/h
d	76,2271173	km

AUTONOMIA EN KM CICLOPASEO 135 KG 500 W		
v	19,47306	km/h
d	44,7576113	km

AUTONOMIA EN KM CICLOPASEO 60 KG 1500 W		
v	18,82932	km/h
d	33,5371111	km

AUTONOMIA EN KM CICLOPASEO 75 KG 1500 W		
v	24,62296	km/h
d	60,6454385	km

AUTONOMIA EN KM CICLOPASEO 135 KG 1500 W		
v	22,20895	km/h
d	38,4608118	km

AUTONOMIA EN KM PENDIENTE POSITIVA CUMBAYA 135 KG 350 W		
v	7,24203	km/h
d	4,75122951	km

AUTONOMIA EN KM PENDIENTE NEGATIVA CUMBAYA 135 KG 350 W		
v	29,68605	km/h
d	21,9319438	km

AUTONOMIA EN KM SIN PENDIENTE CUMBAYA 135 KG 350 W		
v	19,308	km/h
d	11,2045993	km

AUTONOMIA EN KM PENDIENTE POSITIVA CUMBAYA 135 KG 500 W		
v	14,08175	km/h
d	13,1912864	km

AUTONOMIA EN KM PENDIENTE NEGATIVA CUMBAYA 135 KG 500 W		
v	33,54765	km/h
d	23,483355	km

AUTONOMIA EN KM SIN PENDIENTE CUMBAYA 135 KG 500 W		
v	21,5606	km/h
d	18,0362712	km

AUTONOMIA EN KM PENDIENTE POSITIVA CUMBAYA 135 KG 1500 W		
v	22,12848	km/h
d	10,835609	km

AUTONOMIA EN KM PENDIENTE NEGATIVA CUMBAYA 135 KG 1500 W		
v	39,01825	km/h
d	462,799799	km

AUTONOMIA EN KM SIN PENDIENTE CUMBAYA 135 KG 1500 W		
v	26,3876	km/h
d	22,6401943	km

AUTONOMIA EN KM PENDIENTE POSITIVA VALLE DE LOS CHILLOS 135 KG 350 W		
v	16,817645	km/h
d	7,04458723	km

AUTONOMIA EN KM PENDIENTE NEGATIVA VALLE DE LOS CHILLOS 135 KG 350 W		
v	27,43345	km/h
d	237,794669	km

AUTONOMIA EN KM SIN PENDIENTE VALLE DE LOS CHILLOS 135 KG 350 W		
v	23,3305	km/h
d	19,8390259	km

AUTONOMIA EN KM PENDIENTE POSITIVA VALLE DE LOS CHILLOS 135 KG 500 W		
v	19,955865	km/h
d	19,1718846	km

AUTONOMIA EN KM PENDIENTE NEGATIVA VALLE DE LOS CHILLOS 135 KG 500 W		
v	29,9274	km/h
d	270,094785	km

AUTONOMIA EN KM SIN PENDIENTE VALLE DE LOS CHILLOS 135 KG 500 W		
v	26,5485	km/h
d	66,8690344	km

AUTONOMIA EN KM PENDIENTE POSITIVA VALLE DE LOS CHILLOS 135 KG 1500 W		
v	26,956515	km/h
d	6,00339699	km

AUTONOMIA EN KM PENDIENTE NEGATIVA VALLE DE LOS CHILLOS 135 KG 1500 W		
v	36,2025	km/h
d	17,2010534	km

AUTONOMIA EN KM SIN PENDIENTE VALLE DE LOS CHILLOS 135 KG 1500 W		
v	29,2838	km/h
d	29,4984575	km