



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERIA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCION**

CARRERA DE INGENIERIA ELECTRICA

**ANALISIS Y DISEÑO DE LA INSTALACION ELECTRICA
DE UNA ESTACION DE CARGA PARA VEHICULOS
ELECTRICOS EN LA CIUDAD DE MACHALA.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO ELECTRICO**

AUTOR: CARLOS LUIS RAMON GUANGA

DIRECTOR: ING. PABLO DANILO ARIAS REYES MsC.

CUENCA - ECUADOR

2021



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCION.

CARRERA DE INGENIERIA ELECTRICA

ANALISIS Y DISEÑO DE LA INSTALACION ELECTRICA DE UNA
ESTACION DE CARGA PARA VEHICULOS ELECTRICOS EN LA
CIUDAD DE MACHALA

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO ELECTRICO**

AUTOR: CARLOS LUIS RAMON GUANGA

DIRECTOR: ING. PABLO DANILO ARIAS REYES MSc.

CUENCA - ECUADOR

2021

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

CARLOS LUIS RAMON GUANGA portador(a) de la cédula de ciudadanía N.º **0704329119**. Declaro ser el autor de la obra: “**ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA INSTALACION ELECTRICA DE UNA ESTACION DE CARGA PARA VEHICULOS ELECTRICOS EN LA CIUDAD DE MACHALA**”, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **17 de Septiembre del 2021**



F:
Carlos Luis Ramon Guanga
070432911-9

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Carlos Luis Ramon Guanga, bajo mi supervisión.



Ing. Pablo Arias Reyes MsC.

DIRECTOR

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a mi padre Carlos Rodrigo Ramon González el cual desde el cielo estuvo cuidándome, protegiéndome, apoyándome y acompañándome en todo momento durante mi vida personal y estudiantil, tu fuiste y serás mi gran ejemplo a seguir y a ti te dedico todo mi esfuerzo, mi lucha y mi entrega.

Este trabajo investigativo se lo dedico con mucho amor a mi madre por darme la vida y por ser mi compañera incondicional en todo momento, por apoyarme desde que tome la gran decisión de empezar mi carrera profesional.

Esto es para ustedes y por ustedes.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios por darme fuerza y templanza en mi vida estudiantil, por no haberme abandonado en mi vida personal, por darme perseverancia y no permitirme decaer en mi carrera universitaria. Quiero agradecer a mi madre por no haber dudado de mi capacidad intelectual, por haberme apoyado siempre en mi vida estudiantil y en mi vida personal, a mi tío Ángel Ramon por siempre apoyarme y darme ánimos porque él nunca me abandono, así mismo quiero agradecer a mi tío Víctor Ramon porque él siempre me ha apoyado, me ha dado ánimos y fuerzas para seguir en mi carrera universitaria.

Agradezco inmensamente a la Universidad Católica de Cuenca ya que esta noble institución se convirtió en mi segundo hogar durante estos años de estudios, agradecer a todos los docentes de la Universidad Católica de Cuenca por haber compartido sus extensos conocimientos, en especial al Ing. Pablo Arias quien como tutor de este trabajo de investigación me ha guiado para poder culminarlo de la mejor manera posible, un agradecimiento enorme al Ing. Diego Morales ya que él siempre ha estado a disposición de nosotros como estudiantes, y a lo largo de mi carrera universitaria se convirtió en un maestro y amigo a la vez.

Agradezco a toda mi familia, amigos y a todos aquellos que nunca perdieron la fe de que lograría llegar hasta este punto de mi vida, a todos ustedes gracias.

RESUMEN

En este trabajo investigativo se tiene como objetivo principal realizar un análisis eléctrico de la implementación de una estación de carga dentro de la ciudad de Machala.

Debido a la creciente demanda que tendrán los vehículos eléctricos en un futuro no muy lejano dentro de nuestra ciudad me veo en la obligación de realizar un análisis del impacto en las redes eléctricas de la ciudad de Machala.

Para la realización del análisis se utiliza Matlab-Simulink, el cual es un software que nos permite realizar simulaciones de la estación de carga cuando se encuentra conectada a la red y cuando no está conectada a la red y de esa manera conocer cuál será el efecto en las redes eléctricas.

Los resultados de este trabajo de investigación serán de mucha utilidad para la empresa distribuidora de la ciudad de Machala, ya que como se ve en el último capítulo los resultados son de un incremento de armónicos total en la red, y así mismo se podrán dar opciones o posibles soluciones para poder atenuar esos efectos de los armónicos en la red eléctrica de la ciudad.

Palabras clave: electrolinera, Simulink, Arconel, vehículo eléctrico

ABSTRACT

This research work aims to perform an electrical analysis of the implementation of a charging station in the city of Machala.

Considering the growing demand for electric vehicles in the not too distant future in our city, I am compelled to perform an analysis of the impact on the electrical networks of the city of Machala.

For the accomplishment of the analysis Matlab Simulink is used, which is a software that allows us to make simulations of the charging station when it is connected to the network and when it is not connected to the network, and in this way to know what will be the effect on the electrical networks.

The results of this research work will be very useful for the distribution company of the city of Machala, since as observed in the last chapter, the results show an increase of total harmonics in the network, and in this way, it will be possible to provide alternatives or possible solutions to mitigate the effects of harmonics in the electrical network of the city.

Keywords: electric station, Simulink, Arconel, electric vehicle

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE ANEXOS	x

RESUMEN	15
ABSTRACT	16
CAPITULO 1	17
1. INTRODUCCION.....	17
1.1 Objetivos	17
1.1.1 Objetivo general.....	17
1.1.2 Objetivos específicos.....	17
1.2 Alcance	18
1.3 Justificación	18
1.4 El vehículo eléctrico.	19
1.5 Historia del vehículo eléctrico.....	19
1.5.1 Desventajas	21
1.5.2 Ventajas.....	22
1.6 Tipos de vehículos eléctricos.....	23
1.6.1 Vehículo eléctrico de baterías.....	23
1.6.2 Vehículo eléctrico de autonomía extendida.	24
1.6.3 Vehículo híbrido enchufable.	24
1.6.4 Vehículo Eléctrico con Celda de Combustible.....	25
1.6.5 Vehículo eléctrico semi híbrido.....	25

1.7	Baterías.....	26
1.7.1	Tipos de baterías.	27
1.7.1.1	Bateria de plomo-acido.....	27
1.7.1.2	Bateria níquel-cadmio.	27
1.7.1.3	Batería níquel-hierro.	28
1.7.1.4	Batería níquel-hidruro metálico.....	28
1.7.1.5	Batería Ion-litio: (LiCoO ₂).....	29
1.7.1.6	Batería LiFePO ₄	29
1.7.1.7	Batería de polímero de litio.....	30
1.7.1.8	Batería Zebra.	30
1.7.1.9	Batería de Aluminio-aire.	31
1.7.1.10	Batería Zinc-aire.	31
1.7.1.11	Batería litio estado sólido.....	32
1.7.1.12	Baterías con nanotecnologías.	32
1.7.1.13	Supercondensadores.....	32
CAPITULO 2		33
2.	INFRAESTRUCTURA DE CARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.	33
2.1	Estación de recarga.....	33
2.2	Tipos de recargas para vehículos eléctricos.....	33
2.2.1	Recarga lenta.....	34
2.2.2	Recarga semi rápida.	34
2.2.3	Recarga rápida.....	35
2.3	Modos de recarga.	36
2.3.1	Modo 1.	36
2.3.2	Modo 2.	37
2.3.3	Modo 3.	37
2.3.4	Modo 4.	38
2.4	Conectores para la recarga del vehículo eléctrico.	38
2.5	Tipos de conectores para la recarga del vehículo eléctrico.	39
2.5.1	Conector Schuko.	39
2.5.2	Conector SAE J1772 o Tipo 1.....	39
2.5.3	Conector tipo 2.....	40
2.5.4	Conector CHAdeMO.	40
2.5.5	Conector SCAME.	41
2.5.6	Conector CEE.	41

2.5.7	Conector CCS.....	42
2.5.8	Conector SAE J1772 Combo.	42
2.5.9	Inducción electromagnética.....	43
2.6	Normativa para la instalación e implementación de estaciones de carga dentro del país. .	44
2.7	Estándar internacional para recargas de vehículos eléctricos.....	44
2.7.1	IEC 62196-2.	44
2.7.2	IEC 61851.....	44
2.7.3	IEC 62196-3.	45
2.7.4	ITC-BT-18.	45
2.8	. Vehículos eléctricos en el Ecuador.....	45
2.9	Propuesta de ubicación para el montaje de una estación de carga en la ciudad de Machala.	46
2.9.1	Primera propuesta de ubicación para el montaje de una estación de carga en la ciudad de Machala.....	46
2.9.2	Segunda propuesta de ubicación para el montaje de una estación de carga en la ciudad de Machala.	47
2.9.3	Tercera propuesta de ubicación para el montaje de una estación de carga en la ciudad de Machala.....	48
2.10	Opciones con más potencial para el montaje de una estación de carga para los vehículos eléctricos.....	49
2.10.1	Ubicación del paseo shopping de Machala.....	50
2.10.2	Ubicación del centro comercial La Piazza Machala.....	51
2.10.3	Ubicación del terminal terrestre de Machala.	52
CAPITULO 3		53
3.	Normas, regulaciones y pliegos tarifarios nacionales para electrolinerías.....	53
3.1	Proyecto de venta de energía eléctrica para estaciones de carga para vehículos eléctricos en Ecuador.	53
3.2	Objetivo del proyecto.....	53
3.3	Ley de eficiencia energética.	54
3.4	Movilidad eléctrica en el país.....	54
3.5	Infraestructura de carga de vehículos eléctricos en el país.	55
3.6	Estado de países con contratos de recarga para vehículos eléctricos y con estaciones de carga ya instaladas.	56
3.7	Extracto de contratos de abastecimiento de energía eléctrica para recarga de vehículos eléctricos.....	58
3.8	Aspectos regulatorios en el proyecto.	58

3.9	Pasos legales a seguir para la instalación de una electrolinera.	59
3.10	Contenido del contrato de comercialización.	60
3.11	Detalle de los incumplimientos por parte del suministrador del servicio de carga.....	61
3.12	Detalles de las sanciones aplicables.....	62
3.13	Pliego tarifario para empresas distribuidoras de energía eléctrica 2021	62
3.14	Arancel para bajo voltaje.	63
3.15	Arancel para medio voltaje.	65
3.16	Arancel para alto voltaje.	67
CAPITULO 4.		69
4.	Memoria técnica proyectada para la instalación eléctrica de una estación de carga.	69
4.1	Instalación eléctrica de la estación de carga.....	69
4.2	Características eléctricas de media tensión.....	70
4.3	Diseño eléctrico para la instalación de una estación de carga rápida.	71
4.4	Pararrayo de distribución.....	73
4.5	Seccionador portafusible.	73
4.6	Acometida de media tensión.	74
4.7	Transformador.	75
4.8	Acometida de baja tensión.	76
4.9	Tablero de distribución principal.	78
4.10	Tablero de distribución secundario.....	78
4.11	Transición de red aérea-subterránea.....	80
CAPITULO 5		81
5.	Simulación y resultados de la implementación de una electrolinera en la ciudad de Machala... ..	81
5.1	Factores determinantes para la implementación de infraestructuras de carga.....	82
5.2	Modelo de batería usado en simulación.....	82
5.3	Características de la batería usada en simulación.	83
5.4	Modelado de la estación de carga para el vehículo eléctrico.....	84
5.5	Simulación y resultados de la implementación de la estación de carga rápida a la red eléctrica de la ciudad de Machala.....	86
5.5.1	Estado de la red eléctrica sin haber conectado la estación de carga rápida.	86
5.5.2	Estado del transformador sin haber conectado la estación de carga rápida.....	87
5.5.3	Estado de la red al momento de conectar la estación de carga rápida.	88
5.5.4	Distorsión armónica total (THD) presente en las ondas de voltaje y corriente.	89
5.5.5	Modelado de la estación de carga para el vehículo eléctrico con la implementación de filtros para disminuir el THD en la red de medio voltaje.	92

5.5.6	Ondas de voltaje de media tensión con la incorporación de filtros.	93
5.5.7	Ondas de corrientes de media tensión con la incorporación de filtros.	94
5.6	Análisis de la simulación de la implementación de la estación de carga rápida.....	96
5.7	Conclusiones.....	96
5.8	Recomendaciones	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		99
Bibliografía		99
ANEXOS		102

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Vehículo eléctrico de baterías	23
Fig. 2. Vehículo eléctrico de autonomía extendida.....	24
Fig. 3. Vehículo híbrido enchufable.....	25
Fig. 4. Vehículo Eléctrico con Celda de Combustible.	25
Fig. 5. Vehículo eléctrico Semi Híbrido.....	26
Fig. 6. Batería para vehículo eléctrico.	26
Fig. 7. Batería de plomo-acido.	27
Fig. 8. Batería níquel-cadmio.....	28
Fig. 9. Batería níquel-hierro.....	28
Fig 10. Batería níquel-hidruro metálico.	29
Fig 11. Batería Ion-litio: (LiCoO ₂).	29
Fig 12. Batería LiFePO ₄	30
Fig 13. Batería Zebra.	30
Fig 14. Batería Aluminio-aire.....	31
Fig 15. Batería Zinc-aire.....	31
Fig 16. Batería litio estado sólido.	32
Fig 17. Supercondensadores.	32
Fig 18. Recarga lenta.	34
Fig 19. Recarga semirápida.	35
Fig 20. Recarga rápida.	35
Fig 21. Modo 1 de carga.....	37
Fig 22. Modo 2 de carga.....	37
Fig 23. Modo 3 de carga.....	38
Fig 24. Modo 4 de carga.....	38
Fig 25. Tipos de conectores utilizados en la recarga de vehículos eléctricos.	39
Fig 26. Conector Schuko.....	39
Fig 27. Conector SAE J1772 o Tipo 1.	40
Fig 28. Conector tipo 2.	40
Fig 29. Conector CHAdeMO.	41
Fig 30. Conector SCAME.....	41
Fig 31. Conector CEE.....	42
Fig 32. Conector CCS.	42
Fig 33. Conector SAEj1772 combo.	43
Fig 34. Inducción electromagnética.	43
Fig 35. Ubicación del cantón Machala.....	46
Fig 36. Ubicación de las estaciones de servicio de la ciudad de Machala.....	47
Fig 37. Ubicación de los centros comerciales de la ciudad de Machala.	48
Fig 38. Ubicación de los centros comerciales de la ciudad de Machala.	49
Fig 39. Ubicación del paseo shopping de Machala.	50
Fig 40. Ubicación del centro comercial La Piazza.	51
Fig 41. Ubicación del terminal terrestre de Machala.....	52
Fig 42. Tipos de carga de vehículos eléctricos en el país.	55
Fig 43. Pasos a seguir para el montaje de una electrolinera.....	60

Fig 44. Diagrama unifilar de instalación proyectada.....	72
Fig 45. Pararrayos de distribución de 18 kV.....	73
Fig 46. Seccionador portafusible reemplazable de 15 KV	74
Fig 47. Conductor cableado de cobre tipo XLPE.	75
Fig 48. Transformador trifásico 13 800 GRDy / 7 967 - 240 / 120 V, 75 kVA tipo Pad Mounted.....	76
Fig 49. Conductor de cobre aislado TTU de 2000v de servicio, calibre 2 AWG.	77
Fig 50. Breaker electromagnético.	78
Fig 51. Transición aérea-subterránea.....	81
Fig 52. Modelo de batería usado en simulación.	83
Fig 53. Modelo y simulación de estación de carga rápida en Simulink.....	85
Fig 54. Ondas de voltaje de media tensión trifásica sin haber conectado la estación de carga rápida.	86
Fig 55. Ondas de corriente de media tensión trifásica sin haber conectado la estación de carga rápida.	87
Fig 56. Ondas de voltaje de baja tensión trifásica sin haber conectado la estación de carga rápida...	87
Fig 57. Ondas de corriente de baja tensión trifásica sin haber conectado la estación de carga rápida.	88
Fig 58. Ondas de voltaje de media tensión trifásica con la estación de carga rápida conectada y funcionando.	88
Fig 59. Ondas de corriente de media tensión trifásica con la estación de carga rápida conectada y funcionando.	89
Fig 60. Distorsión armónica total de voltaje con la estación de carga rápida conectada y funcionando.	90
Fig 61. Distorsión armónica total de corriente con la estación de carga rápida conectada y funcionando.	91
Fig 62. Modelo del cargador para el vehículos eléctrico con la implementación de filtros para la disminución de la THD en la red de media tensión.....	92
Fig 63. Ondas de voltaje trifásicas con la implementación de filtros en media tensión.....	93
Fig 64. Distorsión armónica total de voltaje (THD) con la implementación de filtros en la red de media tensión.....	94
Fig 65. Ondas de corrientes trifásicas con la implementación de filtros en media tensión.	95
Fig 66. Distorsión armónica total de corriente (THD) con la implementación de filtros en la red de media tensión.....	96

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Valores comparativos entre las baterías utilizadas en vehículos eléctricos.....	33
Tabla 2. Tabla de comparación de los diferentes tipos de recargas.....	36
Tabla 3. Tabla comparativa de los diferentes tipos de conectores.....	44
Tabla 4. Lista de vehículos eléctricos más vendidos en el Ecuador.	45
Tabla 5. Estado de países con contratos de recarga para V.E.'S y estaciones de carga ya instaladas. .	57
Tabla 6. Extracto de aspectos generales de los contratos de abastecimiento de energía eléctrica para recarga de vehículos eléctricos.	58
Tabla 7. Incumplimiento por el suministrador del servicio de carga.....	61
Tabla 8. Sanciones aplicables.	62
Tabla 9. Tarifas para bajo voltaje para CNEL-EP.....	64
Tabla 10. Tarifas para medio voltaje para CNEL-EP.	66
Tabla 11. Tarifas para alto voltaje para CNEL-EP.	68
Tabla 12. Datos del alimentador al que se conectara la estación de carga rápida.	70
Tabla 13. Información de media tensión.	71
Tabla 14. Características principales del conductor de media tensión.....	74
Tabla 15. Circuito 1 de cargas a ser instaladas.....	75
Tabla 16. Circuito 2 de cargas a ser instaladas.....	75
Tabla 17. Tabla de consumo de corriente del circuito 1.....	76
Tabla 18. Tabla de consumo de corriente del circuito 2.	77
Tabla 19. Características principales del conductor para red de baja tensión subterráneo.....	77
Tabla 20. Circuito 1 con sus respectivos calibres de conductores y sus respectivas protecciones.	79
Tabla 21. Circuito 2 con sus respectivos calibres de conductores y sus respectivas protecciones.	79
Tabla 22. Datos técnicos de batería del modelo de vehículo más vendido dentro de nuestro país.	84

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Especificaciones técnicas del pararrayo para instalación de la estación de carga rápida.	102
ANEXO B. Especificaciones técnicas del seccionador fusile para instalación de la estación de carga rápida.	105
ANEXO C. Especificaciones técnicas del transformador para instalación de la estación de carga rápida.	107

CAPITULO 1

1. INTRODUCCION

Debido a la gran contaminación que existe por el uso de combustibles fósiles por parte de los vehículos de combustión, se presenta una solución amigable con el medio ambiente, esta solución tiene que ver con los vehículos eléctricos, la adquisición a futuro de vehículos eléctricos tendrá un gran impacto positivo en nuestro medio ambiente, así como en la mejoría de la calidad del aire de nuestra ciudad, de la mano de la adquisición de vehículos eléctricos también están las electrolineras las cuales jugaran un rol importante en esta nueva solución para reducir el daño a nuestro medio ambiente.

La contaminación está afectando al mundo entero y al Ecuador de manera particular, por tal razón se están adoptando las medidas necesarias para que los usuarios de vehículos puedan acceder a una movilidad ecológica.

Tomando en cuenta que la movilidad del país y de la provincia de El Oro va a tener un giro drástico que se va orientando poco a poco a la adquisición de vehículos eléctricos, tenemos que prepararnos para esta era o cambio de movilidad, con esto me refiero a que debemos preguntarnos, ¿ Como vamos a abastecernos de combustible con estos nuevos vehículos?, ¿ Cuáles serán los lugares más adecuados para la recarga de un vehículo eléctrico dentro de la ciudad de Machala?, ¿ Que personas o empresas se verán en la necesidad de adquirir estos vehículos?, ¿Estará nuestro sistema eléctrico preparado para una adición de carga a su red?, ¿Esta nuestro sistema eléctrico preparado para la conexión de estaciones de carga rápida?, ¿Qué porcentaje de armónicos tendrá nuestro sistema eléctrico con la implementación y conexión de estaciones de carga rápida?, ¿Cuáles serían las posibles soluciones para disminuir dichos armónicos en nuestra red eléctrica? son estas y muchas interrogantes más las que hacen posible este trabajo de investigación.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Analizar y diseñar la instalación de una estación de carga para vehículos eléctricos en la ciudad de Machala.

1.1.2 Objetivos específicos

- Reconocer los diferentes vehículos eléctricos que existen en el mercado actual.
- Identificar los diferentes tipos de estaciones de carga para los vehículos eléctricos.

- Realizar la investigación de las baterías existentes que se usan en los vehículos eléctricos en la actualidad, así como también su capacidad de carga, y especificaciones técnicas de las mismas.
- Definir criterios de diseño para la instalación e implementación de estaciones de carga para vehículos eléctricos dentro de la ciudad de Machala.
- Analizar los posibles problemas en la red eléctrica de la ciudad de Machala, que se pueden encontrar al momento de implementar las estaciones de carga para los vehículos eléctricos.
- Analizar las normativas vigentes para la implementación de las estaciones de carga.

1.2 Alcance

La incursión de nuevas tecnologías en las vidas de todos los ciudadanos orenses y en especial la de los ciudadanos machaleños va a cambiar la forma de vida y su forma de pensar ya que la electro movilidad tiene un impacto positivo en toda la sociedad, es por esta razón que todos los machaleños y orenses tenemos que estar preparados para acoplarnos a esta nueva tecnología, no solo con la implementación de vehículos eléctricos sino también con la familiarización de las estaciones de carga, este trabajo de investigación se centra en la socialización y análisis de cómo se interpretara la implementación de las estaciones por parte de los ciudadanos.

Las estaciones de carga son un elemento fundamental para este nuevo cambio de movilidad que viviremos en los próximos años, por lo tanto, tenemos que prepararnos a nivel social y ambiental.

1.3 Justificación

De acuerdo a las grandes interrogantes que existen en este tema relacionado a la movilidad eléctrica por parte del sector automotriz y de la ciudadanía que tendrá un alto porcentaje de adquirir un vehículo eléctrico para su uso diario así como también las interrogantes que tendrán acerca de sus estructuras de carga, tipo de carga, tipo de baterías utilizadas en los vehículos eléctricos, duración de recarga y duración de vida útil de las baterías se realiza este trabajo investigativo para poder despejar dichas dudas con la finalidad de poder tomar las mejores decisiones al momento de adquirir un vehículo eléctrico y sus demás componentes con los que ya viene de fábrica.

Otro aspecto importante a tomar en cuenta en este trabajo investigativo es la ubicación de las estaciones de carga, ya que las estaciones de carga tendrán que estar ubicadas de manera que sean de fácil acceso y que el lugar donde vayan a ser ubicadas sea seguro para el usuario, es un aspecto de mucha importancia, así como el saber si nuestro sistema eléctrico

esta apto o no para poder soportar la incursión y el ingreso de la carga de los vehículos eléctricos a nuestro sistema de distribución (Conde, 2018).

También en busca de los potenciales usuarios de vehículos eléctricos en reducir el tiempo de carga de sus vehículos se realizara un detalle de cuáles son las estructuras de carga existentes hasta la actualidad con los tiempos estimados para cada una, esto llevara a poder tomar la decisión de adquirir e instalar las estación de carga del tipo que convenga para dichos usuarios, claro está que las estaciones de carga tendrán que cumplir con las especificaciones técnicas apropiadas para abastecer las necesidades del vehículo, del usuario y obviamente el tiempo de recarga deseada (Henry Barros, 2018).

1.4 El vehículo eléctrico.

El vehículo eléctrico es aquel utilizado para transporte de personas o de mercancías, propulsado por uno o más motores eléctricos, usando energía eléctrica almacenada normalmente en baterías recargables. Los motores eléctricos proporcionan a los automóviles eléctricos un par motor instantáneo, proporcionando una aceleración rápida desde parado y continua. Son también hasta tres veces más eficientes que un motor de combustión interna (es.wikipedia.org, 2020).

A diciembre del 2019 circulaban en el mundo 7,2 millones de vehículos eléctricos, contando los eléctricos puros (66.6%) y los híbridos enchufables (33.3%). China tiene la mayor flota de automóviles eléctricos en uso, con 3,4 millones, el 47% del parque global, seguido de Europa con 1,7 millones (25%), y los Estados Unidos con 1,45 millones (20%) (es.wikipedia.org, 2020).

1.5 Historia del vehículo eléctrico.

El coche eléctrico fue el primero de los automóviles que se desarrollaron, hasta el punto que existieron eléctricos anteriores al motor de cuatro tiempos sobre el que Diesel (motor diésel) y Otto (gasolina), basaron el automóvil actual. Entre 1832 y 1839 (el año exacto es incierto), el hombre de negocios escocés Robert Anderson, inventó el primer vehículo eléctrico puro. El profesor Sibrandus Stratingh de Groninga, en los Países Bajos, diseñó y construyó con la ayuda de su asistente Christopher Becker vehículos eléctricos a escala reducida en 1835 (WIKIPEDIA, 2020).

La mejora de la pila eléctrica, por parte de los franceses Gastón Planté en 1859 y Camille Faure en 1881, allanó el camino para los vehículos eléctricos. En la Exposición Mundial de 1867 en París, el inventor austríaco Franz Kravogl mostró un ciclo de dos ruedas con motor eléctrico. Francia y Gran Bretaña fueron las primeras naciones que apoyaron el desarrollo generalizado de vehículos eléctricos. En noviembre de 1881 el inventor francés Gustave

Trouvé demostró un automóvil de tres ruedas en la Exposición Internacional de la Electricidad de París (WIKIPEDIA, 2020).

Justo antes de 1900, antes de la preeminencia de los motores de combustión interna, los automóviles eléctricos realizaron registros de velocidad y distancia notables, entre los que destacan la ruptura de la barrera de los 100 km/h, de Camille Jenatzy el 29 de abril de 1899, que alcanzó una velocidad máxima de 105,88 km/h (WIKIPEDIA, 2020).

Los automóviles eléctricos, producidos en los Estados Unidos por Anthony Electric, Baker, Detroit, Edison, Studebaker, y otros durante los principios del siglo XX tuvieron relativo éxito comercial. Debido a las limitaciones tecnológicas, la velocidad máxima de estos primeros vehículos eléctricos se limitaba a unos 32 km/h, por eso fueron vendidos como coche para la clase alta y con frecuencia se comercializaban como vehículos adecuados para las mujeres debido a conducción limpia, tranquila y de fácil manejo, especialmente al no requerir el arranque manual con manivela que si necesitaban los automóviles de gasolina de la época (WIKIPEDIA, 2020).

En España los primeros intentos se remontan a la figura de Emilio de la Cuadra. Tras una visita a la Exposición Internacional de la Electricidad por motivos profesionales se interesó por dichos motores tras haber quedado sorprendido por las carreras celebradas en el circuito París-Burdeos-París en 1895. A través de la compañía Cia. General de coches-automóviles Emilio de la Cuadra S. en C. construirá diversos prototipos de vehículos eléctricos. Sin embargo, la falta de tecnología y recursos materiales y económicos provocó que desechara todos los proyectos y dedicara una docena de automóviles con motor de explosión, bajo el nombre de La Cuadra. La empresa cerró en 1901 debido a la falta de dinero y una huelga (WIKIPEDIA, 2020).

La introducción del sistema de arranque eléctrico del Cadillac en 1913 simplificó la tarea de arrancar el motor de combustión interna, que antes de esta mejora resultaba difícil y a veces peligroso. Esta innovación, junto con el sistema de producción en cadenas de montaje de forma masiva y relativamente barata implantado por Ford desde 1908 contribuyó a la caída del vehículo eléctrico. Además, las mejoras se sucedieron a mayor velocidad en los vehículos de combustión interna que en los vehículos eléctricos (WIKIPEDIA, 2020).

A finales de 1930, la industria del automóvil eléctrico desapareció por completo, quedando relegada a algunas aplicaciones industriales muy concretas, como montacargas (introducidos en 1923 por Yale), toros elevadores de batería eléctrica, o más recientemente carros de golf eléctricos, con los primeros modelos de Lektra en 1954 (WIKIPEDIA, 2020).

En abril del 2019, la compañía china BYD Auto lanzó al mercado el primer Autobús biarticulado del mundo, el BYD K12A,19 el cual operará como prueba en el sistema BRT de Bogotá TransMilenio en agosto de 2019 (WIKIPEDIA, 2020).

1.5.1 Desventajas

- Carga de las baterías y precio. Las baterías de más de 400 km de autonomía son muy costosas y se recargan en unas 9 horas sin mermar su capacidad. Para evitar este problema sería necesario cambiar las baterías descargadas por otras con carga de manera inmediata, de forma tal que al repostar en una estación de servicio el vehículo ingresara casi sin energía eléctrica y saliera de allí total o parcialmente cargado pocos minutos más tarde. Para ello las baterías deberían adaptarse perfectamente de manera de poder cambiarse rápidamente y que esto pudiese hacerse tanto de forma total como fraccionada (WIKIPEDIA, 2020).
- En ciertos casos, la electricidad utilizada para recargar las baterías se produce mediante materias primas contaminantes como el carbón. En España, por ejemplo, la electricidad utilizada para las baterías supone unas emisiones de dióxido de carbono de 0,276 kg/kWh generado (WIKIPEDIA, 2020).
- Menor autonomía que un coche convencional dado que necesita recargas frecuentes (WIKIPEDIA, 2020).
- El fuerte costo de compra inicial. En algunos casos el precio de un coche eléctrico triplica al de uno coche convencional. Ejemplo: Un Toyota Corolla, gama alta de Toyota, puede costar en torno a 17 000 euros con lo básico, un vehículo eléctrico como el THINK City alcanza en el mercado los 30 114 euros. Esto podría solucionarse si los fabricantes lo decidieran pues ya se ha comprobado con los vehículos híbridos que estos tienden a bajar de precio y ganar mercado rápidamente (WIKIPEDIA, 2020).
- La poca accesibilidad que existe en cuanto a las recargas. Problema que se irá solucionando poco a poco, al suministrar los puntos de recarga «electrolineras» por parte del país. Pero para ello quizás sea imprescindible que las estaciones de servicio puedan cambiar las baterías descargadas (total o parcialmente) por otras con carga de manera inmediata. De esta forma la empresa se interesaría por el nuevo negocio y el usuario se vería compensado al pagar por un servicio que le ahorraría mucho tiempo de espera (WIKIPEDIA, 2020).

1.5.2 Ventajas

- Su mantenimiento y costo del "combustible" es mucho menor al de uno convencional. El Tesla Model S, por ejemplo, gasta 700 USD de electricidad al año; el Porsche Panamera Turbo gasta 3400 USD de combustible al año (WIKIPEDIA, 2020).
- Mayor eficiencia y máximo par motor a partir de 0 revoluciones y la total ausencia de marchas (en caso de tener transmisión la misma puede aprovechar la potencia de manera más eficiente sin retardo alguno), lo que se traduce en mejor respuesta en aceleración (WIKIPEDIA, 2020).
- En los deportivos, el uso de potencia distribuida en las ruedas y control del par motor de cada uno proporciona una mayor estabilidad en las curvas, y, por tanto, en seguridad (WIKIPEDIA, 2020).
- Según Francisco Laverón, Miguel Ángel Muñoz y Gonzalo Sáenz de Miera, dos economistas y un ingeniero de la compañía Iberdrola, un coche consigue una eficacia de un 77 % si la electricidad procede de fuentes renovables, mientras que 42 % si procede de energía eléctrica basada en gas natural. Además, estos autores aseguran que un coche eléctrico podría recorrer casi el doble de kilómetros que uno de gasolina (WIKIPEDIA, 2020).
- Pueden recargar su batería mediante el frenado regenerativo, prolongando así la vida útil de las balatas del sistema de frenado (lo cual aumenta su autonomía de cierta forma, aunque la misma solo presente un aumento insignificante pero aun así es una ventaja ya que con el pasar del tiempo y las mejoras tecnológicas el frenado regenerativo podría ayudar a extender la autonomía) (WIKIPEDIA, 2020).
- Con el pasar de los años la tecnología de las baterías ha mejorado para ofrecer una autonomía casi similar a algunos vehículos de combustión interna de reducida cilindrada, en modelos más grandes incluso pueden tener las mismas comodidades, pero también se acostumbran los dueños de los mismos a nuevos hábitos de conducción (WIKIPEDIA, 2020).
- Se prevé también que en un futuro los mismos vehículos puedan suministrar energía suplementaria a la red eléctrica en caso necesario o también proveer suministro para un hogar promedio durante ciertos periodos de tiempo como contingencias eléctricas (para esta modalidad se desarrollan los sistemas "Vehicle 2Grid" o V2G) (WIKIPEDIA, 2020).

1.6 Tipos de vehículos eléctricos.

En la actualidad se ha visto un gran aumento en la adquisición de vehículos eléctricos, existen diferentes tipos de vehículos eléctricos con diferente tecnología tanto en su parte constructiva como en su estructura o tipo de recarga.

A continuación, se detallarán los tipos de vehículos eléctricos que existen hasta la actualidad:

1.6.1 Vehículo eléctrico de baterías.

Este vehículo se caracteriza por ser 100% eléctrico, este tipo de vehículos consiguen un movimiento debido a la intervención de un motor o un grupo de motores eléctricos que obtienen su alimentación de una batería o grupo de baterías situadas en el mismo vehículo.

El vehículo eléctrico está conformado por las siguientes partes fundamentales: un motor eléctrico o grupo de motores eléctricos, un controlador de carga, un controlador de velocidad y un banco de baterías.

Los vehículos eléctricos tienen la principal característica de no emitir gases de efecto invernadero, lo cual los hace amigable con el medio ambiente y eficaces para combatir la contaminación ambiental, otra característica importante es que tiene la capacidad de poder conectarse a una estación de carga lo cual le permite abastecerse de energía para recargar su batería y poder seguir circulando por más tiempo, no necesita de combustibles fósiles para su funcionamiento.

También tiene la gran ventaja de poder ser un generador de energía gracias a su sistema de freno regenerativo el cual sirve para poder alimentar al banco de baterías al momento de realizar un frenado o desacelerar el vehículo.



Fig. 1. Vehículo eléctrico de baterías

(AutoAvance, 2019)

1.6.2 Vehículo eléctrico de autonomía extendida.

Este vehículo se caracteriza por tener en su parte constructiva un motor de combustión (utiliza combustible fósil), y por tener uno o varios motores eléctricos, cabe destacar que el motor de combustión sirve única y exclusivamente como generador de energía cuando la batería esta descargada, mientras tanto el motor de combustión suele estar apagado cuando la batería o banco de baterías del vehículo están con su carga completa, es importante acotar que este tipo de vehículos se mueven gracias a los motores eléctricos y no al motor de combustión.

Los vehículos de este tipo son los siguientes: BMW i3 versión REx, el Chevrolet Volt o el Opel Ampera (AUTOBID.ES, 2020).



Fig. 2. Vehículo eléctrico de autonomía extendida

(HIBRIDOSYELECETRICOS, 2020)

1.6.3 Vehículo híbrido enchufable.

Este vehículo se caracteriza por tener un motor de combustión y así mismo tiene un motor o grupo de motores eléctricos, el motor de combustión así como en el caso anterior sirve para poder generar energía y alimentar la batería para que funcione el motor o grupo de motores eléctricos, a diferencia de los vehículos de autonomía extendida este tipo de vehículos tiene la posibilidad de conectarse a la red mediante una estación de carga, en este tipo de vehículos el conductor tiene la posibilidad de seleccionar cuando funcione el motor eléctrico o el de combustión, por lo general se utiliza el motor de combustión para viajes largos y el motor eléctrico se lo usa para viajes que se encuentran en el rango entre los 10 km a 80km de autonomía.

Algunos vehículos de este tipo son los siguientes: Audi A3 Sportback e-tron, BMW i8, el Toyota Prius Plug-in el VW Golf GTE (AUTOBID.ES, 2020).



Fig. 3. Vehículo híbrido enchufable
(HIBRIDOSYELECETRICOS, 2020).

1.6.4 Vehículo Eléctrico con Celda de Combustible.

Este tipo de vehículos, se utilizan en países que buscan implementar emisiones cero. Su principio de basa en utilizar una Celda de Hidrógeno para propulsar los motores eléctricos. Se puede combinar además mitad celda de hidrógeno y mitad batería eléctrica de reserva. Las celdas utilizan aire o hidrogeno comprimido. Ya este tipo de tecnologías viene en uso, principalmente se destinan a usos de operación de montacargas en bodegas de alimentos y espacios confinados, donde no se admite ningún tipo de emisión contaminante (AutoAvance, 2019).



Fig. 4. Vehículo Eléctrico con Celda de Combustible.
(AutoAvance, 2019)

1.6.5 Vehículo eléctrico semi híbrido.

Los vehículos Semihíbridos o Micro Híbridos, utilizan el motor de combustión interna (Combustible Fósil) como su tren motriz de potencia principal. Sin embargo, albergan también una Batería de 48 Voltios con un Motor Eléctrico que se utiliza, como complemento en la generación de potencia, requerida para el movimiento del vehículo. Esto hace que el uso del motor de combustión interna sea más eficiente y se reduzca el consumo de combustible. Debido a su rápida respuesta de par, un motor eléctrico, acompañado de un motor de combustión interna, genera asistencia de par y aumento de par para mejorar el rendimiento dinámico general del tren motriz (AutoAvance, 2019).



Fig. 5. Vehículo eléctrico Semi Híbrido

(AutoAvance, 2019)

1.7 Baterías.

Uno de los componentes más importantes que constituye un vehículo eléctrico sin ninguna duda es la batería, ya que de esta depende tanto su costo y su autonomía, la batería dentro del vehículo eléctrico es el encargado de almacenar y distribuir la energía hacia los demás componentes del vehículo, el tipo de batería que se utilizara en el vehículo eléctrico depende de las características de las baterías como por ejemplo el tipo de material a utilizar en su fabricación, así mismo depende de su peso, tamaño, potencia, densidad energética, ciclo de vida de la batería, eficiencia de carga/descarga, velocidad de recarga, todos estas características al final se verán reflejadas en Wh/Km.



Fig. 6. Batería para vehículo eléctrico.

(electromovilidad.net, 2020)

A continuación, se dará a conocer los aspectos más importantes de las características de las baterías en los vehículos eléctricos:

Densidad energética: Expresada en Wh/kg. Es la energía que puede suministrar la batería por cada kg. Cuanto mayor sea más autonomía tendrá el vehículo o menor será el peso de este (electromovilidad.net, 2020).

Potencia: Expresada en W/kg. Es la capacidad de proporcionar potencia (amperaje máximo) en el proceso de descarga. A más potencia mejores prestaciones para el vehículo eléctrico (electromovilidad.net, 2020).

Eficiencia: Es el rendimiento de la batería, la energía que realmente aprovecha. Medido en % (electromovilidad.net, 2020).

Coste: Es la mayor influencia en el precio total del vehículo (electromovilidad.net, 2020).

Ciclo de vida: Ciclos completos de carga y descarga que soporta la batería antes de ser sustituida. Cuantos más ciclos mejor, ya que será más duradera (electromovilidad.net, 2020).

1.7.1 Tipos de baterías.

En la actualidad existen diferentes tipos de baterías que se usan para la construcción de los vehículos eléctricos, a continuación, se detallaran cada una de ellas:

1.7.1.1 Bateria de plomo-acido.

Este tipo de baterías son las más antiguas y así mismo las más utilizadas tanto en vehículos eléctricos pequeños como en vehículos convencionales (combustión interna), se los utiliza usualmente para alimentar el sistema de iluminación de los vehículos y para realizar el arranque de los mismos, además tienen un bajo costo en comparación con otro tipo de baterías, sus principales desventajas son su lenta capacidad de recarga, su alta toxicidad y su excesivo peso.



Fig. 7. Bateria de plomo-acido.

(barriolapinada, 2020)

1.7.1.2 Bateria níquel-cadmio.

Este tipo de baterías son muy utilizadas en la industria automotriz ya que presentan una adecuada funcionalidad a bajas temperaturas, son usadas en aviones, helicópteros y

vehículos militares, una de las desventajas más importantes a tener en cuenta es su alto costo de adquisición por lo que no son la mejor opción para los fabricantes de vehículos eléctricos, otra desventaja es que cada vez que se realiza una recarga de este tipo de baterías se va reduciendo su capacidad de acumulación de energía.



Fig. 8. Batería níquel-cadmio.

(barriolapinada, 2020)

1.7.1.3 Batería níquel-hierro.

Desarrolladas por Thomas Edison y patentada en 1903, estas baterías llamadas de «ferroníquel» no son montadas en la actualidad en los vehículos ya que tienen una escasa potencia y eficiencia. Su densidad energética es similar a las de plomo-acido (electromovilidad.net, 2020).



Fig. 9. Batería níquel-hierro.

(rebasas, 2020)

1.7.1.4 Batería níquel-hidruro metálico.

Este tipo de baterías tienen una mayor capacidad de acumulación de energía que las de níquel cadmio, además de eso tienen una mayor densidad energética aproximadamente 100Wh/Kg. Son menos agresivas con el medio ambiente. Sus desventajas principales son su constante mantenimiento y su deterioro frente a altas temperaturas, altas corrientes de descarga o sobrecargas. Estas baterías generan demasiado calor y se recargan lentamente (electromovilidad.net, 2020).



Fig. 10. Batería níquel-hidruro metálico.

(barriolapinada, 2020)

1.7.1.5 Batería Ion-litio: (LiCoO₂).

Este tipo de baterías están formados por un electrolito de sal de litio y electrolitos de Litio, Cobalto y óxido. Se puede decir que tienen una autonomía de 400 a 500 Km. Tiene una gran eficiencia (80-90%), eliminan el efecto memoria. Tienen un mantenimiento muy bajo y tienen facilidad de reciclaje de los desechos de ion-litio (aunque se sigue investigando ya que el porcentaje de batería reutilizado es relativamente bajo, entorno al 40%). Tienen el doble de densidad energética que las de níquel-cadmio (250Wh/Kg) y son un tercio más pequeñas que las de níquel-cadmio, con un gran margen de mejora (barriolapinada, 2020).



Fig. 11. Batería Ion-litio: (LiCoO₂).

(barriolapinada, 2020)

En su contra, tienen un elevado coste de reproducción, son frágiles. Alcanzan temperaturas elevadas por lo que pueden explotar por sobrecalentamiento. Ambientalmente tienen grandes problemas debido a los materiales empleados como el cobalto (barriolapinada, 2020).

1.7.1.6 Batería LiFePO₄.

Esta batería es muy parecida a la anteriormente descrita, con la diferencia que no usa cobalto en su estructura química y gracias a ello tiene una elevada estabilidad y mayor seguridad respecto a las baterías de ion-litio. Tiene una autonomía entre los 150 km a 200 km, una de sus ventajas notables de este tipo de baterías es su alto ciclo de vida y se las puede encontrar en valores de potencias más elevados que las anteriores, una de sus desventajas son su elevado costo y tienen una densidad energética baja.

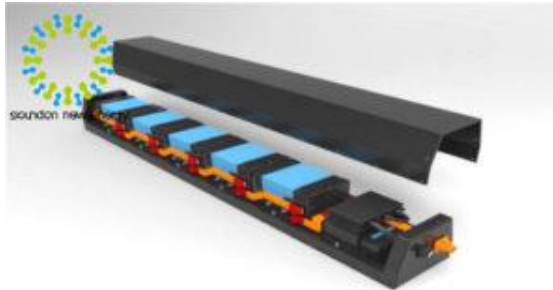


Fig. 12. Batería LiFePO4.

(barriolapinada, 2020)

1.7.1.7 Batería de polímero de litio.

Este tipo de batería es una variación de las de ion-litio, tiene algunas mejoras como por ejemplo mayor densidad energética y se las puede encontrar con una potencia elevada en comparación de las otras, tienen un peso reducido, son más eficientes y no poseen el efecto memoria que otro tipo de baterías suelen tener.

Su principal desventaja radica en su elevado precio de adquisición y debido a su composición de polímero y litio su ciclo de vida es reducido lo cual no las hacen idóneas para los vehículos eléctricos en la actualidad.

1.7.1.8 Batería Zebra.

Por lo general se las llama baterías de sal fundida, este tipo de baterías trabajan a temperaturas de 250°C, su electrolito es el cloro aluminato de sodio triturado y es gracias a este compuesto que tienen un ciclo de vida relativamente elevado y es considerado como la batería con el mejor ciclo de vida, tiene una desventaja que no la hace muy popular para su uso en vehículos eléctricos ya que al momento de no usarla el electrolito del cual está compuesto se solidifica y requiere de un tiempo de hasta 48 horas (2 días) para fundirla y que la misma llegue a su temperatura óptima de trabajo y así obtenga su carga completa.



Fig. 13. Batería Zebra.

(barriolapinada, 2020)

1.7.1.9 Batería de Aluminio-aire.

Aunque aún está en fase experimental se tiene grandes expectativas respecto a este tipo de baterías, se prevé que tendrá una capacidad muy grande de almacenamiento aproximadamente de hasta 10 veces la capacidad respecto a las de ion-litio, así mismo tendrá un considerable valor de densidad energética.

Su principal desventaja se presenta al momento de realizar una recarga, ya que al momento de recargar esta batería se forma internamente hidróxido de aluminio la misma que insita al rompimiento de las pletinas de aluminio de la batería, la misma que será necesaria reemplazarla, por lo tanto, su fiabilidad se ve afectada y se la cataloga de deficiente.

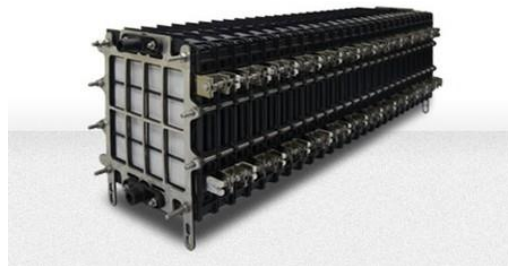


Fig. 14. Batería Aluminio-aire.

(motorpasion, 2020)

1.7.1.10 Batería Zinc-aire.

Tecnológicamente hablando serán mucho más avanzadas que las de tipo Aluminio-aire, su funcionamiento radica en la obtención del oxígeno que se encuentra en la atmosfera para poder generar una corriente en la misma, tiene un alto potencial energético, fiabilidad y son capaces de almacenar el triple de energía que las de Ion-litio en el mismo volumen y con la mitad del coste. Según algunos expertos, el zinc se posiciona como el combustible eléctrico del futuro (electromovilidad.net, 2020).

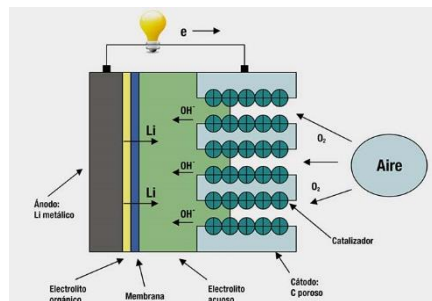


Fig. 15. Batería Zinc-aire.

(barriolapinada, 2020)

1.7.1.11 Batería litio estado sólido.

Este tipo de baterías aún está en fase experimental, como su nombre lo indica el electrolito a utilizar es de metal de litio y ya no se usará el litio líquido, este electrolito ofrecerá una mayor eficiencia y una elevada densidad energética, y como su electrolito ya no es litio líquido su capacidad de inflamación será menor y con esto se reducirá el riesgo de incendio o explosión, en pocas palabras no se calentarán, se proyecta que este tipo de baterías tendrá un mejor ciclo de vida y su tiempo de recarga también será elevado.

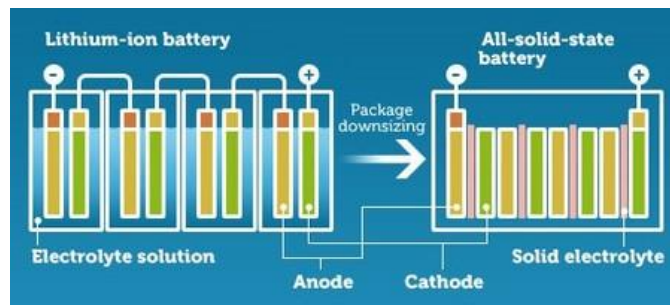


Fig. 16. Batería litio estado sólido.

(barriolapinada, 2020)

1.7.1.12 Baterías con nanotecnologías.

No es una batería en sí, es un tipo de ánodo aplicable a las actuales baterías. Gracias a la microestructura espacial el ánodo aumenta la superficie de contacto con el electrolito. Aumenta las prestaciones de la batería sin aumentar el tamaño o el peso. (barriolapinada, 2020)

1.7.1.13 Supercondensadores.

El condensador es el acumulador perfecto. Es un almacén físico de electrones sin electrolito ni reacciones químicas. La velocidad de carga descarga es casi ilimitada presenta eficiencia de casi el 100% (barriolapinada, 2020).



Fig. 17. Supercondensadores.

(barriolapinada, 2020)

Tabla 1. Valores comparativos entre las baterías utilizadas en vehículos eléctricos.

Tipo de baterías	Densidad energética	Potencia específica	Durabilidad (ciclos de carga-descarga)
Plomo-Acido	60-100 Wh/L	180 W/kg	500-800 ciclos
Níquel-Cadmio	50-150 Wh/L	150 W/kg	2000 ciclos
Níquel-Hidruro Metálico	140-300 Wh/L	250-1000 W/kg	500-2000 ciclos
Li-ion	250-730 Wh/L	250-340 W/kg	1200 ciclos
Polímero de litio	300 Wh/L	Hasta 10 KW/kg	>1000 ciclos
Zebra	160 Wh/L	155 kW/kg	3000 ciclos
Aluminio-Aire	N/A (Fase experimental)	200 W/Kg	No data (fase experimental)
Zinc-Aire	1480-9780 Wh/L	100 W/kg	No data (fase experimental)
Baterías con nano tecnologías	No data (fase experimental)	No data (fase experimental)	No data (fase experimental)
Supercondensadores	No data (fase experimental)	No data (fase experimental)	No data (fase experimental)

(barriolapinada, 2020)

CAPITULO 2

2. INFRAESTRUCTURA DE CARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.

2.1 Estación de recarga.

Una estación de recarga o comúnmente denominado electrolinera es un equipo capaz de proporcionar energía eléctrica a las baterías de los vehículos eléctricos, se las encuentra en versiones de suministro de corriente alterna (C.A.) y corriente continua (C.C.).

2.2 Tipos de recargas para vehículos eléctricos.

En la actualidad existen diversos tipos de recargas para vehículos eléctricos, los cuales van desde un tipo de carga lenta hasta una carga rápida, es importante dar a conocer los

diferentes tipos de recargas que existen ya que de esto depende el análisis y el diseño del presente proyecto, la selección del tipo de recarga va a variar de acuerdo a las necesidades que tengamos en nuestro cantón o sitio de ubicación de la estación de carga, a continuación se detallaran las características de cada tipo de recarga que existen hoy en día.

2.2.1 Recarga lenta.

La carga lenta es la más utilizada y popular ya que se utiliza una estación de carga con un tiempo para obtener una carga completa del vehículo de 8 horas promedio lo que me implica que solo se utilizara en nuestros domicilios, su funcionamiento es sencillo, simplemente conectamos nuestra estación a un toma corriente de 230V monofásico y se cargara nuestro vehículo, la corriente que circula en este tipo de recarga es de 16 A, y la potencia máxima que se obtiene con este tipo de recarga es de 3.7 KW.



Fig. 18. Recarga lenta.

(electromovilidad.net, 2020)

2.2.2 Recarga semi rápida.

Al hablar de este tipo de recarga es importante mencionar que en comparación con la recarga lenta el tiempo de recarga va a ser menor, en este tipo de recarga se tomara alrededor de 4 horas en recargar por completo las baterías del vehículo eléctrico, su conexión de alimentación puede ser tanto en corriente monofásica como en corriente trifásica , cuando se alimenta en corriente monofásica se conectara a 230 V con una corriente de 32 A lo cual implica que tendrá una potencia de 7.4 KW, por otro lado cuando se alimenta en corriente trifásica se conectara a 400V con una corriente de 16A lo cual implica una potencia de 6.4 KW y esto tendrá un tiempo de recarga de 3 horas , también se puede conectar a 400V pero con una corriente de 32A lo cual implica que la potencia de la estación en este tipo de recarga seria de 12.8KW y esto tendrá un tiempo de recarga de menos de una hora y media.



Fig. 19. Recarga semirápida.

(electromovilidad.net, 2020)

2.2.3 Recarga rápida.

Este tipo de recarga es mucho más rápida que las anteriores ya que utiliza corrientes mucho más elevadas, el tiempo de carga en este tipo de recarga esta alrededor de media hora, cabe destacar que ya no se utiliza corriente alterna, sino que se utiliza corriente continua para cargar el vehículo eléctrico, para cargar el vehículo con corriente continua debe de dar un voltaje de 600V a 400A, lo cual significa que tendrá una potencia de 240KW, en este tipo de recarga se utiliza un conector denominado CCS combo y ChaDeMo.



Fig. 20. Recarga rápida.

(electromovilidad.net, 2020)

Ya visto cada una de las características de cada tipo de recarga se dará a conocer la diferencia entre cada una de ellas mediante la siguiente tabla comparativa:

Tabla 2. Tabla de comparación de los diferentes tipos de recargas.

	Carga lenta/domestica	Carga semirapida	Carga rapida
Potencia e intensidad electrica	Corriente monofasica de 230V e intensidad de 16A. Potencia hasta 3,7 KW Corriente trifasica de 400V e intensidad de 16A. Potencia de 6,4KW	Corriente monofasica de 230V e intensidad entre 32-63A. Potencia entre 7,4-14,5KW Corriente trifasica de 400V e intensidad entre 32-63A. Potencia entre 12.8-25,2KW	Corriente continua de 600V e intensidad hasta 400A. Potencia de 240KW Corriente alterna de 500V e intensidad hasta 250A. Potencia hasta 125KW
Tiempo estimado de recarga	5,5 horas (h) para una recarga completa con corriente monofasica 2h con corriente trifasica	Entre 3h(32A) y 1.5 h(63A) con corriente monofasica Entre 1h(32A) y 0,5h(63A) con corriente trifasica	Entre 5-8 minutos
Localizacion optima	En viviendas, lugares de trabajo, estaciones de ferrocarril o aeropuertos	En centros urbanos,supermercados,centros comerciales,de ocio	Estaciones de servicio (Electrolineras)
¿ Cuando se utiliza?	El vehiculo electrico se deja cargando y se regresa despues de varias horas (toda la noche, una jornada laboral,etc)	El vehiculo electrico se deja cargando mientras se realizan compras o se disfruta de algun entretenimiento.	El vehiculo electrico se carga sin alejarse de el. Es necesaria la presencia de un supervisor

(electromovilidad.net, 2020)

2.3 Modos de recarga.

Las maneras de recarga están íntimamente relacionadas con los tipos de recarga, van a variar dependiendo de la corriente, potencia y tipos de conectores a utilizar en cada uno de los modos, a continuación, se describirán algunos de los tipos o maneras de recargas que existen para vehículos eléctricos.

2.3.1 Modo 1.

En este modo de carga se utiliza un enchufe no normalizado para la carga de vehículos eléctricos, no existe comunicación entre vehículo y estación de carga, es usado más en los hogares y su carga se la realiza durante la noche ya que a esta hora no existe mucha demanda energética, la carga se la realiza en corriente alterna, este modo de recarga no es recomendable ya que no cuenta con ningún tipo de protección diferencial por lo que está más destinado a la recarga de motos eléctricas, scotters eléctricas, ciclomotores,etc.

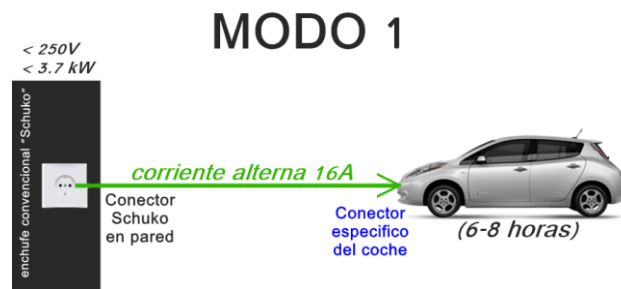


Fig. 21. Modo 1 de carga.

(electromovilidad.net, 2020)

2.3.2 Modo 2.

Al igual que el modo 1 este cuenta con un enchufe tipo Schuko para el lado de toma de la pared, pero en el otro extremo se encuentra algún conector el cual variara de acuerdo al conector que contenga el vehículo, sin embargo suelen ser los más utilizados el conector Mennekes (Tipo 2) o el SAEJ1772, así también se encuentra una variante adicional respecto al modo 1 ya que en el modo 2 se tendrá un conductor especial para la conexión con el vehículo eléctrico y este conductor tendrá un cable por donde ira una señal piloto para la comunicación entre el vehículo eléctrico y la electrolinera, además tendrá también protecciones contra cualquier tipo de sobrecargas o cortocircuitos, así mismo que en el modo 1 este trabajara a corriente alterna, también en este modo se tiene una señal de proximidad para asegurar la correcta conexión entre el vehículo eléctrico y la electrolinera.



Fig. 22. Modo 2 de carga.

(electromovilidad.net, 2020)

2.3.3 Modo 3.

En este tercer modo igual que en los modos anteriores se trabaja en corriente alterna, pero con la diferencia de que ya existen aquí en la toma de la pared un conector normalizado y específico para la conexión entre la electrolinera y el vehículo eléctrico, este tipo de conector especial se denomina SAVE(sistema de alimentación de vehículos eléctricos) o Wall box, con este conector se asegura que corte el suministro de energía hacia el vehículo cuando no

detecte nada conectado y de esta forma se monitoriza la carga del vehículo, por lo general en este modo se puede proporcionar hasta 63A pero a menudo solo se proporciona 32 A.



Fig. 23. Modo 3 de carga.

(electromovilidad.net, 2020)

2.3.4 Modo 4.

En este modo la recarga se la realiza en corriente continua y ya no en corriente alterna, se la denomina modo de carga rápida, tiene un tiempo de recarga de aproximadamente media hora, así mismo aquí en este modo para poder cargar en corriente continua la estación de carga contiene un transformador de AC/DC con lo cual se evitan las pérdidas y el sobrecalentamiento de los conductores, aquí la comunicación entre estación de carga y vehículo es obligatorio para el control de carga, y como la comunicación es obligatoria por lo tanto existen conectores especiales en los dos extremos del cable, dichos conectores son: CHAdeMO, el CCS Combo o el SAE J1772.

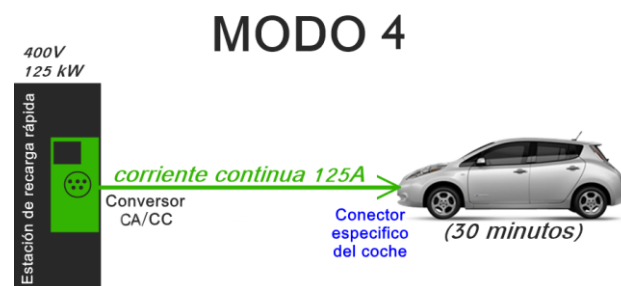


Fig. 24. Modo 4 de carga.

(electromovilidad.net, 2020)

2.4 Conectores para la recarga del vehículo eléctrico.

El conector para la recarga de los vehículos eléctricos es aquel que tiene la función de conectar la estación con el vehículo. En la actualidad existen diversos tipos de conectores, aunque aún no hay un conector estándar para la carga de los vehículos en el mundo existen modelos usualmente utilizados como el SAE J1772 y el IEC 62196.



Fig. 25. Tipos de conectores utilizados en la recarga de vehículos eléctricos.

(electromovilidad.net, 2020)

2.5 Tipos de conectores para la recarga del vehículo eléctrico.

A continuación, se detallarán las características fundamentales de cada uno de los conectores utilizados alrededor del mundo.

2.5.1 Conector Schuko.

Técnicamente denominado tipo F, este conector viene en todos los vehículos eléctricos y es de uso común en los modos 1 y 2 de recargas, su corriente máxima es de 16 A, y su uso también está implementado en las motos y bicicletas eléctricas.



Fig. 26. Conector Schuko.

(electromovilidad.net, 2020)

2.5.2 Conector SAE J1772 o Tipo 1.

Este conector es el más utilizado en vehículos eléctricos en el mercado americano desde el 2010, fue fabricado en el 2009, está constituido por 5 pines 3 de ellos son para la conexión de las fases en caso de requerir un sistema de alimentación trifásico y tiene 2 pines adicionales los cuales sirven para comunicar la electrolinera y el vehículo eléctrico denominado señal piloto y el otro pin es para la proximidad del conector con el vehículo.

Este tipo de conector se los encuentra en los siguientes vehículos: Nissan LEAF, Tesla Roadster, Chevrolet Volt, Toyota Prius Plug-in Hybrid.



Fig. 27. Conector SAE J1772 o Tipo 1.

(electromovilidad.net, 2020)

2.5.3 Conector tipo 2.

Este conector es el más usado en Europa, por lo que muchas de las veces se le denomina el estándar europeo, es compatible en todas las recargas en corriente alterna, y en el modo 2 y 3 de recargas, contiene 7 pines los cuales están distribuidos y asignados de la siguiente manera: 3 de ellos corresponden a las fases L1,L2,L3, así mismo tiene 2 pines de los cuales uno de ellos es de comunicación o señal piloto y otro de proximidad, también cuenta con 1 pin de puesta a tierra y otro pin que va conectado a neutro, la corriente que maneja este tipo de conector va desde los 16A en sistemas monofásicos hasta los 63A en sistemas trifásicos, con potencia desde 3.7 KW hasta los 43.5KW.

Los vehículos que usan este tipo de conector son los siguientes: Audi Sportback e-tron. BMW i3, Porsche Panamera Hybrid, Renault ZOE, Tesla Model S.



Fig. 28. Conector tipo 2.

(electromovilidad.net, 2020)

2.5.4 Conector CHAdeMO.

Este tipo de conector es el denominado estándar japonés, es el conector que tiene un mayor tamaño en comparación con los otros conectores, se utiliza para recargas en corriente continua, este conector es el IEC 62196-3 es conocido como conector tipo 4, su denominación viene de la sigla Charge de Move, una de las características de este tipo de conector es que contiene una comunicación CAN, está conformado por 10 pines, de los cuales dos son de

potencia, siete son de señal y un pin sin designación, este conector proporciona hasta 200A a 500V con una potencia máxima de hasta 62.5 KW.



Fig. 29. Conector CHAdeMO.

(electromovilidad.net, 2020)

2.5.5 Conector SCAME.

Este tipo de conector fue fabricado en el 2010, es muy utilizado en vehículos eléctricos pequeños, y sirve para realizar una carga semirápida, es denominado de tipo 3 y funciona en corriente alterna, tiene la ventaja de estar limitado a una corriente de uso de 32A por lo que tiene la ventaja de no presentar sobrecalentamiento o destrucción del mismo y por esta razón su costo es menor en comparación con los otros conectores, es muy recomendable situarlo al lado del conector Mennekes en una misma estructura de recarga, está constituido por 7 pines de los cuales 3 son para las fases L1,L2,L3, así mismo tiene 1 pin que conecta al neutro, otro pin para la señal piloto de comunicación, 1 pin para la puesta a tierra y 1 pin más para proximidad, maneja corrientes de 32A y potencias máximas de 22KW a voltajes menores de 500V, también cuenta con protecciones para que los bornes de conexión no estén al alcance de las personas.



Fig. 30. Conector SCAME.

(electromovilidad.net, 2020)

2.5.6 Conector CEE.

Este conector por lo general no se lo encuentra en el lado del vehículo eléctrico más bien se lo encuentra en la toma de la pared, es un conector industrial que nos permite la conexión

de alimentación a la estación de recarga para los vehículos eléctricos, maneja corrientes de hasta 16A tanto en sistemas monofásicos y trifásicos.



Fig. 31. Conector CEE.

(electromovilidad.net, 2020)

2.5.7 Conector CCS.

El conector CCS (Combined Charging Systems) es una de las opciones para la recarga a nivel global en corriente continua ya que algunos de las marcas como Audi, BMW, Ford, Porsche y Volkswagen han decidido colocarlas para que sea más accesible y estandarizado las recargas al tener este tipo de conector, está constituido por 5 pines 2 de ellos son de potencia, 1 pin para señal piloto de comunicación, 1 pin para puesta a tierra y otro pin para la señal de proximidad, maneja corrientes máximas de 200A a 850V y potencias de hasta 100KW.

Se puede encontrar este tipo de conector en los siguientes vehículos: BMW I3 y VWe-Golf.



Fig. 32. Conector CCS.

(electromovilidad.net, 2020)

2.5.8 Conector SAE J1772 Combo.

Es el conector menos extendido en el mercado en comparación con el combo 2, su fabricación está basado en el SAE j1772 (tipo 1), aunque se proyecta a ser la versión para recargas en corriente continua en el mercado americano, se prevé tener un gran problema de compatibilidad al ser un conector recientemente aprobado habría en un futuro declive por la utilización del conector CHAdeMO , en pocas palabras si se comienzan a instalar los

conectores SAE J1772 combo el conector japonés CHAdeMO quedaría inútil ante esta nueva versión de conector para las recargas de los vehículos.

Este tipo de conector maneja tensiones que van desde los 200V hasta los 450V y maneja corrientes de hasta 80A para potencias de 36KW o incluso tiene la capacidad de manejar corrientes del rango de los 200A con potencias de 90KW, este tipo de conector se los encontrara posiblemente en los nuevos modelos de Chevrolet Spark y Ford.



Fig. 33. Conector SAEj1772 combo.

(electromovilidad.net, 2020)

2.5.9 Inducción electromagnética.

Se prevé que este mecanismo de recarga sea el futuro de las recargas en los vehículos eléctricos, para así no poder tener los inconvenientes de compatibilidad de conectores por las diferentes marcas de vehículos eléctricos, este método de recarga consta de dos bobinas una transmisora y otra bobina receptora, la bobina transmisora estará situada en la superficie del pavimento o carretera y la bobina receptora estará situada en el vehículo, todo esto se realizara mediante ondas electromagnéticas.

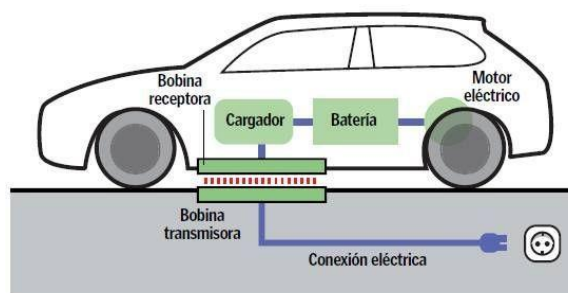


Fig. 34. Inducción electromagnética.

(electromovilidad.net, 2020)

Una vez ya visto los diferentes tipos de conectores utilizados en la recarga de vehículos eléctricos se dará a conocer una tabla comparativa donde se podrán apreciar los principales aspectos de todos los conectores.

Tabla 3. Tabla comparativa de los diferentes tipos de conectores.

Conector	Schuko	Tipo 1 Yazaki SAE J1772	Tipo 2 Mennekes	Tipo 3 Scame EV	Combinado (CCS) IEC		CHAdeMO
					Combo 1	Combo 2	
Imagen							
Corriente	Monofasica	Monofasica C.A.	Monofasica y trifasica C.A.	Monofasica y trifasica	CC Y CA	CC Y CA	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 (16A) y semirapida(80A)	Lenta (16A) y semirapida(63A)	Semi-rapida	Lenta, semirapida y rapida	Lenta, semirapida y rapida	Rapida (125A)
Modelos	Twizy,patine, motociletas	Nissan Leaf (2010) eNV200 Chevrolet Bolt Electrico	Nissan Leaf 2018 Renault ZOE BMW i3 Tesla S	Pequeños fabricantes de microcoches	Tesla 3 Volkswagen e-golf		Nissan Env200 & Leaf 2018 Mitsubishi

(revistacentrozaragoza, 2020)

2.6 Normativa para la instalación e implementación de estaciones de carga dentro del país.

Actualmente nuestro país no cuenta con ningún tipo de regulación para la instalación e implementación de estaciones de carga dentro de domicilios o lugares públicos.

Sin embargo, si tenemos normas internacionales para los conectores utilizados en las estaciones de carga y vehículos eléctricos.

2.7 Estándar internacional para recargas de vehículos eléctricos.

Existen muchos estándares a nivel global los cuales tratan de estandarizar los distintos tipos de enchufes o conectores que existen en el mercado automotriz de la electromovilidad, aunque no se ha logrado estandarizar ninguno de los conectores existentes ya que Japón y Europa utilizan un conector diferente que el continente americano.

A continuación, veremos los distintos estándares que se utilizan en la actualidad para los diferentes componentes que conforman las estaciones de carga, por ejemplo, los conectores, las puestas a tierra, etc.

2.7.1 IEC 62196-2.

Es utilizado para identificar a los conectores CCS o combo 2, la comisión electrotécnica internacional (IEC) agrupa a todos los conectores de carga rápida para vehículos eléctricos.

2.7.2 IEC 61851.

Es muy utilizado para describir conectores de autos de carreteras, troles eléctricos y camiones de carreteras industriales eléctricos, describe a los sistemas conductivos de los

autos eléctricos, actualmente se encuentra en fase de pruebas para posteriormente ingresar al mercado a etapa de producción.

2.7.3 IEC 62196-3.

Este tipo de estándar es el utilizado en el conector SAE J1772 y es uno de los conectores o enchufes más utilizados en Norteamérica, tiene algunas características especiales como su facilidad de comunicación y es utilizado en modo 4 de recarga para sistemas de recarga en corriente continua.

2.7.4 ITC-BT-18.

Este tipo de estándar es de mucha utilidad para la instalación eléctrica de las estaciones de carga ya que nos ayuda a realizar la instalación de la puesta a tierra que nos sirve de protección para nuestro punto de carga.

2.8 . Vehículos eléctricos en el Ecuador.

Los vehículos eléctricos en nuestro país han ido incrementando paulatinamente, desde el año 2015 hasta el 10 de junio del 2018 circulaban 6581 vehículos híbridos en el Ecuador y 240 vehículos eléctricos hasta esa fecha, ahora bien, hasta la actualidad circulan aproximadamente 418 vehículos eléctricos desde el año 2015 hasta mayo del 2020, todo este crecimiento se ha visto disminuido de cierta forma por la poca campaña de los beneficios que se otorgan al adquirir los vehículos eléctricos.

En nuestro país circulan diferentes marcas de vehículos eléctricos los mismos que daré a conocer en la siguiente tabla:

Tabla 4. Lista de vehículos eléctricos más vendidos en el Ecuador.

Imagen				
Marca	Hanteng	CHOCK	CHOCK	Renault
Modelo	X5 EV	G2	Cross	Twizy Z.E.
Año	2019	2019	2019	2019
Velocidad	180 Km/h	50 Km/h	60 Km/h	80Km/h
Autonomia	300 Km	100 Km	120 Km	100 Km

(aeade, 2019)

2.9 Propuesta de ubicación para el montaje de una estación de carga en la ciudad de Machala.

2.9.1 Primera propuesta de ubicación para el montaje de una estación de carga en la ciudad de Machala.

Primeramente, se tiene que tener en cuenta algunos datos de la ciudad. El cantón Machala pertenece a la provincia de El Oro, cuenta con una superficie de 338 km², y tiene una población de 231.260 habitantes.



Fig. 35. Ubicación del cantón Machala.

(www.google.com/maps, 2020)

La primera propuesta para la instalación de las electrolineras en la ciudad de Machala es la de las gasolineras, ya que son un punto de fácil acceso y donde todos los usuarios de vehículos tiene la ventaja de poder abastecerse no solo de combustible para los vehículos convencionales sino también están en toda la capacidad de poder abastecerse de aire o agua para los mismo vehículos de combustión, ahora bien colocar una electrolinera en la gasolineras de la ciudad sería un punto clave ya que así mismo se tendría la posibilidad de poder abastecerse de energía para los vehículos eléctricos y sobre todo se tiene una gran ventaja estructural ya que no se debería invertir en un lugar nuevo sino más bien aprovechar ya la construcción en sitio de esa manera aprovechamos al máximo el espacio de las gasolineras y agregamos una estación de carga la cual sería de mucha ayuda para los propietarios de los vehículos eléctricos.

A continuación, se presentan las diferentes estaciones de servicio o gasolineras de la ciudad de Machala:

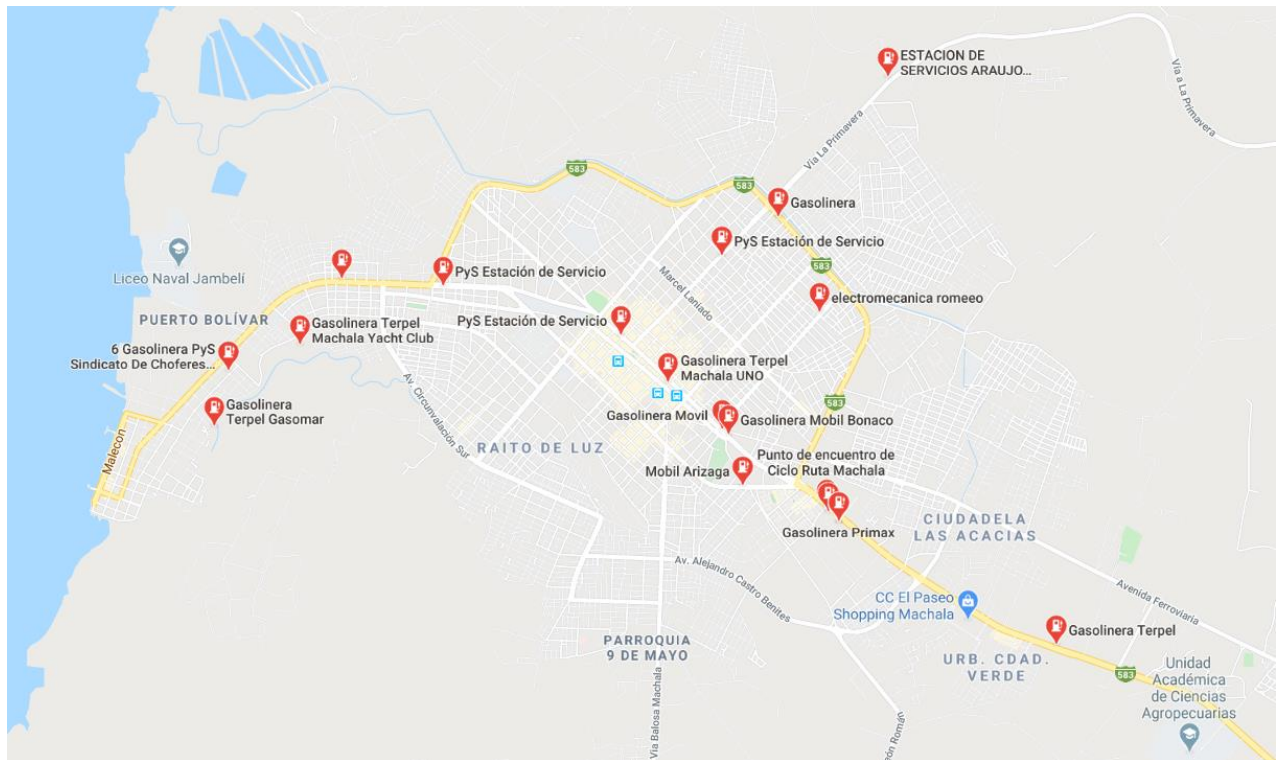


Fig. 36. Ubicación de las estaciones de servicio de la ciudad de Machala.

(www.google.com/maps, 2020)

2.9.2 Segunda propuesta de ubicación para el montaje de una estación de carga en la ciudad de Machala.

La segunda propuesta que se plantea son los centros comerciales, en esta propuesta se tiene así mismo muchas ventajas en cuestión de tiempo y espacio, ya que por lo general las personas al acudir a un centro comercial dejan su vehículo estacionado y van a realizar sus actividades como compra de víveres, ropa, accesorios, etc.

Por lo tanto los centros comerciales pueden ser muy bien aprovechados debido que al contar con una estación de carga para vehículos eléctricos se facilita para los usuarios de los mismos una recarga mientras ellos realizan sus actividades de esta forma estarán siendo eficientes tanto en tiempo y espacio debido a que así mismo ya no se necesitaría de un espacio físico para la implementación y más bien se aprovecharía las mismas instalaciones de los centros comerciales, a criterio muy personal yo recomiendo en cierta forma al centro comercial Shopping debido a que cuenta con todas las ventajas necesarias para este proyecto.



Fig. 37. Ubicación de los centros comerciales de la ciudad de Machala.

(www.google.com/maps, 2020)

2.9.3 Tercera propuesta de ubicación para el montaje de una estación de carga en la ciudad de Machala.

La última propuesta para la instalación e implementación de una estación de carga es la de usar los parqueaderos públicos de la ciudad de Machala, los parqueaderos públicos son un punto clave para este tipo de proyectos ya que se puede aprovechar el tiempo que se deja el vehículo hasta que las personas realizan sus actividades diarias, en esta propuesta se puede identificar dos tipos de actividades, la primera es cuando las personas dejan por unas cuantas horas su vehículo estacionado para así poder ir a realizar sus actividades, también se encuentran las personas que dejan su vehículos durante toda una jornada laboral que normalmente dura 8 horas diarias, entonces en este último escenario se puede aprovechar el tiempo que se deja el vehículo durante este tiempo para así poder recargar su vehículo y al final de su jornada tener un vehículo completamente recargado y listo para viajar sin ningún problema hasta su hogar, de esta forma estamos siendo eficientes en tiempo ya que no desaprovecharíamos el tiempo que tengamos el vehículo estacionado sin realizar una recarga y más bien ya al final del día tenemos el vehículo completamente cargado.

El espacio físico como en las propuestas anteriores también serían aprovechados ya que no sería necesario construir un espacio nuevo sino más bien aprovechar ya el espacio que se tiene a disposición y de esa manera solo se invertiría en la estación de carga y las demás instalaciones eléctricas de la misma estación.



Fig. 38. Ubicación de los centros comerciales de la ciudad de Machala.

(www.google.com/maps, 2020)

2.10 Opciones con más potencial para el montaje de una estación de carga para los vehículos eléctricos.

Después de analizar las tres propuestas presentadas en este capítulo las mejores opciones dentro de la ciudad de Machala, son las siguientes:

- Paseo shopping de Machala
- Centro comercial la Piazza
- Terminal terrestre Machala.

2.10.1 Ubicación del paseo shopping de Machala.

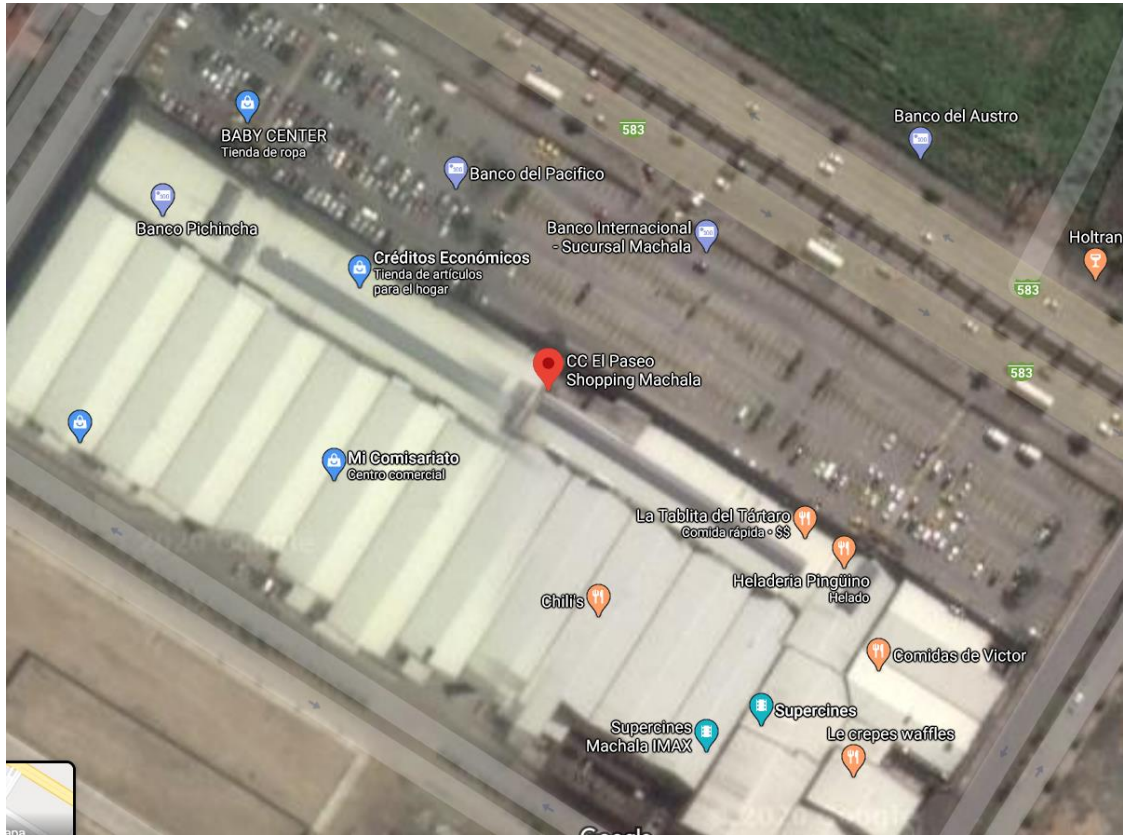


Fig. 39. Ubicación del paseo shopping de Machala.

(www.google.com/maps, 2020)

Este punto considerado con un elevado potencial para el montaje de una estación de carga para vehículos eléctricos se encuentra en la vía principal de acceso a la ciudad de Machala, así mismo se encuentra cerca del terminal terrestre de Machala lo cual lo hace un punto de encuentro tanto al ingreso y salida de la ciudad por lo que tiene una gran afluencia de personas y obviamente de vehículos.

2.10.2 Ubicación del centro comercial La Piazza Machala.

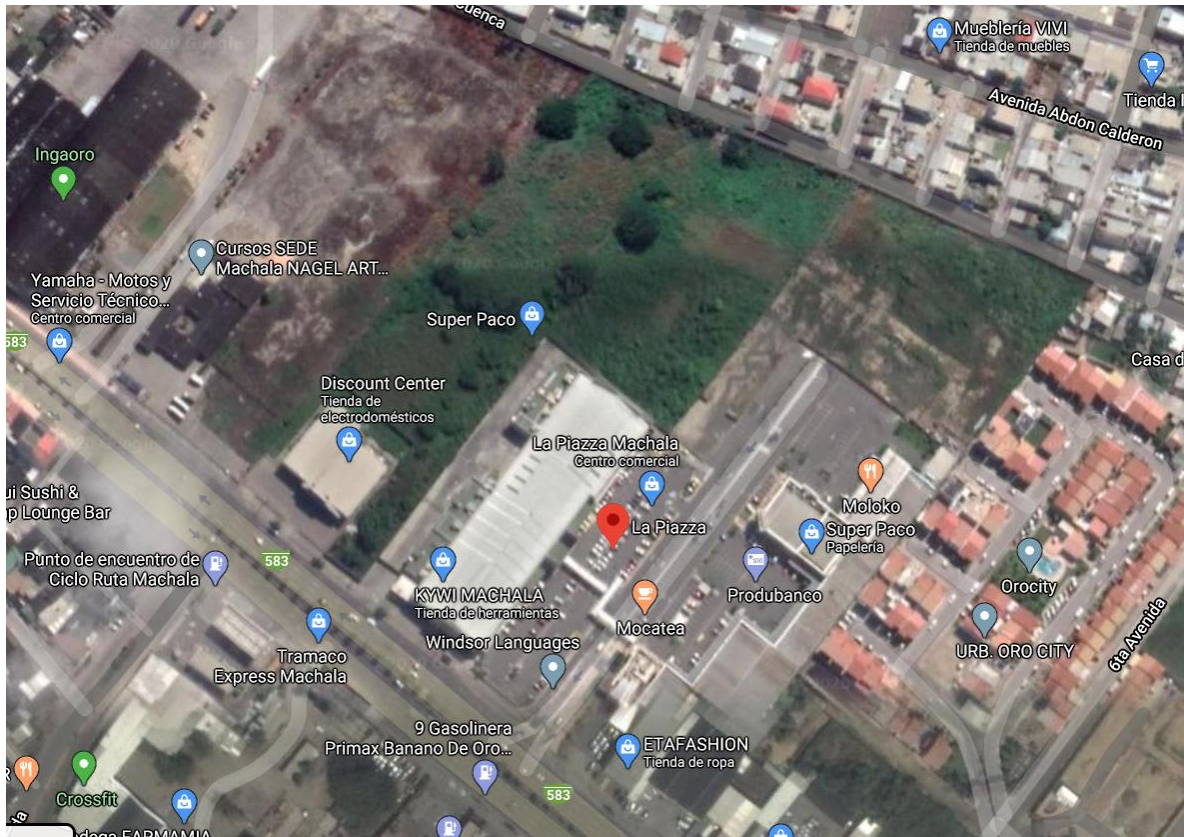


Fig. 40. Ubicación del centro comercial La Piazza.

(www.google.com/maps, 2020)

Este centro comercial es así mismo otro punto con un gran potencial para el montaje de una estación de carga para vehículos eléctricos ya que cuenta con un parqueadero extenso y está muy bien situado por la razón que se encuentra muy cerca de la ciudad de la Machala, cuenta así mismo con varios ingresos para su parqueadero lo que lo hace una zona con elevada afluencia de personas y vehículos de la ciudadanía machaleña.

2.10.3 Ubicación del terminal terrestre de Machala.

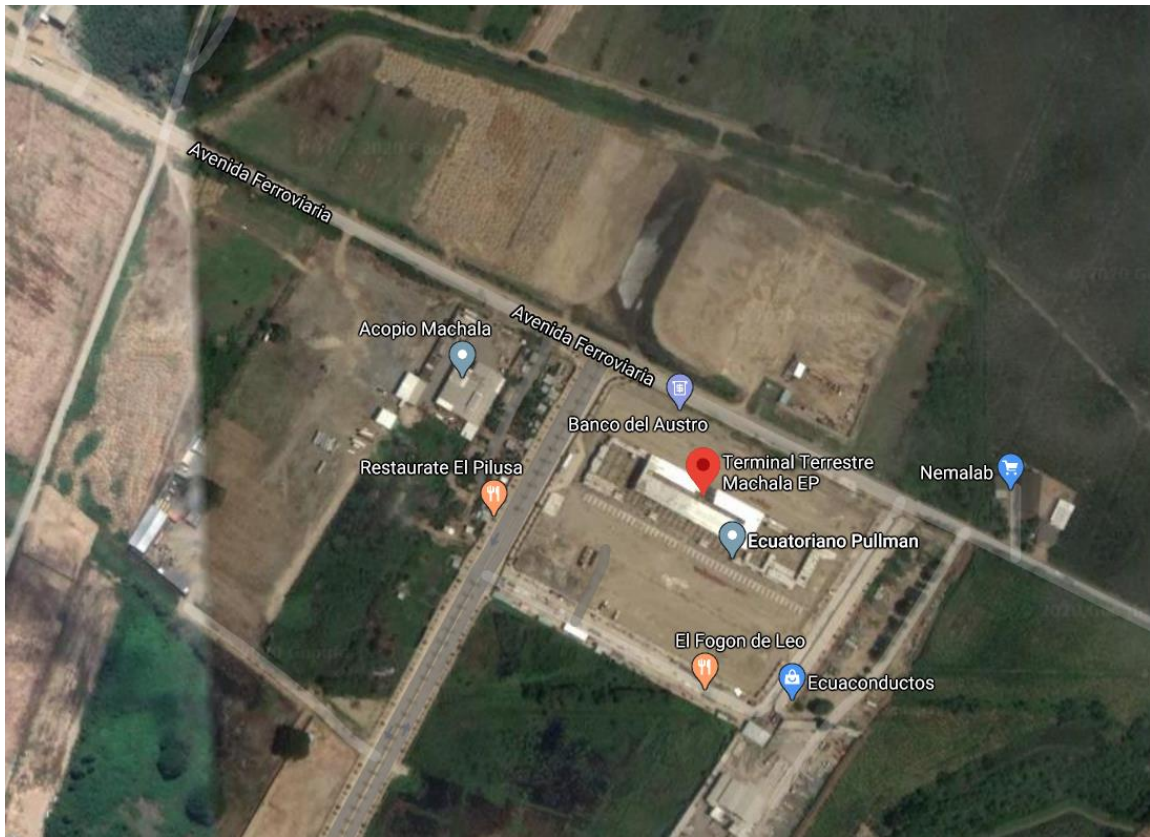


Fig. 41. Ubicación del terminal terrestre de Machala.

(www.google.com/maps, 2020)

El terminal terrestre de Machala fue elegido entre las propuestas más potenciales debido a su acogida por los buses interprovinciales, sin embargo bajo mi criterio es de mejor potencial para que en un futuro tengan una estación de carga para buses eléctricos ya que sería un punto clave para las recargas de dichos vehículos por su estructura automotriz.

El terminal terrestre está ubicado en la av. Ferroviaria del cantón Machala, así mismo cuenta con diversos puntos de acceso para el parqueadero del terminal lo cual lo hace un punto accesible para todos los vehículos pesados del cantón.

CAPITULO 3

3. Normas, regulaciones y pliegos tarifarios nacionales para electrolineras.

Dentro de nuestro país aun no disponemos de normas y regulaciones que nos den las pautas correspondientes para la instalación o implementación de estaciones de carga también denominadas electrolineras, sin embargo, si existe un proyecto de regulación denominado proyecto de regulación sobre contrato de suministro para la comercialización de energía a estaciones de carga de vehículos eléctricos (ELECTRICIDAD, 2019) .

En el presente capítulo se realizará una explicación de este proyecto el mismo que tiene una relación directa con la implementación de las estaciones de carga, sea en un lugar público o privado.

3.1 Proyecto de venta de energía eléctrica para estaciones de carga para vehículos eléctricos en Ecuador.

Este proyecto de regulación para la venta de energía eléctrica para las estaciones de carga para vehículos eléctricos tiene su fundamento en la ley de eficiencia energética ya que, en su registro oficial del 19 de marzo del 2019, se realiza la siguiente edición la cual dice textualmente:

El servicio de carga de vehículos eléctricos podrá ser ofrecido por personas naturales o jurídicas habilitadas mediante la firma de un contrato de comercialización de energía eléctrica para carga de vehículos suscrito con las empresas eléctricas de distribución, que estará sujeto a las condiciones jurídicas y técnicas establecidas por la ARCONEL mediante regulación pertinente. El costo de carga será fijado por el proveedor del servicio, limitado a un valor máximo establecido por la ARCONEL en los estudios tarifarios (ELECTRICIDAD, 2019).

3.2 Objetivo del proyecto.

Dar a conocer a las empresas distribuidoras de energía los lineamientos a seguir para realizar los contratos pertinentes con las personas jurídicas o naturales que serán las encargadas de dotar del servicio de recarga eléctrica a los usuarios de los vehículos eléctricos, tomando en cuenta siempre que los valores del costo de las recargas serán siempre establecidos por el ARCONEL.

3.3 Ley de eficiencia energética.

En este proyecto se toma en cuenta como antecedente legal la mencionada ley que se encuentra vigente en el país, el objetivo de esta ley es la de impulsar la utilización eficaz de energía eléctrica, basándose en la reserva del medio ambiente, y así garantizar que no existan pérdidas innecesarias de energía.

Así mismo dentro de la ley de eficiencia energética, no deja de lado a las infraestructuras de recarga para los vehículos eléctricos, por lo que dicha ley nos dice lo siguiente:

Primera. – En el artículo 43 de la ley orgánica del servicio público de energía eléctrica modifícase el primer inciso de la siguiente manera: luego de la frase “la actividad de distribución y comercialización de electricidad” incorporarse el texto: “exceptuando el servicio de carga de vehículos eléctricos” (ELECTRICIDAD, 2019).

Segunda. – A continuación del artículo 43 de la Ley Orgánica de Servicio Público de Energía Eléctrica incorpórese el siguiente Artículo: “Artículo (...) Comercialización de electricidad para carga de vehículos.- El servicio de carga de vehículos eléctricos podrá ser ofrecido por personas naturales o jurídicas habilitadas mediante la firma de un Contrato de Comercialización de Energía Eléctrica para Carga de Vehículos suscrito con las Empresas Eléctricas de Distribución, que estará sujeto a las condiciones jurídicas y técnicas establecidas por la ARCONEL mediante Regulación pertinente (ELECTRICIDAD, 2019).

Dentro de estas reformas cabe recalcar que el precio de carga será puesto por las empresas distribuidoras de energía siempre y cuando dichos precios estén dentro del rango de los valores mínimos y máximos que estipula la ARCONEL.

3.4 Movilidad eléctrica en el país.

Un tema de vital importancia es la inserción de los vehículos eléctricos al país, todo esto con la finalidad de minimizar la emisión de gases de efecto invernadero que producen los vehículos a combustión, de la misma forma se trata de promover el uso eficiente de energía con la implementación de los vehículos eléctricos, así mismo se trata de cuidar mucho el consumo de combustibles fósiles para que en un futuro se tengan mayores reservas y no exista escasez de dichos combustibles como por ejemplo el petróleo, diésel, etc.

En la actualidad estamos en medio de un proceso de cambio de movilidad y energía, se dice que estamos dentro de este proceso por dos razones:

1. Cambio de movilidad a combustión a movilidad eléctrica amigable con el medio ambiente.

2. Cambio de matriz energética, esto quiere decir que estamos tratando de cambiar la utilización de combustibles fósiles para generar energía eléctrica al uso de energías limpias y renovables.

Si bien es cierto el país aún no cuenta con muchos vehículos eléctricos circulando dentro de nuestro territorio, sin embargo con los vehículos eléctricos que se encuentran en diferentes ciudades se han realizado estudios y análisis con los distintos modelos existentes en el mercado automotriz en las ciudades más importantes como son: Quito, Cuenca y Guayaquil con los diferentes análisis y pruebas realizadas se concluye que no existe inconvenientes para que los vehículos eléctricos se inserten en nuestro país, ya que nuestro relieve territorial permite sin ningún problema el uso de los vehículos eléctricos.

La ARCONEL y el MERNNR han desarrollado estudios sobre el impacto de los autos eléctricos en los sistemas de generación de electricidad, llegando a determinar que considerando un ingreso de 292472 vehículos eléctricos hasta el año 2032 el impacto es de 1,71% en potencia y 1.79% en energía sobre los valores proyectados de potencia y energía para el año 2017 de acuerdo al Plan Maestro de Electrificación –PME-, lo cual no llega ni al valor considerado como parámetro de seguridad del sistema de generación (20% en potencia y 10% en energía) (ELECTRICIDAD, 2019).

3.5 Infraestructura de carga de vehículos eléctricos en el país.

Como sabemos en nuestro país aún no existe una infraestructura de carga para vehículos eléctricos que permitan tener una buena aceptación en la ciudadanía respecto a la adquisición de los mismos, por lo tanto, se da a conocer los diferentes tipos de carga que se pueden instalar en el país, estos tipos de carga se muestran en la figura siguiente:

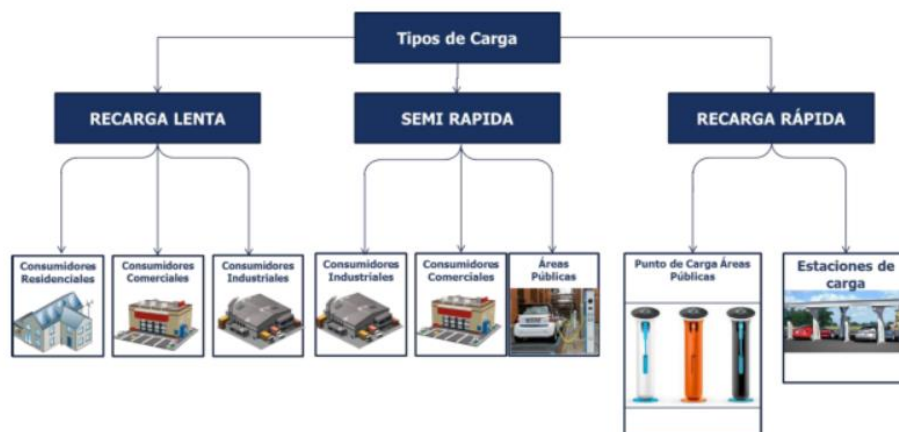


Fig. 42. Tipos de carga de vehículos eléctricos en el país.

(ELECTRICIDAD, 2019)

3.6 Estado de países con contratos de recarga para vehículos eléctricos y con estaciones de carga ya instaladas.

Tabla 5. Estado de países con contratos de recarga para V.E.'S y estaciones de carga ya instaladas.

	Brasil	EEUU	México	India	Colombia	Chile	Costa Rica	Guatemala
La Distribuidora puede instalar estaciones de carga?	✓	✓	Sin Información	✓	Sí. Adicional los Municipios son responsables	✓	✓ Las distribuidoras son responsables	✓
El Privado puede instalar una electrolinera?	✓	✓	✓*	✓	✓ Alianza Público – Privada	✓	✓ Alianza Co-inversión	✓
Un hotel o un centro comercial o un usuario final puede vender	✓	Sin Información	✓	✓	✓	Sin Información	Sin Información	Sin Información
Está regulado las condiciones entre la distribuidora y las estaciones de carga?	✓	✓		✓	Sin Información	Sin Información	Sin Información	✓
Precio	Precios libres	Determinado por el proveedor de carga	No regulado. Un usuario puede revender la energía	Mixto: Hay puntos gratuitos y otro pagados	✓	Gratuito Inicialmente-Libre mercado	Sin Información	Determinado por el proveedor de carga
¿Existe contrato entre las partes?	Sí, pero no se evidencia un contrato específico para el proveedor de carga de VE	✓	Sí, pero no se evidencia un contrato específico para el proveedor de carga de VE	✓	Sin Información	Sin Información	✓	En etapa de planificación
Tipo de Tarifa	precios negociados libremente	Precios personalizados	Sin Información	Supervalle especial.	Uniforme	Libre mercado	Sin Información	Sin Información

(ELECTRICIDAD, 2019)

3.7 Extracto de contratos de abastecimiento de energía eléctrica para recarga de vehículos eléctricos.

Tabla 6. Extracto de aspectos generales de los contratos de abastecimiento de energía eléctrica para recarga de vehículos eléctricos.

ASPECTOS ANALIZADOS	EEUU Energetics	EEUU PG&E	España EDP
Plazo del contrato	Hasta el 30 de junio del 2020	10 años a partir de la operación	Un año. Con Prorrogas anuales
Precio de comercialización en el punto de recarga?	No se especifica	Precios de transferencia: El Anfitrión del sitio tendrá la opción de incluir un "Sumador de tarifas" (cargos adicionales no energéticos) Precios personalizados: precio determinado por el Anfitrión por un plan de gestión de carga.	Precio independiente en cada punto de recarga
Calidad del suministro y medición de consumo en el punto de entrega de la Distribuidora	No se especifica	No se especifica	Responsabilidad de
Verificación de Equipos de medición en el punto de recarga	No se especifica	No se especifica	EDP Verifica
Operación y Mantenimiento	Propietario es responsable de mantener limpio y requiere hacer mantenimientos, llamará a Energetics y ChargePoints	PG&E y el Anfitrión. El Anfitrión paga los costos de O&M.	EDP
Cumplir requisitos previos y Aprobaciones	Sí. Planos y documentos adicionales	Sí.	EDP Verifica
Garantía	Hasta \$500 Energetics Reconocerá, o se dispone de garantía extendida	PG&E no se hace responsable de los fabricantes, distribuidores, contratistas, materiales o mano de obra del paquete EVSE	No se especifica

(ELECTRICIDAD, 2019)

3.8 Aspectos regulatorios en el proyecto.

En el presente proyecto regulatorio de venta de energía eléctrica para recarga de vehículos eléctricos" el mismo que estará a cargo de las empresas distribuidoras de energía y bajo

estándares respecto a precios de energía por parte de la ARCONEL, se regularan los siguientes aspectos:

- Garantías.
- Condiciones del servicio.
- Propiedades del abastecimiento de energía.
- Disposiciones para el montaje de electrolineras.
- Forma de pago y consumo de la electrolinera.
- Interrupción del abastecimiento de energía eléctrica.
- Compromiso de las empresas distribuidora de energía.
- Obligaciones de las personas que ofrezcan el servicio de carga.
- Periodo de duración del contrato.
- Finalización del contrato.
- Reglamentos adaptables.
- Admisión del contrato.
- Violaciones y castigos por algún tipo de incumplimiento del contrato.

3.9 Pasos legales a seguir para la instalación de una electrolinera.

Para el montaje de una estación de carga para vehículos eléctricos, la cual va a servir como fin de comercialización de energía eléctrica por parte de alguna persona natural o jurídica, se deben seguir los siguientes pasos:

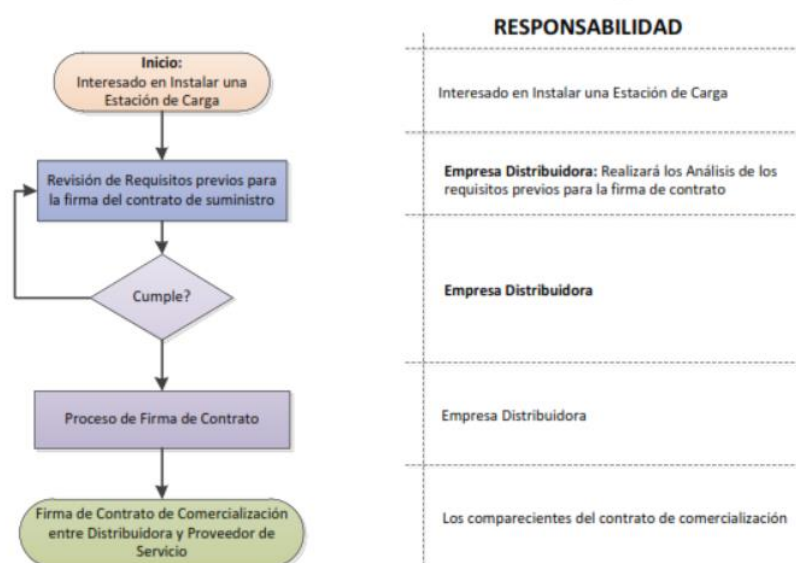


Fig. 43. Pasos a seguir para el montaje de una electrolinera.

(ELECTRICIDAD, 2019)

3.10 Contenido del contrato de comercialización.

- COMPARECIENTES (ELECTRICIDAD, 2019).
- CLÁUSULA PRIMERA. - Antecedentes (ELECTRICIDAD, 2019).
- CLÁUSULA SEGUNDA. - Objeto del Contrato (ELECTRICIDAD, 2019).
- CLÁUSULA TERCERA. - Características del suministro (ELECTRICIDAD, 2019).
- CLÁUSULA CUARTA. - Sobre la estación de carga de vehículos eléctricos (ELECTRICIDAD, 2019).
- CLÁUSULA QUINTA. - Consumo de Energía de la Estación de Carga y su forma de pago (ELECTRICIDAD, 2019).
- CLÁUSULA SEXTA. - Suspensión del Servicio de Energía Eléctrica (ELECTRICIDAD, 2019).
- CLÁUSULA SEPTIMA. - Obligaciones de la Distribuidora (ELECTRICIDAD, 2019).
- CLÁUSULA OCTAVA. - Derechos y responsabilidad del proveedor del servicio de carga (ELECTRICIDAD, 2019).
- CLÁUSULA NOVENA. - Plazo (ELECTRICIDAD, 2019).
- CLÁUSULA DÉCIMA. - Terminación del Contrato (ELECTRICIDAD, 2019).
- CLÁUSULA DÉCIMO PRIMERA. - Normas Aplicables (ELECTRICIDAD, 2019).
- CLÁUSULA DÉCIMO SEGUNDA. - Controversias (ELECTRICIDAD, 2019).

- CLÁUSULA DÉCIMO TERCERA. – Aceptación (ELECTRICIDAD, 2019).

3.11 Detalle de los incumplimientos por parte del suministrador del servicio de carga.

Tabla 7. Incumplimiento por el suministrador del servicio de carga

Incumplimiento del PROVEEDOR DEL SERVICIO DE CARGA	Acción⁶ Sanción
No pagar la factura hasta la fecha de vencimiento	1/3/7
Reconexión, por cuenta del PROVEEDOR DEL SERVICIO DE CARGA, del servicio de energía eléctrica suspendido	1/2/4/5/7
Modificación, reemplazo o reubicación de la acometida, equipo de medición, o de cualquiera de sus partes sin autorización de la DISTRIBUIDORA	1/2/5/7
Impedir el acceso al personal autorizado de la DISTRIBUIDORA, para la realización de inspecciones técnicas, labores de control, toma de lecturas o suspensiones del servicio de energía eléctrica.	1/5/7
Agredir física o verbalmente al personal autorizado de la DISTRIBUIDORA con motivo de la prestación del servicio de energía eléctrica	9
No cuidar las instalaciones eléctricas que le permiten contar con el suministro de energía eléctrica	2
Consumir energía eléctrica a través de instalaciones que alteren o impidan el funcionamiento normal de los instrumentos de medición o control requeridos por la DISTRIBUIDORA	1/2/4/6/7/9
Consumir energía eléctrica en forma o cantidad (demanda contratada) que no esté autorizada por el presente contrato	1/2/4/6/7
No remitir, por más de una ocasión, información requerida por la DISTRIBUIDORA en la forma y plazos establecidos	5
Remitir información inexacta o distorsionada que sea requerida por la DISTRIBUIDORA	5
Incumplir con las condiciones técnicas y de seguridad reglamentarias.	1/6/7
Hacer uso de la energía suministrada para la Estación de Carga en otros fines que no sea el servicio de carga de vehículos eléctricos.	1/8/7

(ELECTRICIDAD, 2019)

3.12 Detalles de las sanciones aplicables.

Tabla 8. Sanciones aplicables.

Nro.	Acciones y Sanciones
1	Suspensión del servicio de energía eléctrica
2	Pago por reparación o reposición de las instalaciones, equipos y materiales propiedad de la distribuidora.
3	Pago de intereses legales
4	Pago por energía consumida, calculada y facturada conforme la normativa vigente, hasta por los 12 meses anteriores a la determinación de la infracción.
5	Pago de cinco por ciento (5%) de un Salario Básico Unificado (1 SBU), su reincidencia equivaldrá a diez por ciento (10%) de un (1) SBU
6	Pago de trescientos por ciento (300%) del valor de la facturación efectiva del mes de consumo anterior a la determinación del ilícito hasta un máximo de dos (2) SBU, en caso de ser un consumidor nuevo, el valor de consumo se lo determinara en base a su carga instalada. La reincidencia, serán sancionados con una multa de quinientos por ciento (500%) del valor de la refacturación, hasta un máximo de cuatro (4) SBU
7	Pago por reposición del servicio
8	Pago de dos (2) SBU su reincidencia equivaldrá a cuatro (4) SBU
9	Acción legal

(ELECTRICIDAD, 2019)

3.13 Pliego tarifario para empresas distribuidoras de energía eléctrica 2021

Se comprende como pliego tarifario el documento dispuesto por el ARCONEL en el que se da a conocer cuáles son los valores tarifarios con los que las empresas distribuidoras puedan realizar la distribución de energía a diferentes clientes sean estos residenciales, comerciales o industriales.

Dentro de este trabajo investigativo se dará a conocer todo lo relacionado respecto al pliego tarifario que se utilizará en las estaciones de carga, sean estas en bajo voltaje, medio y alto voltaje.

Para comprender mejor lo referente al pliego tarifario se deberán conocer algunos términos que se utilizarán a lo largo del presente capítulo, los términos a conocer son los siguientes:

- **Estación de carga rápida:** Persona natural o jurídica, pública o privada, que utiliza el servicio público de energía eléctrica, en niveles de medio y/o alto voltaje, para la

prestación del servicio de carga rápida de vehículos eléctricos, buses eléctricos y/o similares (ELECTRICIDAD, CNEL.GOB.EC, 2020).

- **Período de demanda base:** Corresponde al consumo de energía eléctrica en el período comprendido entre 22:00 a 08:00 horas (ELECTRICIDAD, CNEL.GOB.EC, 2020).
- **Período de demanda punta:** Corresponde al consumo de energía eléctrica en el período comprendido entre 18:00 a 22:00 horas (ELECTRICIDAD, CNEL.GOB.EC, 2020).
- **Período de demanda media:** Corresponde al consumo de energía eléctrica en el período comprendido entre 08:00 a 18:00 horas (ELECTRICIDAD, CNEL.GOB.EC, 2020).
- **Programa PEC:** Programa emblemático de eficiencia energética para la cocción por inducción y/o el calentamiento de agua sanitaria con electricidad en sustitución del GLP en el sector residencial (PEC) cuya ejecución y lineamientos se encuentra a cargo del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ELECTRICIDAD, CNEL.GOB.EC, 2020).
- **Vehículo eléctrico:** Medio de transporte impulsado por uno o más motores eléctricos acoplados dentro del vehículo, que sirve para la movilización de personas, animales o cargas (ELECTRICIDAD, CNEL.GOB.EC, 2020).

3.14 Arancel para bajo voltaje.

El termino arancel para bajo voltaje hace referencia a todos los clientes o consumidores de energía eléctrica que posean un vehículo eléctrico y que en su domicilio o punto de entrega de energía más cercano se obtengan valores por debajo o iguales a 600 voltios, por lo cual se establece por medio del ARCONEL que se incorpore un registrador de demanda horaria para poder determinar la demanda de potencia y el consumo de energía al mes en los diferentes periodos de demanda sean estos demanda punta, media y base.

El registrador de demanda horaria que se incorpore para los propietarios que posean vehículos eléctricos será independiente del que tiene en sus viviendas, así mismo en este tipo de arancel o tarifa se establece que las infraestructuras de carga para dichos vehículos eléctricos no deberán sobrepasar la potencia de 10KW, por lo tanto, serán consideradas de carga liviana o de carga lenta.

Tabla 9. Tarifas para bajo voltaje para CNEL-EP.

RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/kW-mes)	ENERGÍA (USD/kWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/Consumidor)	
NIVEL VOLTAJE				
BAJO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA				
COMERCIALES				
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas	4,790	0,090	1,414	
		0,072		
INDUSTRIALES				
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas	4,790	0,065		
		0,069		
E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES				
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas	4,790	0,080		
		0,066		
BOMBEO AGUA				
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas	4,790	0,070		
		0,056		
NIVEL VOLTAJE				
BAJO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA				
BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE				
L-V 08:00 hasta 18:00 horas L-V 18:00 hasta 22:00 horas L-V 22:00 hasta 08:00 horas S, D 18:00 hasta 22:00 horas	2,620	0,056	1,414	
		0,095		
		0,045		
		0,056		
VEHICULOS ELÉCTRICOS				
L-V 08:00 hasta 18:00 horas L-D: 18:00 hasta 22:00 L-D: 22:00 hasta 08:00 horas S, D 18:00 hasta 22:00 horas	4,050	0,080		
		0,100		
		0,050		
		0,050		
NIVEL VOLTAJE				
BAJO Y MEDIO VOLTAJE				
BOMBEO AGUA - COMUNIDADES CAMPESINAS DE ESCASOS RECURSOS ECONÓMICOS SIN FINES DE LUCRO				
1-300 Superior		0,040		
		0,040		
ASISTENCIA SOCIAL, BENEFICIO PÚBLICO Y CULTO RELIGIOSO CON DEMANDA				
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas	3,000	0,065	1,414	
		ASISTENCIA SOCIAL Y BENEFICIO PÚBLICO CON DEMANDA HORARIA		
		3,000		0,065
				0,054

(ELECTRICIDAD, CNEL.GOB.EC, 2020)

El cliente pagara:

- Un cargo por comercialización en USD/consumidor-mes, independiente del consumo de energía (ELECTRICIDAD, CNEL.GOB.EC, 2020).
- Un cargo por demanda en USD/kW-mes, por cada kW de demanda mensual facturable como mínimo de pago, independiente del consumo de energía, multiplicado por un factor de gestión de la demanda (FGDVE) (ELECTRICIDAD, CNEL.GOB.EC, 2020).

- Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de demanda de punta de 18:00 hasta las 22:00 horas, de lunes a domingo (ELECTRICIDAD, CNEL.GOB.EC, 2020).
- Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de demanda media de 08:00 hasta las 18:00 horas, de lunes a viernes; equivalente al 80% del cargo en el periodo de punta (ELECTRICIDAD, CNEL.GOB.EC, 2020).
- Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de demanda de base de 22:00-08:00 horas de lunes a domingo y 08:00-18:00 horas, sábado y domingo; equivalente al 50% del cargo en el periodo de punta (ELECTRICIDAD, CNEL.GOB.EC, 2020).

3.15 Arancel para medio voltaje.

Este tipo de arancel o tarifa está dirigida a todos aquellos consumidores o clientes de las empresas distribuidoras de energía que cuenten con vehículos eléctricos, se los considera dentro de esta tarifa de medio voltaje a todos aquellos que cuenten con un punto de entrega de energía eléctrica que conste o que se encuentre entre los valores de voltaje de 600 voltios a 40 kilovoltios, así mismo se recalca si un consumidor se encuentra medido por un registrador de demanda horaria en bajo voltaje la empresa distribuidora tendrá la obligación de incorporar un incremento del 2% en su factura por potencia y energía, esto debido a las perdidas por potencia y energía de los transformadores.

Al igual que en la tarifa de bajo voltaje se debe tener instalado un medidor con registrador de demanda horaria el cual permitirá a la empresa de distribución de energía tener conocimiento del consumo de energía y de la demanda de potencia necesaria para la carga de vehículos eléctricos, tanto en los periodos de demanda punta, media y base pero con la diferencia que son consideradas las estaciones de carga rápida y ya no las de carga lenta o liviana debido a que la potencia de las estaciones en medio voltaje es mayor a 10 KW.

Tabla 10. Tarifas para medio voltaje para CNEL-EP.

RANGO DE	DEMANDA	ENERGÍA COMERCIALIZACIÓN	
NIVEL VOLTAJE	GENERAL MEDIO VOLTAJE CON DEMANDA		
	COMERCIALES		
	4,790	0,095	1,4 14
	INDUS		
	4,790	0,083	
	E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS		
	4,790	0,071	
	BOMBE		
	4,790	0,061	
NIVEL VOLTAJE	MEDIO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA		
	COMERCIALES		
08:00 hasta 22:00 horas	4,576	0,095	1,4 14
22:00 hasta 08:00 horas		0,077	
	E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS		
08:00 hasta 22:00 horas	4,576	0,071	
22:00 hasta 08:00 horas		0,059	
	BOMBE		
08:00 hasta 22:00 horas	4,576	0,061	
22:00 hasta 08:00 horas		0,049	
NIVEL VOLTAJE	MEDIO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA		
	BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE		
L-V 08:00 hasta 18:00 horas	2,620	0,043	1,4 14
L-V 18:00 hasta 22:00 horas		0,073	
L-V 22:00 hasta 08:00 horas		0,034	
S, D 18:00 hasta 22:00 horas		0,043	
	ESTACIÓN DE CARGA RÁPIDA		
L-V 08:00 hasta 18:00 horas	4,050	0,069	
L-D: 18:00 hasta 22:00 horas		0,086	
L-D: 22:00 hasta 08:00 horas		0,043	
SyU: 08:00 hasta 18:00 horas			
	INDUS		
L-V 08:00 hasta 18:00 horas	4,576	0,0897	
L-V 18:00 hasta 22:00 horas		0,1037	
L-V 22:00 hasta 08:00 horas		0,0501	
S, D, F 18:00 hasta 22:00 horas		0,0897	

(ELECTRICIDAD, CNEL.GOB.EC, 2020)

El cliente pagara:

- Un cargo por comercialización en USD/consumidor-mes, independiente del consumo de energía (ELECTRICIDAD, CNEL.GOB.EC, 2020).

- Un cargo por demanda en USD/kW-mes, por cada kW de demanda mensual facturable como mínimo de pago, independiente del consumo de energía, multiplicado por un factor de gestión de la demanda (FGDVE) (ELECTRICIDAD, CNEL.GOB.EC, 2020).
- Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de demanda de punta de 18:00 hasta las 22:00 horas, de lunes a domingo (ELECTRICIDAD, CNEL.GOB.EC, 2020).
- Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de demanda de media, de 08:00 hasta las 18:00 horas, de lunes a viernes; equivalente al 80% del cargo en el periodo de punta (ELECTRICIDAD, CNEL.GOB.EC, 2020).
- Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de demanda de base de 22:00-08:00 horas, de lunes a domingo y 08:00-18:00 horas sábado y domingo; equivalente al 50% del cargo en el periodo de punta (ELECTRICIDAD, CNEL.GOB.EC, 2020).

3.16 Arancel para alto voltaje.

Este tipo de arancel o tarifa está dirigida a todas las personas consumidoras o clientes de las empresas distribuidoras de energía que tengan en su punto de entrega de energía eléctrica un valor mayor a 40 kilovoltios hasta 138 kilovoltios, debido a que este nivel de voltaje se refiere a las electrolineras de carga rápida para vehículos eléctricos, de igual manera se deberá tener instalado registrador de demanda horaria para poder tener conocimiento de cuanta energía y demanda de potencia es necesaria para la carga de los vehículos eléctricos.

La tarifa en alto voltaje será idéntica a las tarifas de medio voltaje, debido a que los dos niveles de voltajes están especificados para el uso de estaciones de carga rápida.

Tabla 11. Tarifas para alto voltaje para CNEL-EP.

RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/kW-mes)	ENERGÍA (USD/kWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/Consumidor)
NIVEL VOLTAJE	ALTO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA		
	COMERCIALES		
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas	4,400	0,089 0,081	1,414
	E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES		
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas	4,400	0,065 0,059	
	BOMBEO AGUA		
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas	4,400	0,055 0,049	
	ASISTENCIA SOCIAL Y BENEFICIO PÚBLICO CON DEMANDA HORARIA		
08:00 hasta 22:00 horas 22:00 hasta 08:00 horas	3,000	0,065 0,054	
NIVEL VOLTAJE	ALTO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA		
	BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE		
L-V 08h00 hasta 18h00 L-V 18h00 hasta 22h00 L-V 22h00 hasta 08h00 S, D 18h00 hasta 22h00	2,100	0,039 0,065 0,031 0,039	1,414
	ESTACIÓN DE CARGA RÁPIDA		
L-V 08:00 hasta 18:00 horas L-D: 18:00 hasta 22:00 horas L-D: 22:00 hasta 08:00 horas S,D: 08:00 hasta 18:00 horas	4,050	0,069 0,086 0,043	
	INDUSTRIALES		
L-V 08:00 hasta 18:00 horas L-V 18:00 hasta 22:00 horas L-V 22:00 hasta 08:00 horas S, D, F 18:00 hasta 22:00 horas	4,400	0,0837 0,0967 0,0501 0,0837	
NIVEL VOLTAJE	ALTO VOLTAJE CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA (Grupo - AV2)		
	INDUSTRIALES		
L-V 08:00 hasta 18:00 horas L-V 18:00 hasta 22:00 horas L-V 22:00 hasta 08:00 horas S, D, F 18:00 hasta 22:00	3,940	0,0678 0,0814 0,0543 0,0678	7,066

(ELECTRICIDAD, CNEL.GOB.EC, 2020).

CAPITULO 4.

4. Memoria técnica proyectada para la instalación eléctrica de una estación de carga.

En este capítulo se dará a conocer cuáles son las partes o componentes que se utilizarán para poder realizar una instalación eléctrica para una estación de carga en la ciudad de Machala, dichas partes importantes se las puede nombrar a continuación:

- Red de medio voltaje.
- Circuito seccionador.
- Transformador sea tipo Pad Mounted o tipo convencional aéreo.
- Red de bajo voltaje.
- Circuito de medición.
- Tablero de distribución.
- Carga.

4.1 Instalación eléctrica de la estación de carga.

En la actualidad no existe una gran cantidad de vehículos eléctricos en la ciudad de Machala esto debido a insuficiencia de infraestructura de carga para dichos vehículos, también el poco interés en la adquisición de estos vehículos depende mucho de la falta de conocimiento de los beneficios que se obtiene al momento de usar estos vehículos.

Las infraestructuras de carga pueden ser de cualquier tipo dependiendo del uso o del tiempo de carga que requiera la persona poseedora del vehículo eléctrico, podemos acotar que para una carga óptima y más eficaz se proyecta la implementación de estaciones de carga rápida.

En el capítulo 2 de este trabajo de investigación y análisis se hablo acerca de potenciales lugares que estarían de manera óptima para la instalación de electrolineras o estaciones de carga, los lugares denominados potenciales para este tipo de instalación son los siguientes:

- Centro comercial La Piazza.
- Paseo shopping.
- Terminal terrestre de Machala.

En las tres opciones que se plantean para realizar la instalación de una estación de carga se considerarán los mismos parámetros de seguridad y de espacio, suficiente para el

aparcamiento de vehículos, así mismo el diseño y las variables eléctricas a tener en cuenta serán las mismas para los tres lugares o espacios potenciales.

Como se sabe las estaciones de carga rápida son equipos que demandan de una gran potencia es por ello que la instalación eléctrica se la proyectara de manera aislada a la instalación eléctrica del local comercial o terminal terrestres.

En este caso de estudio se realizará la proyección y análisis de la instalación eléctrica en el Paseo Shopping Machala, este lugar fue escogido dado el espacio que tiene y la gran afluencia de personas y vehículos que no solo son del cantón sino de la provincia en general, a continuación, se detallara cuáles serían las cargas que van a ser colocadas en el parqueadero para la adecuación de una estación de carga:

- Toma corrientes 110v
- Estación de carga rápida
- Iluminación

4.2 Características eléctricas de media tensión.

El diseño propuesto parte desde la red de media tensión que llega a la nave comercial, la cual está conectada al alimentador con las siguientes características:

Tabla 12. Datos del alimentador al que se conectara la estación de carga rápida.

Nombre del alimentador	S/E El Cambio-Expreso 1Tramo MTA trifásico.
Código de empresa	CNEL-EP EL ORO
Fase de conexión	ABC
Voltaje	13.8 KV
Configuración de conductores	3F3C
Longitud del sistema	48.72 Km
Cantón	Machala
Parroquia	La Providencia

(ORO, 2020)

La información de media tensión que llega a la nave comercial son las siguientes:

Tabla 13. Información de media tensión.

Nombre del tramo	Tramo MT Aéreo
Código de empresa	CNEL -EP EL ORO
subtipo	Tramo MTA trifásico
Fase de conexión	ABC
Voltaje	13.8 Kv
Configuración conductores	3F3C
Cantidad de conductores	3

(ORO, 2020)

La instalación eléctrica comenzaría a partir de la media tensión de 13.8 KV el cual viene desde el alimentador S/E El Cambio-Expreso 1Tramo MTA trifásico, perteneciente al cantón Machala, y por la gran potencia que demandan las estaciones de carga rápida se prevé un centro de transformación independiente para la estación de carga

4.3 Diseño eléctrico para la instalación de una estación de carga rápida.

El diseño propuesto para el montaje e instalación eléctrica de una electrolinera en el Paseo Shopping de Machala se vería de la siguiente forma:

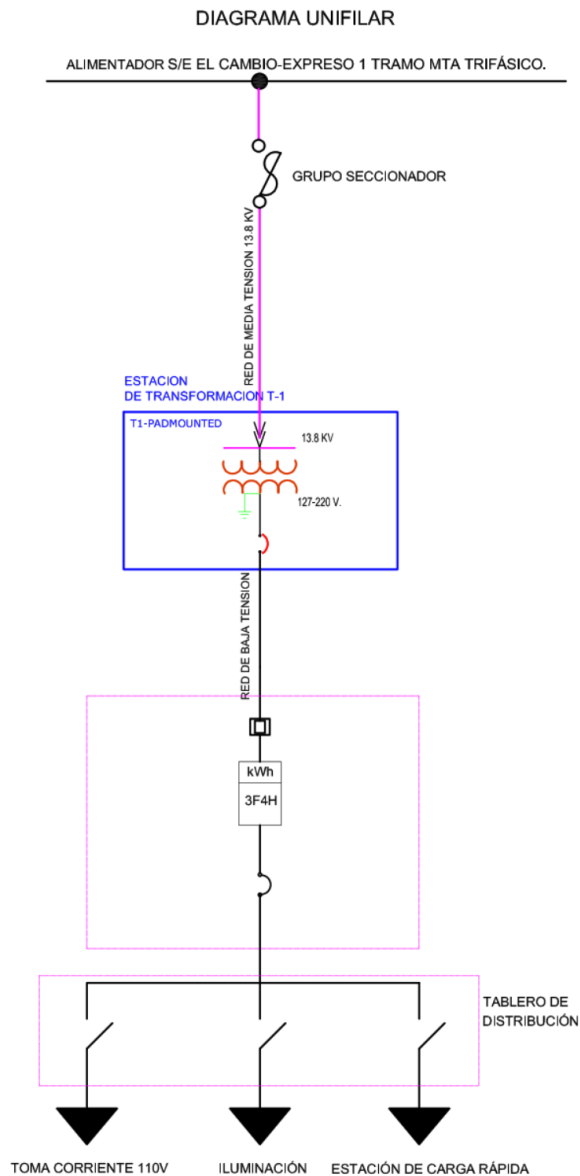


Fig. 44. Diagrama unifilar de instalación proyectada.

Autor

Dentro de esta propuesta de diseño eléctrico se tendrá en consideración todas las normas de seguridad pertinentes tanto para personas como para las instalaciones, como se podrá apreciar se tendrá un transformador de forma independiente a la de las instalaciones del centro comercial, de esta manera se asegurará de no afectar a las instalaciones del mismo.

Así mismo como se mencionó en el capítulo anterior tendrá un medidor independiente al que ya cuenta el centro comercial, este medidor será de uso exclusivo de la estación de carga, y con registrador de horario diferenciado.

4.4 Pararrayo de distribución.

El pararrayos forma parte fundamental de la instalación eléctrica para nuestra estación de carga rápida, al momento de existir un rayo en la atmosfera terrestre este dispositivo lo atraerá para posteriormente descargarlo a tierra y de esa forma proteger nuestra instalación, debido a que nuestra red de media tensión es de 13.8 KV el pararrayos a utilizar será uno que se encuentra homologado y se encuentra también dentro de las unidades de propiedad, por lo tanto, el pararrayos será el siguiente:

- Pararrayos de distribución de 18 kV.

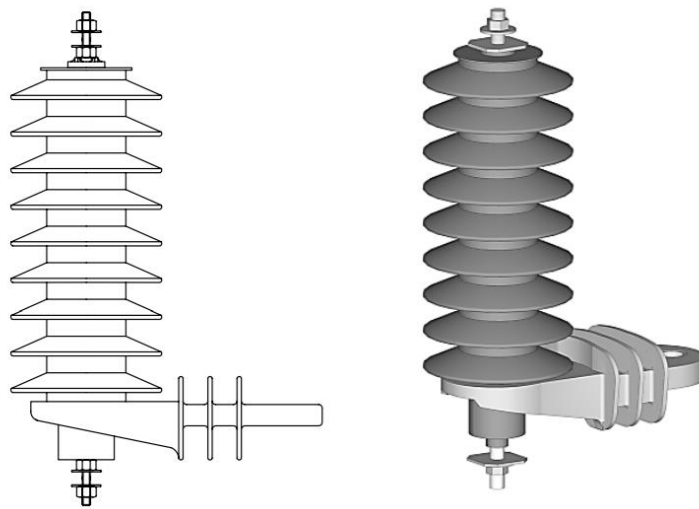


Fig. 45. Pararrayos de distribución de 18 kV.

(RENOVABLE, 2020)

Los aspectos técnicos de este pararrayos se las puede ver en el anexo A.

4.5 Seccionador portafusible.

El seccionador portafusible es un elemento de protección para la instalación eléctrica el mismo que tiene como objetivo desconectar la alimentación eléctrica a nuestro circuito o instalación eléctrica para su protección y de esa manera se podrán evitar daños a las personas y equipos instalados, en nuestro caso se utilizara un seccionador portafusible homologado el cual se lo puede encontrar fácilmente en las unidades de propiedad para las empresas distribuidoras de energía del país.

Para nuestra instalación eléctrica de la estación de carga rápida se utilizará un seccionador portafusible reemplazable de 15 KV, dada las características técnicas que se pueden ver en el anexo B de este trabajo investigativo es el indicado para poder colocar en nuestro diseño.

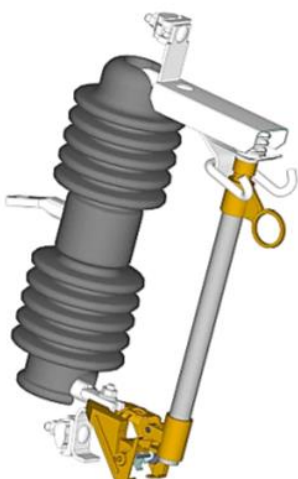


Fig. 46. Seccionador portafusible reemplazable de 15 KV.

(RENOVABLE, 2020).

4.6 Acometida de media tensión.

Para la acometida de media tensión se deberá utilizar un conductor que cumpla con todas las normas de seguridad para una instalación subterránea, este tipo de conductor tiene niveles de aislamiento del 100% y del 133%, esto quiere decir que en el nivel de aislamiento del 100% se deben utilizar en sistemas donde el neutro esté conectado a tierra de tal manera que en caso de alguna falla, dicha falla descargue a tierra lo antes posible, exactamente deberían descargar en un tiempo menor a 1 minuto, así mismo para el caso del nivel de aislamiento del 133% se utiliza en sistemas con neutro aislado, donde se busque eliminar algún tipo de falla en un tiempo no mayor a una hora, a continuación se da a conocer las características principales de este tipo de conductor :

Tabla 14. Características principales del conductor de media tensión.

Conductor	Cobre suave.
Forma del conductor	Cableado concéntrico.
Tipo de aislamiento	Polietileno reticulado XLPE o TRXLPE.
Pantalla sobre el aislamiento	Semiconductor de polietileno reticulado removible o de alta adherencia.
Tipo de pantalla electrostática	Cinta metálica o alambre de cobre
Chaqueta	Material termoplástica PVC (color rojo)

(RENOVABLE, 2020)

Como se puede observar este tipo de conductor es idóneo para la instalación eléctrica subterránea de nuestra estación de carga rápida por lo tanto en el presente diseño se usará el conductor cableado de cobre tipo XLPE 15KV,90° C, calibre 2 AWG.

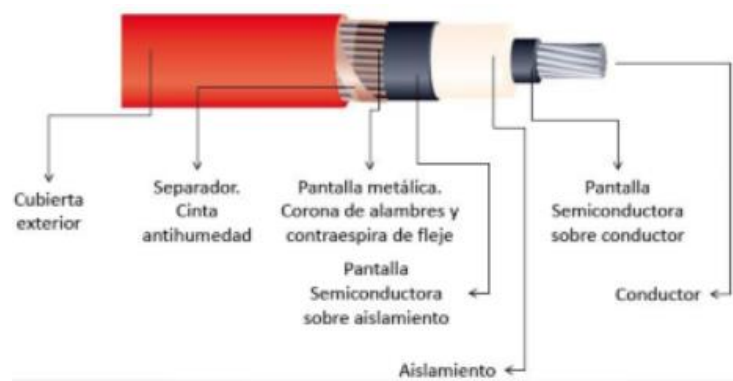


Fig. 47. Conductor cableado de cobre tipo XLPE.

(RENOVABLE, 2020)

4.7 Transformador.

Como en todo estudio eléctrico se procede a conocer la cantidad de cargas y sus características eléctricas par así proceder a dimensionar la capacidad del transformador que va abastecer de energía a la instalación eléctrica.

Las cargas se ven a continuación en las diferentes tablas que se realizó para este estudio:

Tabla 15. Circuito 1 de cargas a ser instaladas.

CANT	CIRCUITO 1	FASES	TENSION (VOLT.)	CARGA (VATIOS)	FACTOR SIMULT.	DEMANDA (KVA)
5	TOMACORRIENTE 110V	F1	110	6.000	0,35	2,28
2	ILUMINACION EXTERIOR	F2-F3	220	120	1,00	0,13
		F1-F2-F3	220	6.120	1,00	2,41

Autor.

Tabla 16. Circuito 2 de cargas a ser instaladas.

CANT	CIRCUITO 2	FASES	TENSION (VOLT.)	CARGA (VATIOS)	FACTOR SIMULT.	DEMANDA (KVA)
1	ESTACION DE CARGA RAPIDA	F1-F2-F3	240	43.000	1,00	46,74
		F1-F2-F3	240	43.000	1,00	46,74

Autor.

Debido a la carga que tiene la estación de carga se dividen las cargas en dos circuitos, de esta manera tratamos de balancear las líneas o fases de conexión de nuestra instalación, como se puede observar tenemos en nuestro primer circuito una demanda de 2.41 KVA y en

nuestro segundo circuito tenemos una demanda de 46.74 KVA esto nos da como resultado 49.15 KVA, por lo tanto ya podemos escoger la potencia de nuestro transformador el cual sería un transformador de 50 KVA, sin embargo vamos a dejar un valor de proyección a futuro si llegara a ser el caso de utilizar esta misma instalación para incluir más estaciones de carga para vehículos eléctricos o a su vez mas equipos que demanden una potencia considerable, por lo cual escogeremos un transformador de 75 KVA de potencia, esto nos da una reserva de proyección del 50% para dicha instalación, en este diseño se usara un transformador trifásico 13 800 GRDy / 7 967 - 240 / 120 V, 75 kVA tipo Pad Mounted el mismo que se utiliza para instalaciones subterráneas.

Las características técnicas de nuestro transformador se podrán apreciar en el anexo C.



Fig. 48. Transformador trifásico 13 800 GRDy / 7 967 - 240 / 120 V, 75 kVA tipo Pad Mounted.

(INELDEC, 2020)

4.8 Acometida de baja tensión.

Para el dimensionamiento de la acometida de baja tensión va a depender de la cantidad de corriente consumida por los equipos instalados, en este caso hace referencia a la cantidad de corriente que consuman nuestros dos circuitos.

A continuación, se presentarán las tablas con las respectivas corrientes que consumirán nuestros dos circuitos:

Tabla 17. Tabla de consumo de corriente del circuito 1.

CANT	CIRCUITO 1	FASES	TENSION (VOLT.)	CARGA (VATIOS)	DEMANDA (KVA)	CORRIE. (A)
5	TOMACORRIENTE 110V	F1	110	6.000	2,28	20,75
2	ILUMINACION EXTERIOR	F2-F3	220	120	0,13	0,59
		F1-F2-F3	220	6.120	2,41	6,34

Autor.

Tabla 18. Tabla de consumo de corriente del circuito 2.

CANT	CIRCUITO 2	FASES	TENSION (VOLT.)	CARGA (VATIOS)	DEMANDA (KVA)	CORRIE. (A)
1	ESTACION DE CARGA RAPIDA	F1-F2-F3	240	43.000	46,74	67,54
		F1-F2-F3	240	43.000	46,74	67,54

Autor.

De acuerdo a las tablas de cada uno de los dos circuitos se tiene que en el circuito 1 tenemos un valor de corriente de consumo de 6.34 amperios y en nuestro circuito 2 se tiene una corriente de consumo de 67.54 amperios, por lo que el total de la corriente de consumo es de 73.88 amperios, de esta forma nuestro conductor a utilizar en baja tensión para red secundaria subterránea tiene que cumplir las siguientes características principales:

Tabla 19. Características principales del conductor para red de baja tensión subterráneo.

Conductor	Cobre suave
Tipo de aislamiento	Polietileno (PE)
Chaqueta	Policloruro de vinilo (PVC)

(RENOVABLE, 2020)

La corriente de consumo nos da un valor de 73.88 amperios por lo tanto el conductor que se va a utilizar en la instalación eléctrica en baja tensión será un conductor de cobre electrolítico suave aislado con PE 75°C y Chaqueta de PVC, de calibre 2 AWG. Resistente a la humedad, de uso interior o exterior, o directamente enterrado, resistente a la abrasión. Cubierta de PVC con retardante a la llama, libre de metales pesados (INCABLE, 2020).

Este tipo de conductor tiene certificaciones internacionales tales como ASTM B3, B8, UL 83, ICEA S-95-658.

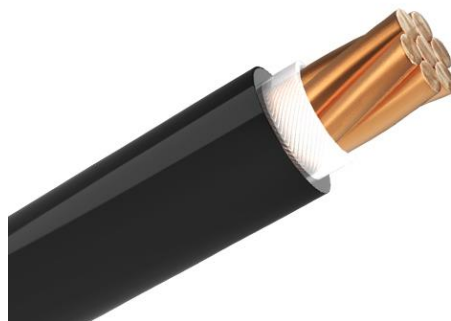


Fig. 49. Conductor de cobre aislado TTU de 2000v de servicio, calibre 2 AWG.

(INCABLE, 2020)

4.9 Tablero de distribución principal.

En toda instalación eléctrica existen tableros de distribución o tableros de derivación los cuales están conformados por equipos de medición, protección y accionamientos para los equipos que estén conectados a dicho tablero de distribución.

En nuestro caso tendremos un tablero de distribución donde se van a instalar los respectivos TC'S Y TP'S para la correcta medición de valores eléctricos al momento de funcionar nuestra estación, así mismo se coloca dentro de dicho tablero de distribución protecciones como los Breakers electromagnéticos para proteger toda nuestra instalación, en nuestro caso la protección general de nuestra instalación es de 100 amperios ya que se deja un porcentaje de reserva del 25% respecto al consumo general de toda la instalación eléctrica.



Fig. 50. Breaker electromagnético.

(Electric, 2020)

4.10 Tablero de distribución secundario.

El mencionado tablero de distribución secundario cuenta con los circuitos que hemos detallado anteriormente, en nuestro caso tendremos el circuito 1 y el circuito 2 de la instalación eléctrica, por lo tanto, para nuestros dos circuitos las protecciones y conductores quedarían de la siguiente manera:

Tabla 20. Circuito 1 con sus respectivos calibres de conductores y sus respectivas protecciones.

CANT	CIRCUITO 1	FASES	TENSION (VOLT.)	CARGA (VATIOS)	DEMANDA (KVA)	CORRIE.	CALIB.	DISPOSIC. CONDUC.	TIPO COND.	PROTEC. (A)
						(A)	CONDUC.			
5	TOMACORRIENTE 110V	F1	110	6.000	2,28	20,75	10	1x10(10)+12	TW	1x32
2	ILUMINACION EXTERIOR	F2-F3	220	120	0,13	0,59	12	1x12(12)+14	TW	2x20

Autor.

Tabla 21. Circuito 2 con sus respectivos calibres de conductores y sus respectivas protecciones.

CANT	CIRCUITO 2	FASES	TENSION (VOLT.)	CARGA (VATIOS)	DEMANDA (KVA)	CORRIE.	CALIB.	DISPOSIC. CONDUC.	TIPO COND.	PROTEC. (A)
						(A)	CONDUC.			
1	ESTACION DE CARGA RAPIDA	F1-F2-F3	240	43.000	46,74	67,54	4	3x4(6)+6	TTU	3X100

Autor.

Como se puede observar en las tablas de la parte superior se tiene que en el circuito 1 se usara conductor TW tanto en calibres 10 AWG y 12 AWG y así mismo se usara una protección de 32 amperios unipolar y una protección de 20 amperios bipolar, los cuales serán destinados para tomacorrientes y sistema de iluminación.

Por otro lado, en el circuito 2 se utilizará conductor TTU calibre 4 AWG y una protección tripolar de 100 amperios el mismo que será designado para la estación de carga rápida.

4.11 Transición de red aérea-subterránea.

En nuestro caso de estudio tendremos una instalación de red aérea a subterránea, por lo cual se ejecutará en postes de alturas mínimas de 12 metros en lo que concierne a medio voltaje y en postes de 10 metros en lo referente a bajo voltaje.

Los conductores que se deriven de la red de media tensión serán alojados en tubería de acero galvanizado de 4", sin embargo, se establecen algunos apartados que nos indicaran que incluirá dicha transición, en la siguiente lista se nos indicara que elementos, herramientas y materiales se utilizan para realizar nuestra transición:

- Estructura con dos crucetas para instalación de seccionadores de tipo abierto y pararrayos (RENOVABLE, 2020).
- Estructura con una cruceta para sujeción de los cables de MV (RENOVABLE, 2020).
- Kit para sujeción de los cables (RENOVABLE, 2020).
- Cable de cobre desnudo, cableado suave #2 AWG, 7 hilos, para puesta a tierra (RENOVABLE, 2020).
- Pararrayos. El conductor de puesta a tierra de los pararrayos se alojará dentro del poste (RENOVABLE, 2020).
- Seccionadores tipo abierto (RENOVABLE, 2020).
- Punta terminal tipo exterior, seleccionada según el voltaje de la red y el calibre del cable monopolar de medio voltaje (RENOVABLE, 2020).
- Conector de cobre tipo espiga u ojo, seleccionado según el calibre del cable monopolar de medio voltaje (RENOVABLE, 2020).
- Tubería rígida de acero galvanizado con un diámetro mínimo de 4", asegurada al poste con cinta metálica y hebillas, de acero inoxidable, la tubería deberá ser aterrizada con un conector de aterrizamiento tubo-cable (RENOVABLE, 2020).
- Codo metálico rígido con curva amplia de 90°, de igual diámetro que la bajante, para unir al pozo que se instala al pie del poste. El codo no debe ser cortado y no sobrepasara la pared terminada del pozo. Se colocará una tuerca corona en el ingreso del codo metálico al pozo para la protección contra fricción del cable. La distancia de la parte superior del pozo al codo será mínima 30cm (RENOVABLE, 2020).
- La puesta a tierra estará conformada por una varilla de acero recubierta de cobre de 1.80 metros por 15.87 mm (5/8") de diámetro. La conexión se realizará mediante solda exotérmica (RENOVABLE, 2020).

TRANSICIÓN AÉREO - SUBTERRANEO

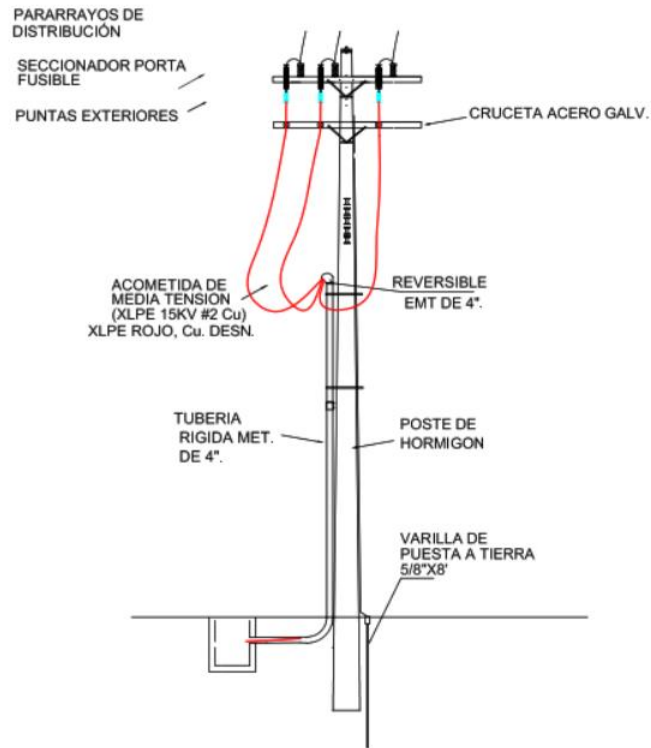


Fig. 51. Transición aérea-subterránea.

Autor.

CAPITULO 5

5. Simulación y resultados de la implementación de una electrolinera en la ciudad de Machala.

Hoy en día la circulación de los vehículos eléctricos en nuestro país es una realidad y por lo tanto la implementación de infraestructura de carga también lo es, es así que en este capítulo me enfocare en realizar las pruebas pertinentes mediante simulaciones para poder observar que sucederá con nuestra red eléctrica al momento de colocar una estación de carga rápida en funcionamiento, es decir que sucede cuando la estación se encuentra cargando un vehículo eléctrico.

Para la realización de la simulación se ocupará la herramienta informática Matlab, la misma que nos permite realizar simulaciones de nuestra red eléctrica, la estación de carga y nuestro vehículo eléctrico, con la utilización de Simulink y sus bibliotecas lograremos obtener un modelo de la recarga del vehículo eléctrico y sus efectos en la red.

5.1 Factores determinantes para la implementación de infraestructuras de carga.

El cantón Machala por ser una de las ciudades más grandes del país, tiene un potencial muy alto para la circulación de vehículos eléctricos y por ende de la implementación de infraestructuras de carga, no solamente para infraestructuras de carga que se conecten a la red eléctrica, sino que también para infraestructuras de carga solares debido a su ubicación geográfica.

Además, la geografía de la ciudad es muy apta para la implementación de dichos vehículos eléctricos y de las infraestructuras de carga, también cuenta con puntos estratégicos donde podrían llegar a implementarse no solo una estación de carga, sino que podrían llegar a implementar una estación de servicio con varias estaciones de carga.

Obviamente todo lo que se menciona respecto a la implementación de estaciones de carga se verá reflejado en el aspecto técnico y económico tanto de la empresa distribuidora como del sector privado.

La recarga de los vehículos y su efecto en la red de distribución tendrán aspectos importantes a ser tomados en cuenta, como por ejemplo los que se detallan a continuación:

- Concentración de vehículos eléctricos para realizar una recarga.
- Tiempo de carga de los vehículos.
- Estado de la red eléctrica de la ciudad de Machala.
- Tipo de estación de carga instalada en sitio.
- Características de la batería del vehículo.

5.2 Modelo de batería usado en simulación.

Para la realización del modelado del cargador de los vehículos eléctricos se tomará en consideración el bloque de batería que se encuentra en Simulink, se considera al vehículo eléctrico como una carga fija que estará identificado con una batería, a continuación, se observará cuál es el modelo de la batería del vehículo eléctrico usado en este trabajo de investigación.

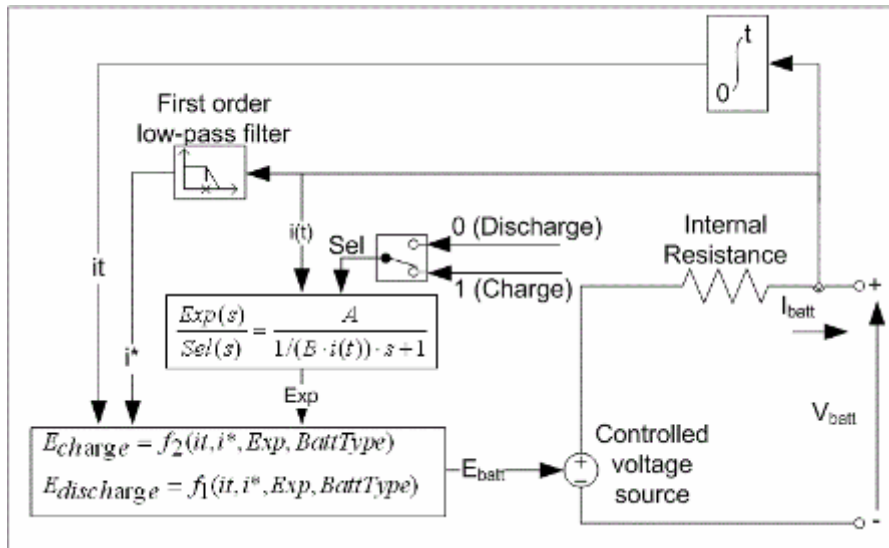


Fig. 52. Modelo de batería usado en simulación.

(Mathworks, 2020)

5.3 Características de la batería usada en simulación.

De acuerdo a los últimos datos se considera al vehículo eléctrico de la marca Kia Soul como uno de los más vendidos en nuestro país, por lo tanto, tomare como referencia las características principales de la batería que posee este vehículo, se tomara en cuenta los siguientes datos para la simulación:

Tabla 22. Datos técnicos de batería del modelo de vehículo más vendido dentro de nuestro país.

Especificaciones técnicas Kia Soul EV		
Parámetro	Especificación	Valor
Motor	Tipo	PMSM
	Máx. Salida (kW)	81,4
	Máx. Par mecánico (Nm)	285
	Horsepower	109 hp (81,4 kW)
Unidad de reducción de engranajes	Par máximo permitido (Nm)	300
	Relación de engranaje	8,206
EPCU	Inversor: Voltaje de Entrada (V)	240 - 413
	LDC: Máx. Salida (kW)	1,7
Cargador a bordo (OBC)	Máx. Salida (kW)	6,6
	Densidad de salida (kVA/ℓ)	0,52
Batería	Tipo	Polímero de iones de litio
	Voltaje nominal (V)	360
	Capacidad/Energía (Ah/kWh)	75 Ah / 27 kWh
	No. Bancos (Celda/Módulo)	192 celdas / 8 Módulos
	Potencia (kW)	90
	Densidad de Energía (Wh/kg)	97,6
	Peso (kg) / Volumen (ℓ)	277 / 241
	Tiempo de carga	120 V : 24 h 240 V : 4h, 50min 480 V (80 % carga): 33 min
Desempeño	Aceleración	11,2 s (0 a 100 km/h)
	Velocidad máx. (km/h)	145
	Autonomía (km)	193
Peso	En Vacío (kg)	1492
	Neto (kg)	1960

(Lima, 2018)

5.4 Modelado de la estación de carga para el vehículo eléctrico.

Mediante Simulink se realiza el modelado de la estación de carga y su respectiva conexión a la red eléctrica de la ciudad, a continuación, se mostrará la figura donde se visualiza la estación de carga conectada a la red eléctrica para poder apreciar de que elementos se encuentra conformada.

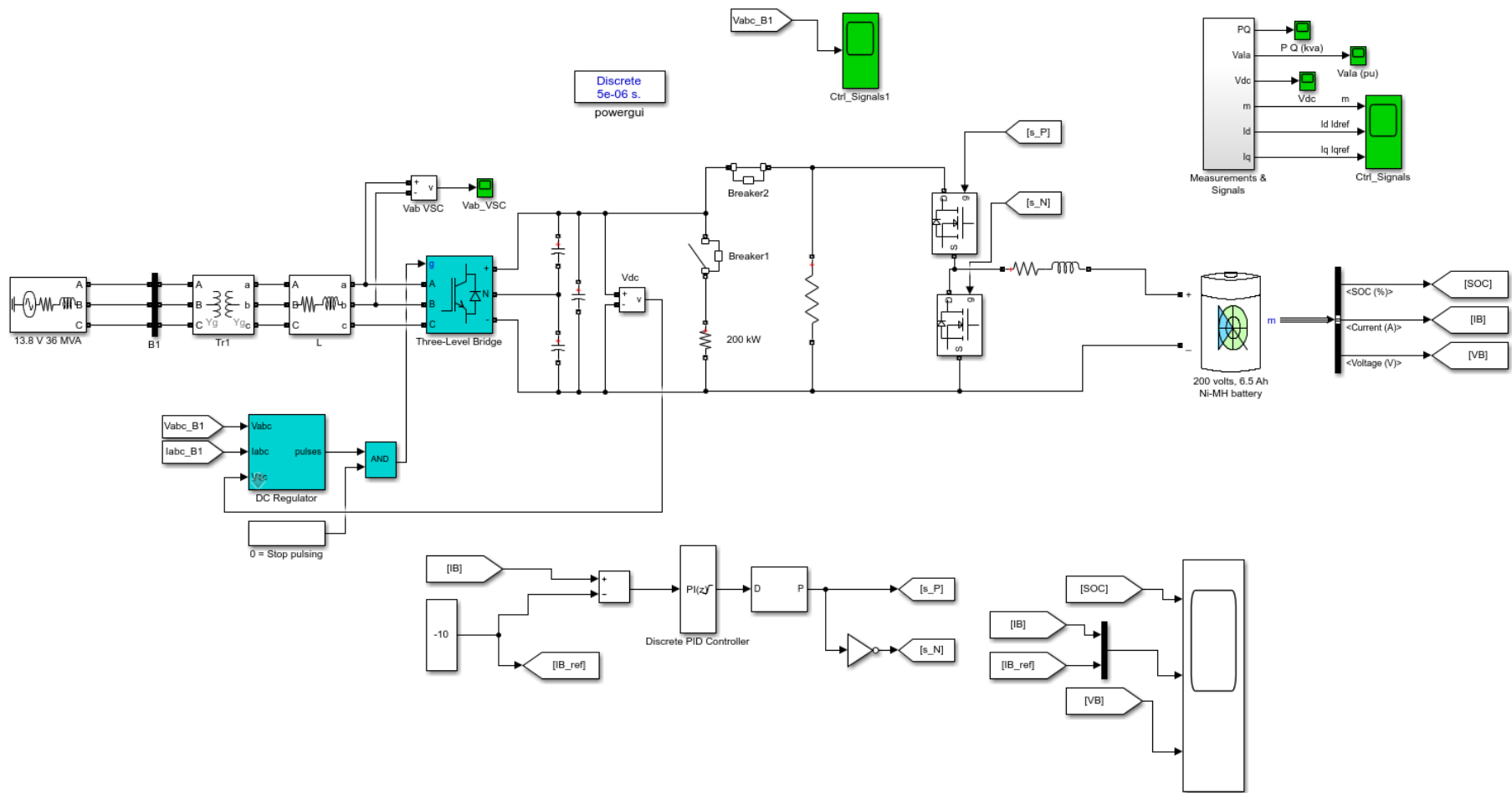


Fig. 53. Modelo y simulación de estación de carga rápida en Simulink.

Autor.

5.5 Simulación y resultados de la implementación de la estación de carga rápida a la red eléctrica de la ciudad de Machala.

Para realizar esta simulación se usarán los datos de la red eléctrica de medio voltaje de la ciudad de Machala, se usará un voltaje de 13.8 KV y una potencia de 36 MVA. Así mismo tendremos que tener en cuenta que para la simulación también tendremos que aportar los valores de la batería a ser utilizada en simulación, dichos valores obtenidos de las características técnicas del vehículo más vendido en nuestro país.

5.5.1 Estado de la red eléctrica sin haber conectado la estación de carga rápida.

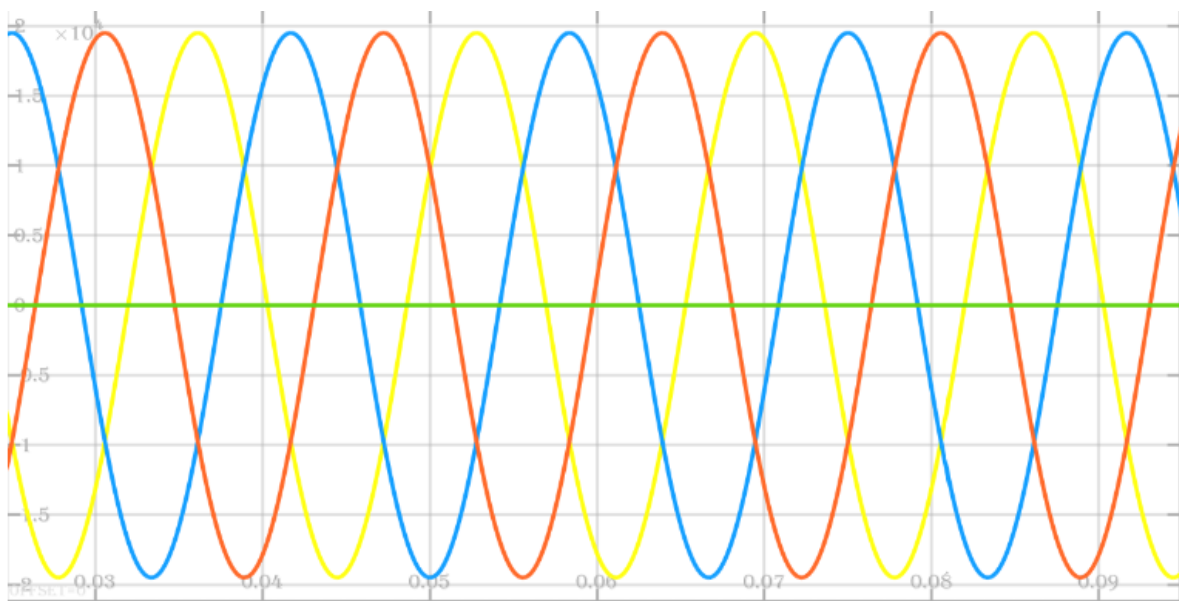


Fig. 54. Ondas de voltaje de media tensión trifásica sin haber conectado la estación de carga rápida.

Autor.

Como se puede observar tenemos una onda de voltaje sin ningún tipo de distorsión, cabe recalcar que la onda representa el voltaje línea-línea de la red de medio voltaje de la ciudad de Machala.

A continuación, se observarán las ondas de corriente y su comportamiento sin estar conectada la estación de carga rápida.



Fig. 55. Ondas de corriente de media tensión trifásica sin haber conectado la estación de carga rápida.

Autor.

5.5.2 Estado del transformador sin haber conectado la estación de carga rápida.

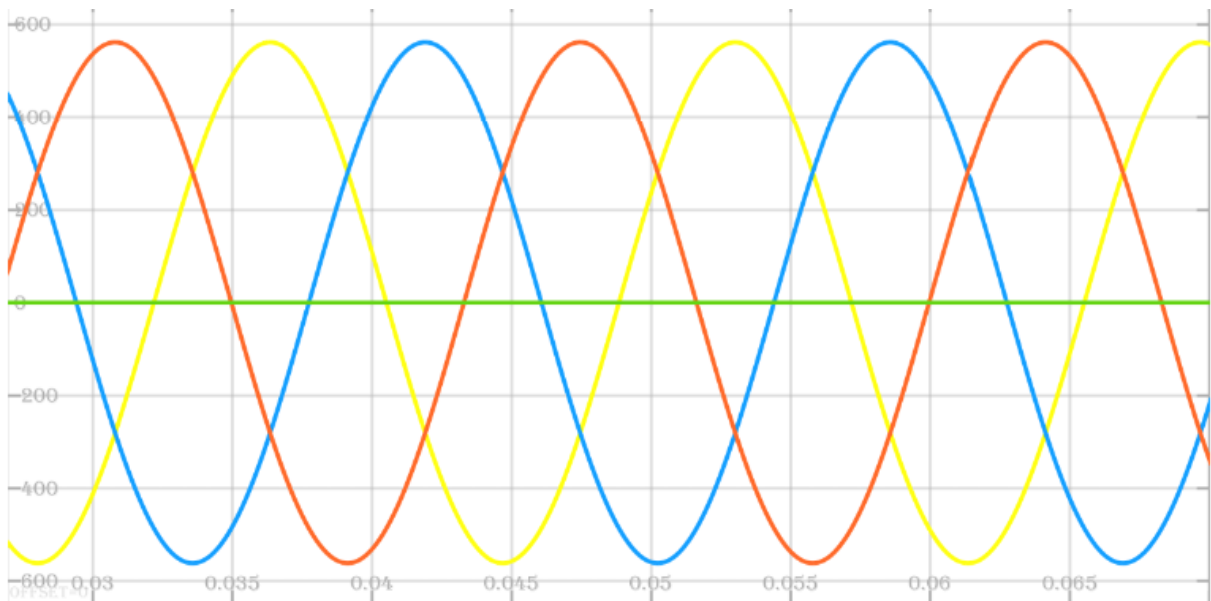


Fig. 56. Ondas de voltaje de baja tensión trifásica sin haber conectado la estación de carga rápida.

Autor.

Como se puede observar nuestro transformador no sufre algún tipo de cambio en su forma de onda de salida en media tensión al momento de conectar la estación de carga rápida, de igual manera observaremos a continuación las ondas de corriente de nuestro transformador.

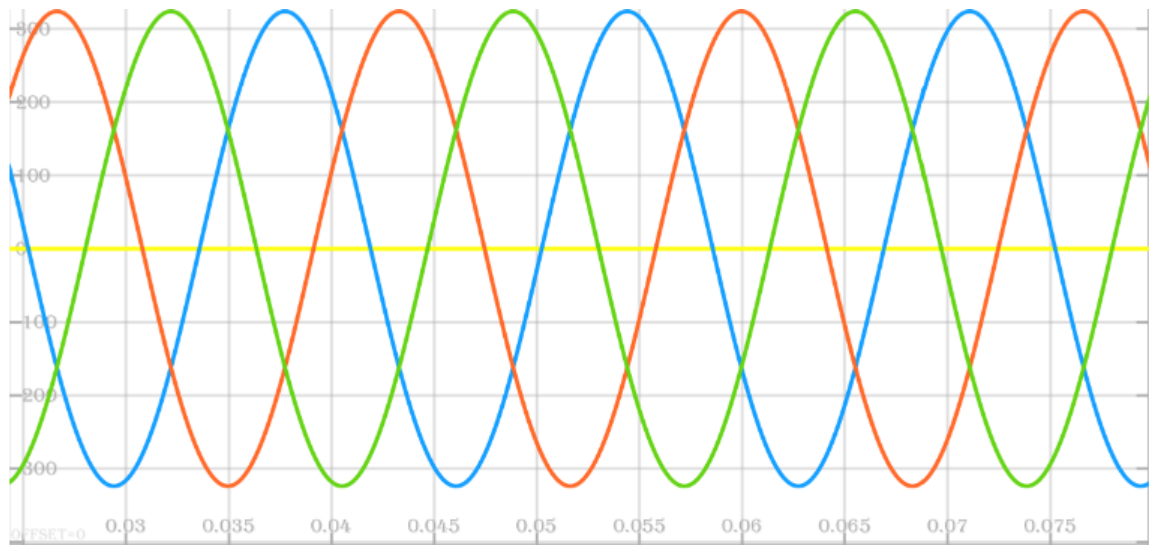


Fig. 57. Ondas de corriente de baja tensión trifásica sin haber conectado la estación de carga rápida.

Autor.

5.5.3 Estado de la red al momento de conectar la estación de carga rápida.

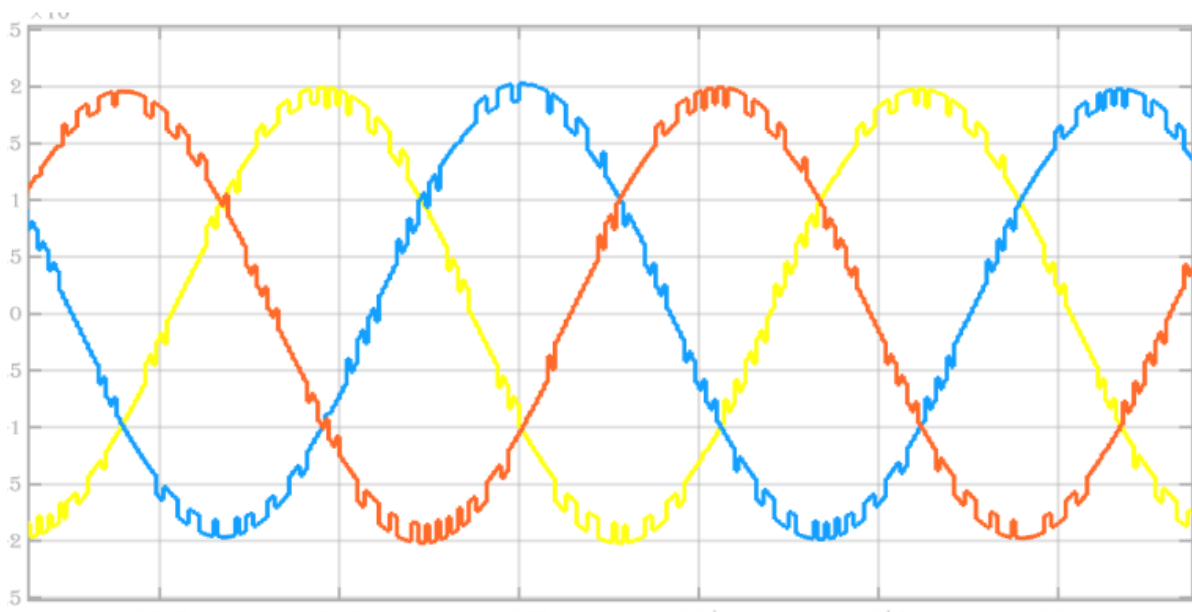


Fig. 58. Ondas de voltaje de media tensión trifásica con la estación de carga rápida conectada y funcionando.

Autor

Como se puede observar las ondas de voltaje y corriente sufren un cambio en su forma, es decir existe distorsión en la onda de voltaje y corriente al momento de tener conectada y funcionando la estación de carga rápida, es notorio que existe mayor distorsión en las ondas de corriente al momento de conectar la estación de carga rápida esto ocurre porque se conectan cargas no lineales al sistema eléctrico de la ciudad.

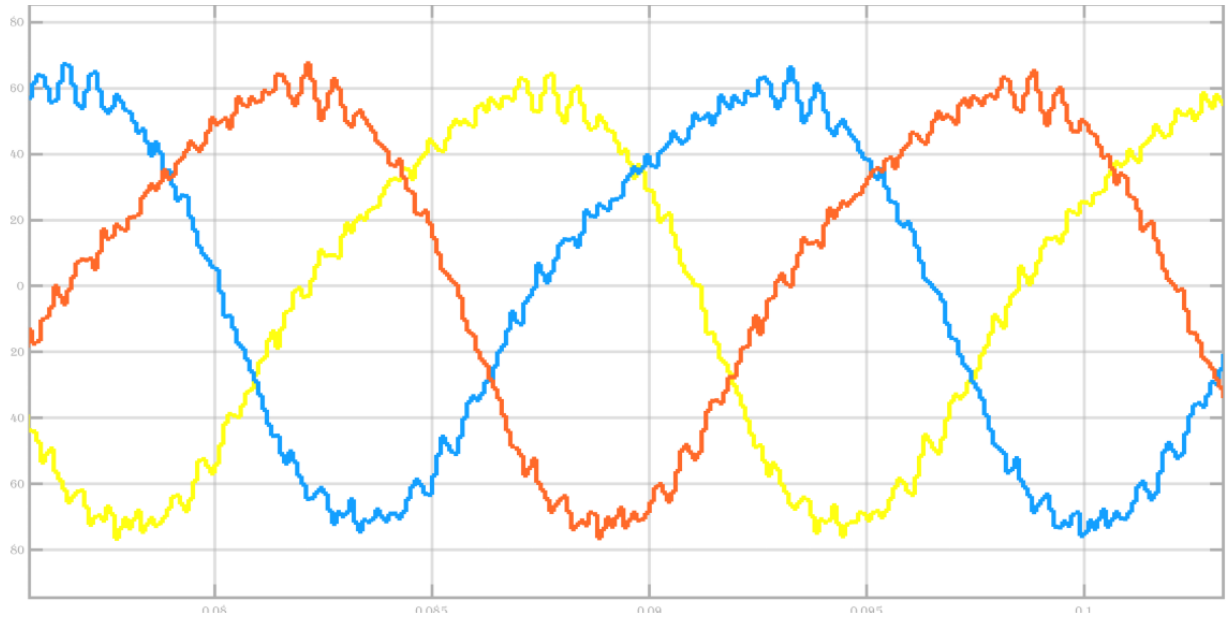


Fig. 59. Ondas de corriente de media tensión trifásica con la estación de carga rápida conectada y funcionando.

Autor

5.5.4 Distorsión armónica total (THD) presente en las ondas de voltaje y corriente.

La simulación de la estación ya conectada y funcionando nos muestra que en las ondas de voltaje nos da un valor del THD (distorsión armónica total) de 4.34%, sin embargo a pesar de presentar este tipo de distorsión, las ondas de voltaje se encuentran dentro de lo permisible por la regulación ecuatoriana, más adelante se mostrara o indicara cual puede ser la mejor opción para mejorar este porcentaje de THD.

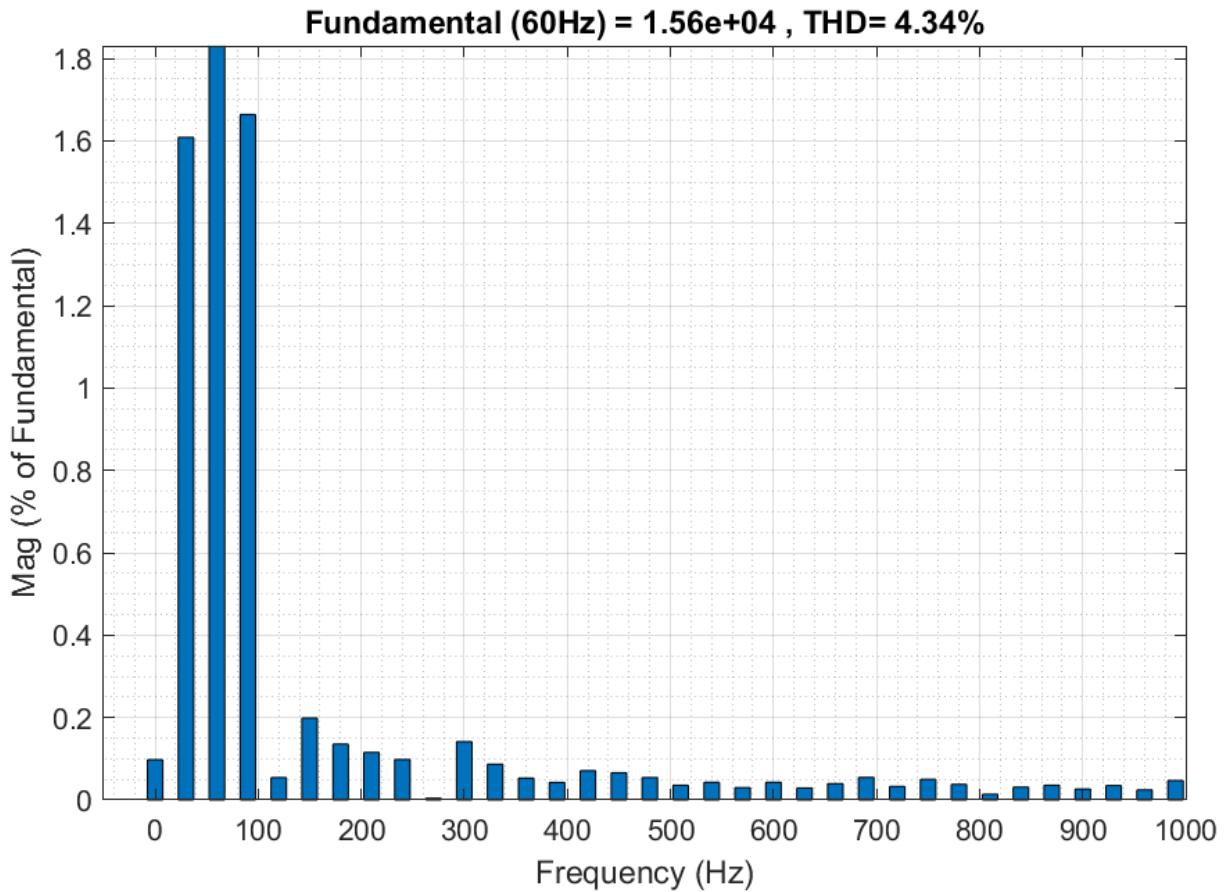


Fig. 60. Distorsión armónica total de voltaje con la estación de carga rápida conectada y funcionando.

Autor

La simulación de la estación ya conectada y funcionando nos muestra que en las ondas de corriente nos da un valor del THD (distorsión armónica total) de 10,04%, este valor sobre pasa lo establecido por la regulación ecuatoriana respecto a calidad de energía, el cual tiene su límite permisible en media tensión del 5%, por lo tanto, se realizara una posible solución ante las distorsiones presentadas.

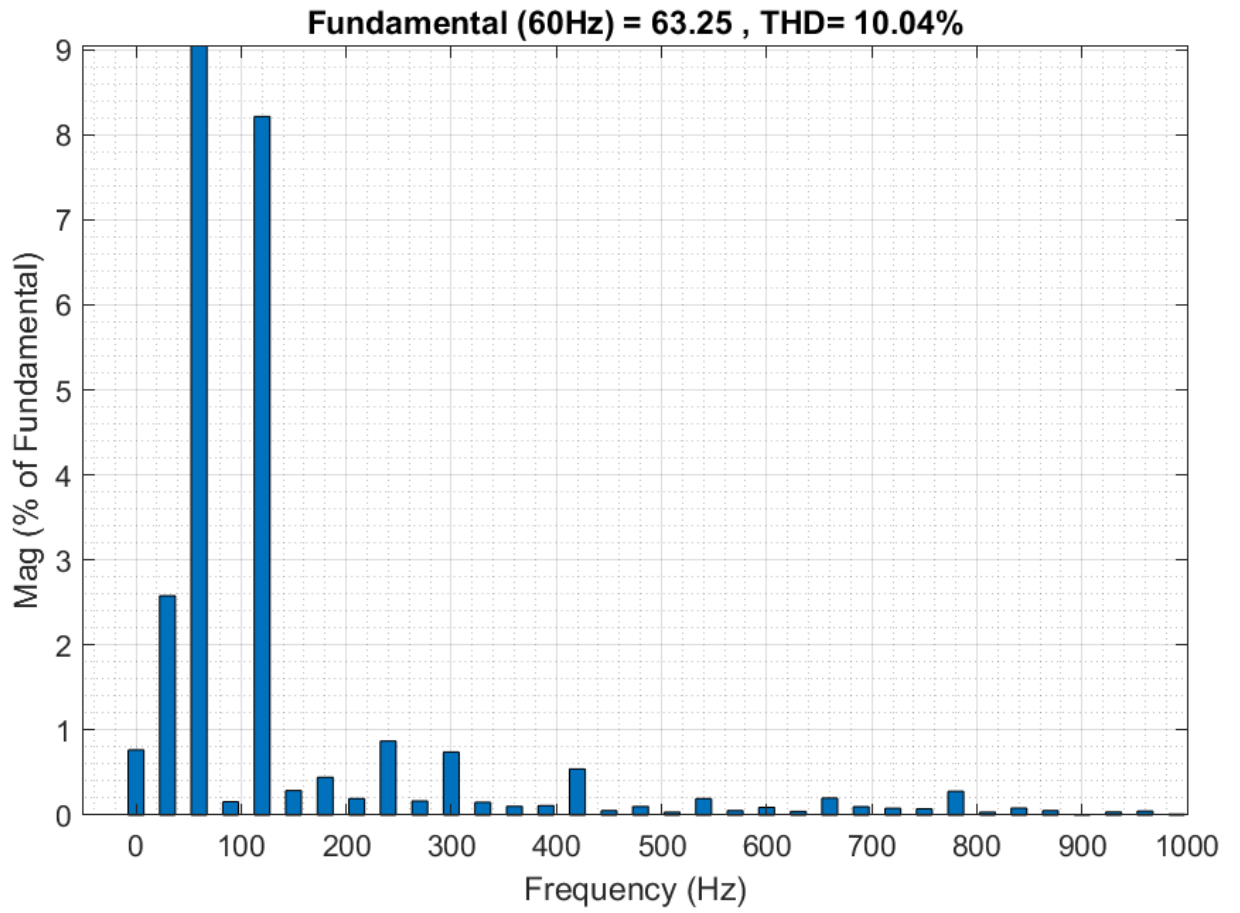


Fig. 61. Distorsión armónica total de corriente con la estación de carga rápida conectada y funcionando.

Autor

5.5.5 Modelado de la estación de carga para el vehículo eléctrico con la implementación de filtros para disminuir el THD en la red de medio voltaje.

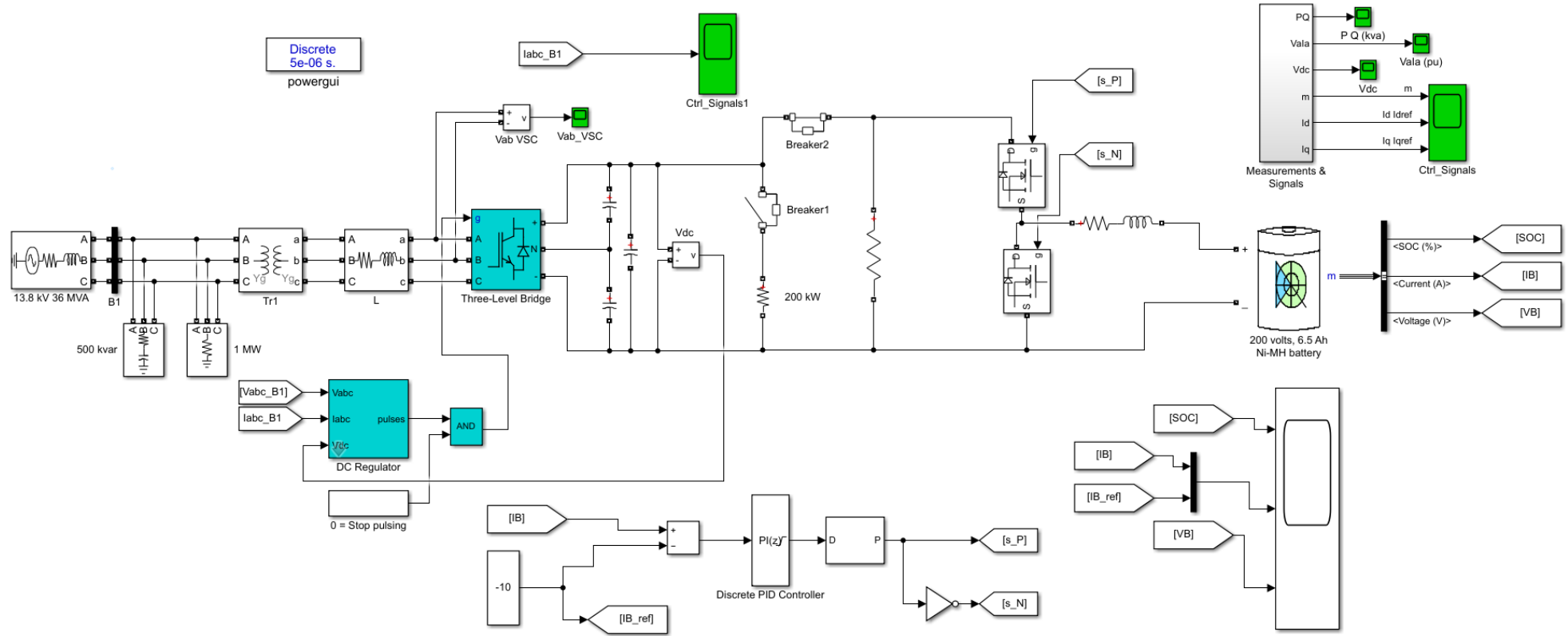


Fig. 62. Modelo del cargador para el vehículo eléctrico con la implementación de filtros para la disminución de la THD en la red de media tensión.

Autor

5.5.6 Ondas de voltaje de media tensión con la incorporación de filtros.

Como se puede observar en la gráfica al momento de implementar el filtro se obtiene un resultado favorable ya que se reduce dicha distorsión en la onda ya presentada anteriormente sin el filtro.

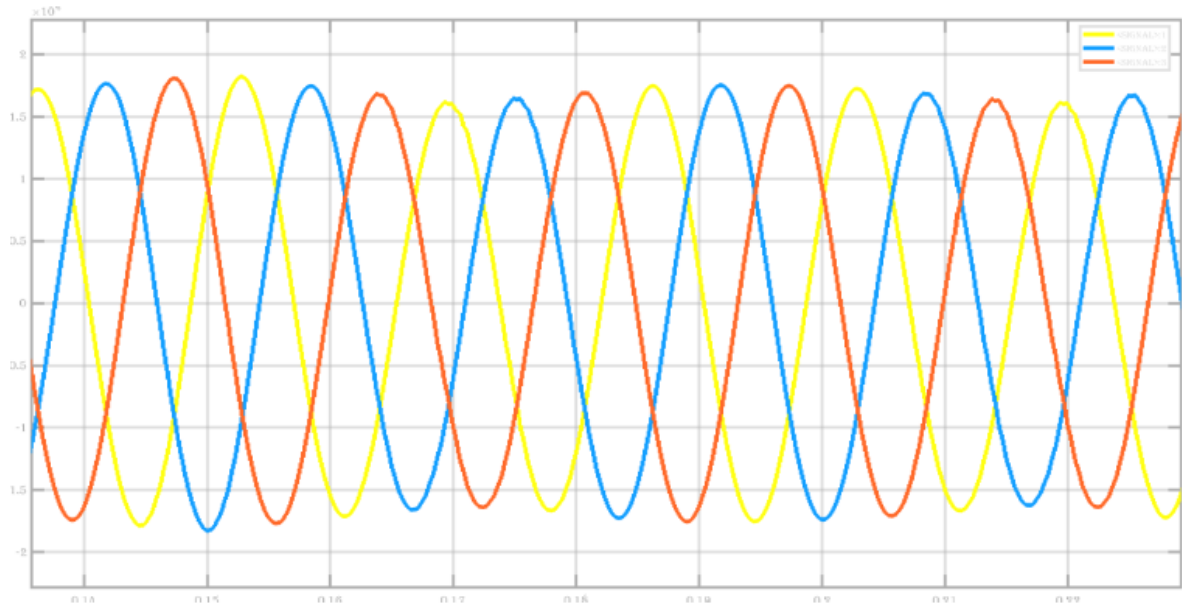


Fig. 63. Ondas de voltaje trifásicas con la implementación de filtros en media tensión.

Autor

Tenemos una disminución en el THD (distorsión armónica total), del 4.34% al 0.38%, lo cual nos coloca dentro del límite permitido por la regulación nacional según el ARCONEL en su regulación 004/18 que permite una THD del 5% respecto a la onda fundamental.

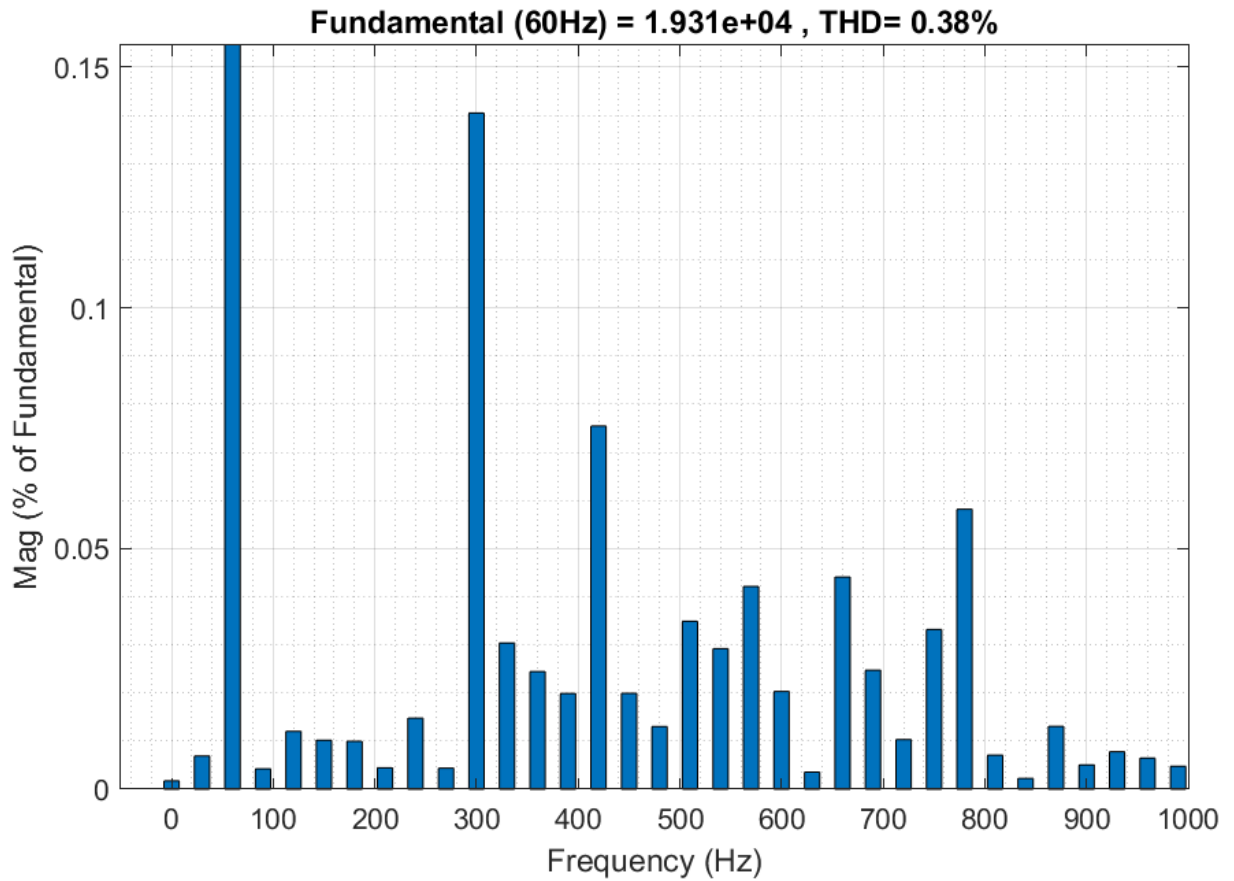


Fig. 64. Distorsión armónica total de voltaje (THD) con la implementación de filtros en la red de media tensión.

Autor

5.5.7 Ondas de corrientes de media tensión con la incorporación de filtros.

De la misma forma ocurre con la onda de corriente en media tensión, al momento de implementar dicho filtro la onda ya se encuentra menos distorsionada que la anterior presentada sin el filtro.

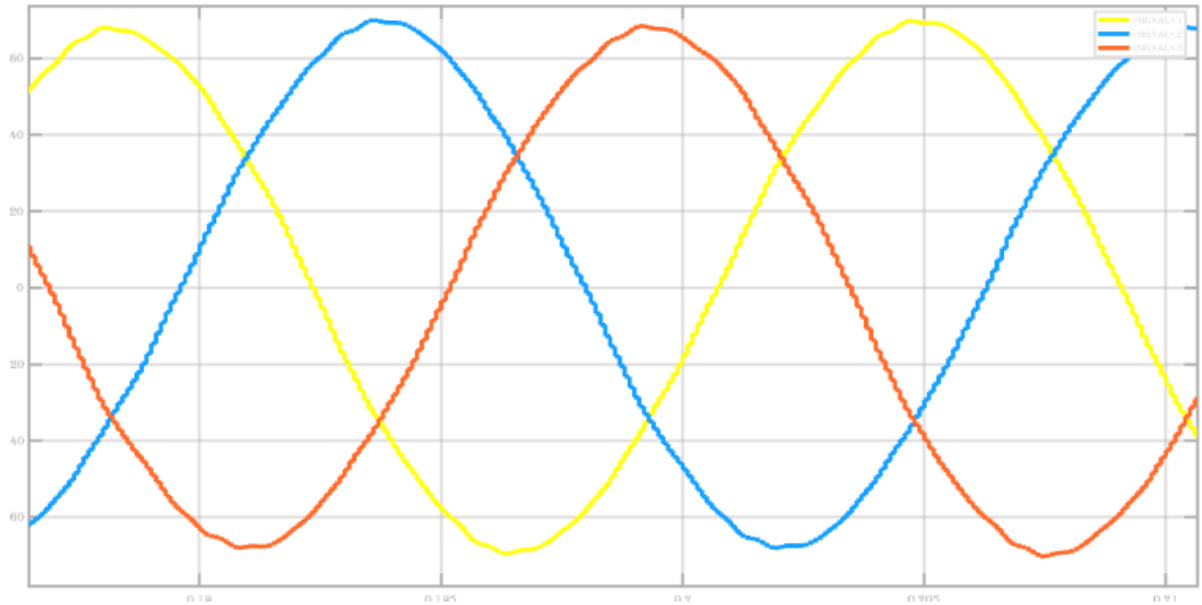


Fig. 65. Ondas de corrientes trifásicas con la implementación de filtros en media tensión.

Autor

En lo que respecta a la corriente no existe una especificación en la THD sin embargo con la implementación de nuestro filtro existe una disminución del 10.04% a 5.17%, lo cual ayuda a nuestra red a no sufrir muchas pérdidas en el sistema eléctrico tanto de la red eléctrica de medio voltaje y así mismo a nuestra estación de caga.

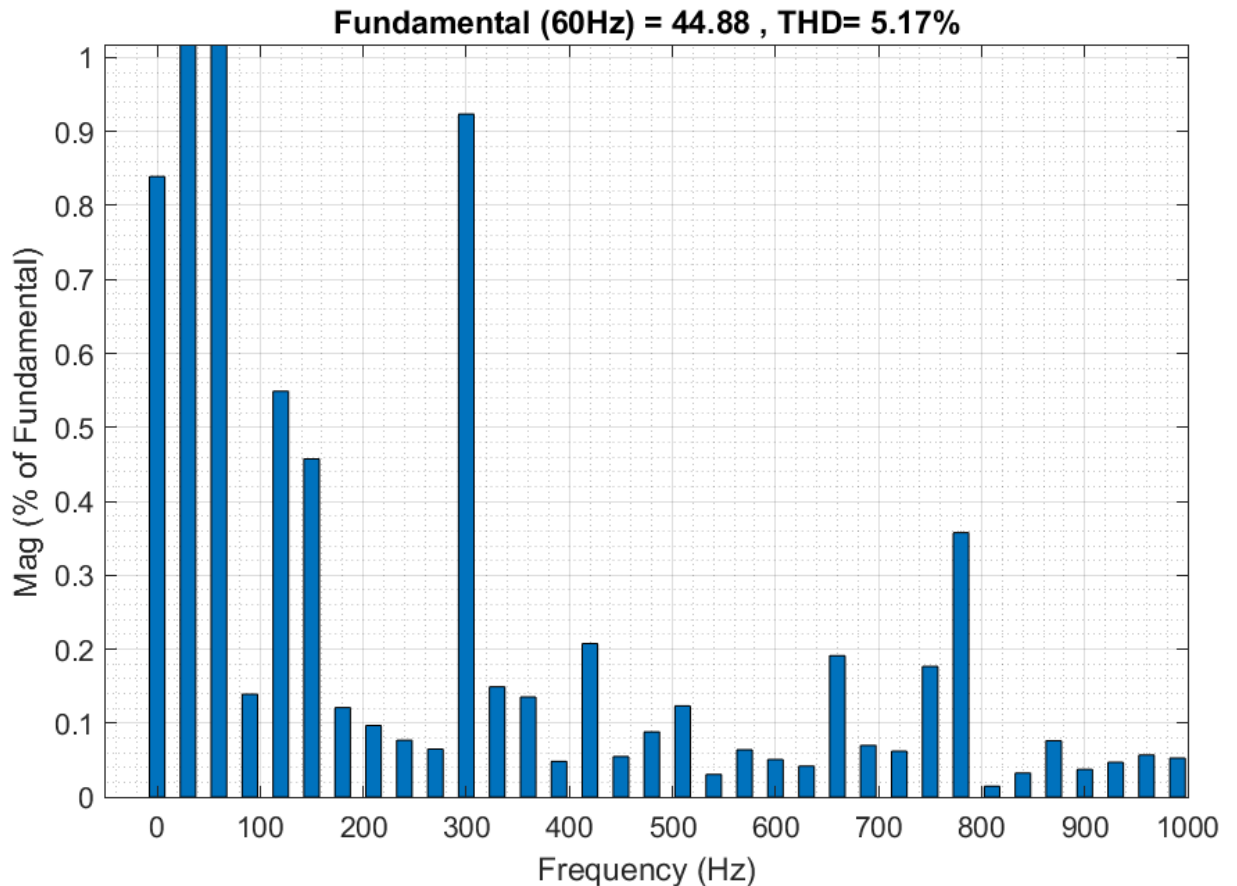


Fig. 66. Distorsión armónica total de corriente (THD) con la implementación de filtros en la red de media tensión.

Autor

5.6 Análisis de la simulación de la implementación de la estación de carga rápida.

De acuerdo a las simulaciones realizadas para este trabajo de investigación, podemos obtener el siguiente análisis, al momento de implementar o conectar una estación de carga rápida a la red eléctrica de la ciudad de Machala, nos damos cuenta que presenta una distorsión tanto en la onda de voltaje como en la onda de corriente, dicha distorsión nos puede generar problemas tanto en la red eléctrica como en la estación de carga, ya que debido a las distorsiones de armónicos presentes nuestro sistema eléctrico puede tener por ejemplo pérdidas en el cobre o tendido eléctrico debido al sobrecalentamiento del conductor, así mismo nos dará pérdidas en los transformadores utilizados en nuestra instalación eléctrica, e incluso puede afectar a la batería de nuestro vehículo eléctrico.

5.7 Conclusiones

En el presente trabajo investigativo se propusieron algunos objetivos tanto específicos como generales, y como sabemos bien las conclusiones serán todas aquellas respuestas a dichos objetivos, por lo tanto, dentro de este trabajo se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Se pudo obtener información clara y concisa de los diferentes tipos de vehículos eléctricos que se encuentran en el mercado automotriz nacional e internacional, por lo que se concluye que los vehículos eléctricos aún tienen un costo elevado para su adquisición y esto se convierte en el principal impedimento para que se inserten en nuestra sociedad y en nuestro país.

Las estaciones de carga o la infraestructura de carga son y serán siempre un punto clave para que existan vehículos eléctricos en nuestro medio, esto debido a que no solo existe un tipo o modo de carga sino existen más de 2 o 3 modos de carga, por lo cual a los propietarios de los vehículos eléctricos también se les complica la adquisición de dichos vehículos debido a la falta de infraestructuras de carga en nuestro país y específicamente en nuestra ciudad.

En la actualidad el material con el que son fabricadas las baterías de un vehículo eléctrico tiene un costo elevado, así mismo existen otro tipo de baterías fabricadas con otro tipo de material, y por ende cada una de ellas tienen diferentes características técnicas, sin embargo se concluye que la batería fabricada con el material de Ion Litio es la más utilizada para los vehículos eléctricos, ya que posee más ventajas en comparación con las demás.

En este trabajo investigativo se obtuvieron criterios bases para la instalación, montaje e implementación de las electrolineras dentro de la ciudad de Machala, dichos criterios son los siguientes:

Área disponible para la instalación, montaje e implementación de una electrolinera.

Ubicación estratégica de la estación de carga rápida.

Flujo vehicular en el sitio donde se instalará la estación de carga rápida.

Nivel de tensión en el sitio de la instalación eléctrica.

Potencia de la electrolinera.

Seguridad

Al momento de realizar el presente trabajo me di cuenta que no solo basta con tener conocimiento de los modos de carga o tipos de carga de los vehículos eléctricos, sino también cuales son los conectores estándares que se encuentran circulando dentro de nuestro país.

Como es de conocimiento público aun en nuestro país no existe normativa vigente que regule, controle o estipule el tema de la instalación de las estaciones de carga o comúnmente llamadas electrolineras, sin embargo, debido a esta investigación se pudo obtener información de un proyecto que regularía el comercio de energía eléctrica para estaciones de carga.

En el último capítulo se pudo observar cual sería el efecto en las redes de media tensión de la ciudad de Machala al momento de conectar o implementar una estación de carga rápida

a la red, se pudo observar que se generan distorsiones de onda tanto en voltaje como en corriente o también llamados armónicos en la red, dando como resultado un THD elevado, sin embargo estos armónicos tienen una solución viable con la implementación de filtros, estos armónicos ocurren debido a que nuestra estación de carga o la batería del vehículo eléctrico no son cargas lineales.

Por último, se concluye que la implementación de estaciones de carga rápida en la ciudad de Machala es 100% viable, ya que al ser una ciudad en constante crecimiento tiene mucho potencial para la inserción de vehículos eléctricos y de su infraestructura de carga.

5.8 Recomendaciones

En la actualidad no se cuenta con normativa para la implementación e instalación eléctrica de electrolineras de carga rápida, por lo tanto, se recomienda seguir normativas internacionales cuando se requiera realizar la instalación eléctrica de las electrolineras de carga lenta, semi rápida y rápida.

Al momento de adquirir una estación de carga, es recomendable informarse acerca de sus características técnicas, para poder realizar la instalación de la mejor manera posible.

Es recomendable que las empresas distribuidoras y los organismos que se encargan de lo que a pliego tarifario se refiere informen a la ciudadanía de cuáles son los costos de energía en los diferentes horarios que se establecen en el documento de pliego tarifario, especialmente a aquellas personas que tienen vehículos eléctricos.

Se recomienda realizar un estudio más detallado y profundo del efecto de la conexión de las estaciones de carga, cuando se conecten más de una estación a la vez y así poder determinar si existe la posibilidad de repotenciar la red eléctrica.

Para trabajos futuros se recomienda realizar un análisis de la viabilidad de implementar estaciones de carga solares, esto debido al potencial solar que tiene la ciudad de Machala.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

aeade. (09 de 06 de 2019). *aeade*. Obtenido de aeade: <https://www.aeade.net/en-ecuador-se-comercializan-cuatro-marcas-de-autos-electricos/>

AutoAvance. (07 de 06 de 2019). *AutoAvance* . Obtenido de AutoAvance :
<https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/autos-hibridos-electricos/autos-electricos-clasificacion/>

AUTOBID.ES. (12 de 05 de 2020). *AUTOBID.ES*. Obtenido de AUTOBID.ES:
<https://www.autobid.es/practicos/tipos-coche-electrico-estos-son-modelos-puedes-encontrar-497109>

barriolapinada. (12 de 05 de 2020). *barriolapinada*. Obtenido de barriolapinada:
<https://www.barriolapinada.es/baterias-almacenamiento-energia/>

Conde, L. A. (16 de 02 de 2018). *dspace.unl.edu.ec*. Obtenido de dspace.unl.edu.ec:
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21521/1/Quizhpe%20Conde,%20Luis%20Alexander.pdf>

Cuahtli, D., & Sánchez, F. (2009). *Estudio del ajuste y operación de la aplicación del relevador SEL-300G Aplicado a un generador síncrono*. Mexico D.F.: s.e.

Electric, S. (02 de 12 de 2020). *SchneiderElectric.com*. Obtenido de
<https://www.se.com/es/es/product-category/4200-interruptores-autom%C3%A1ticos-de-potencia-y-rel%C3%A9s-diferenciales/>

ELECTRICIDAD, A. D. (19 de 12 de 2019). *AGENCIA DE REGULACION Y CONTROL DE ELECTRICIDAD* . Obtenido de https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/12/19_12_13_Inf-Sust_VE-V4-vf-susc.pdf

ELECTRICIDAD, A. D. (01 de 01 de 2020). *CNEL.GOB.EC*. Obtenido de https://www.cnelep.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/pliego_tarifario_del_spee_2020_resolucion_nro_035_19.pdf

electromovilidad.net. (12 de 05 de 2020). <http://electromovilidad.net/>. Obtenido de [http://electromovilidad.net/: http://electromovilidad.net/tipos-de-bateria-para-coche-electrico/#:~:text=Tipos-,Tipos%20de%20bater%C3%ADa%20para%20coche%20el%C3%A9ctrico,veh%C3%ADculo%20el%C3%A9ctrico%20es%20la%20bater%C3%ADa.&text=Una%20bater%C3%ADa%20est%C3%A1%20formada%20por,el%20s](http://electromovilidad.net/:http://electromovilidad.net/tipos-de-bateria-para-coche-electrico/#:~:text=Tipos-,Tipos%20de%20bater%C3%ADa%20para%20coche%20el%C3%A9ctrico,veh%C3%ADculo%20el%C3%A9ctrico%20es%20la%20bater%C3%ADa.&text=Una%20bater%C3%ADa%20est%C3%A1%20formada%20por,el%20s)

es.wikipedia.org. (01 de 05 de 2020). *es.wikipedia.org*. Obtenido de es.wikipedia.org:
https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_del_veh%C3%ADculo_el%C3%A9ctrico

Grainger , J., & Stevenson, W. (2001). *Análisis de sistemas de potencia* . Mexico: McGRAW-HILL.

Henry Barros, L. O. (18 de 01 de 2018). *dspace.ups.edu.ec*. Obtenido de dspace.ups.edu.ec:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16376/1/UPS-CT007975.pdf>

HIBRIDOSYEELECTRICOS. (12 de 05 de 2020). *HIBRIDOSYEELECTRICOS*. Obtenido de
HIBRIDOSYEELECTRICOS: <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/actualidad/asi-funcionan-diferentes-tecnologias-vehiculos-electricos/20180921183150021994.html>

INCABLE. (16 de 02 de 2020). *INCABLE.COM*. Obtenido de <http://incable.com/producto?id=38>

INELDEC. (10 de 12 de 2020). *INELDEC.COM*. Obtenido de
<https://ineldec.com/producto/transformador-trifasico-pedestal-pad-mounted-300-kva-rymel-magnetron/>

Lima, J. L. (12 de 06 de 2018). *dspace.ucuenca.edu.ec*. Obtenido de
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/30321/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>

Mathworks. (12 de 12 de 2020). *Mathworks*. Obtenido de
<https://www.mathworks.com/help/phymod/sps/powersys/ref/battery.html>

Minero, R. (2010). *PRUEBAS EN MAQUINAS SINCRONAS CONFORME A LA NORMA IEC 34 Y LA IEEE STD. 115*. Costa Rica: s.e.

motorpasion. (13 de 05 de 2020). *www.motorpasion.com*. Obtenido de www.motorpasion.com:
<https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/baterias-de-aluminio-aire-recargables-es-este-el-futuro-y-no-nos-hemos-dado-cuenta>

Moya, R. (1990). *Curso de capacitación para operadores Central Paute Fase AB Generador Principal*. Cuenca: DONSI-INECEL.

ORO, C.-E. E. (23 de 01 de 2020). *Geoportal.cnelep.gob.ec*. Obtenido de
<https://geoportal.cnelep.gob.ec/cnel/>

rebasas. (12 de 05 de 2020). *rebasas*. Obtenido de rebacas: <https://www.rebasas.com/baterias-hierro-niquel/530-bateria-niquel-hierro-cynetic-500ah-c5.html>

RENOVABLE, M. D. (10 de 10 de 2020). *UNIDADES DE PROPIEDAD* . Obtenido de
https://www.unidadespropiedad.com/index.php?option=com_content&view=article&id=144&Itemid=268

revistacentrozaragoza. (14 de 05 de 2020). *revistacentrozaragoza*. Obtenido de
revistacentrozaragoza: <https://revistacentrozaragoza.com/conectores-vehiculos-electricos/>

WIKIPEDIA. (04 de 05 de 2020). *es.wikipedia.org*. Obtenido de *es.wikipedia.org*:



[https://es.wikipedia.org/wiki/Autom%C3%B3vil_el%C3%A9ctrico#:~:text=Entre%201832%20y%201839%20\(el,a%20escala%20reducida%20en%201835.](https://es.wikipedia.org/wiki/Autom%C3%B3vil_el%C3%A9ctrico#:~:text=Entre%201832%20y%201839%20(el,a%20escala%20reducida%20en%201835.)

www.google.com/maps. (13 de 06 de 2020). *www.google.com/maps*. Obtenido de

www.google.com/maps: <https://www.google.com/maps/place/Machala/@-3.2568593,-79.9785388,14z/data=!3m1!4m5!3m4!1s0x90330e252f104ed1:0xea4e189f2b2da97e!8m2!3d-3.2581112!4d-79.9553924>

ANEXOS

ANEXO A. Especificaciones técnicas del pararrayo para instalación de la estación de carga rápida.

  Ministerio de Electricidad y Energía Renovable		<small>Av. Eloy Alfaro No. 29-50 y 9 de Octubre Edificio Correos del Ecuador 2do piso PSE, 5903-2-3976000 FAX: 593-2-3 976000 ext. 1235 RUC: 1768135890001 www.meer.gov.ec Quito - Ecuador</small>
SECCIÓN 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y EQUIPOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN		
PARARRAYOS CLASE DISTRIBUCIÓN POLIMÉRICO, ÓXIDO METÁLICO, 18 kV, CON DESCONECTADOR		REVISIÓN: 04 FECHA: 2013-04-15
ESPECIFICACIONES GENERALES		
ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
1	CONDICIONES DE SERVICIO NORMALES	
1.1	Características ambientales del entorno	
1.1.1	Altura sobre nivel de mar (msnm)	Hasta 1 000 - NOTA 1
1.1.2	Temperatura ambiente (mín/máx)	-40/40 °C
1.1.3	Radiación solar máxima	1,1 kW/m ²
1.1.4	Velocidad del viento	menor o igual a 34 m/s
1.1.5	Instalación y montaje	Intemperie, vertical
1.1.6	Ciclo de trabajo	Ver especificaciones particulares
2	CONDICIONES DE SERVICIO ANORMALES	NOTA 1
3	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
3.1	Norma de diseño y ensayo	IEEE Std C 62.11-2012, IEC 60099-4 ed2.2, ASTM A153
3.2	Material de varistor	Óxido metálico
3.3	Material de la envolvente	NOTA 2
3.4	Nivel Básico de aislamiento (BIL)	Según requerimientos de la ED's
3.5	Distancia de fuga	IEC 60099-4 ed2.2 - NOTA 3
3.6	Dispositivo de desconexión	NOTA 4
3.7	Protector universal	
3.8	Clase	Distribución
3.9	Identificación del Pararrayo	NOTA 5
3.10	Método de fijación	Estructura de soporte en cruceta
4	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
4.1	Voltaje del sistema	22 a 22,8 KV
4.2	Voltaje de ciclo de trabajo del pararrayos (Ur)	18 kV rms
4.3	Voltaje máximo de servicio continuo (MCOV)	15,3 kV rms
4.4	Corriente nominal de descarga (kA)	
4.5	Clase de línea de descarga	
4.6	Impulso de corriente de alta intensidad	
4.7	Impulso de corriente de larga duración	
4.8	Frecuencia	60 Hz
4.9	Características de descarga voltaje-corriente	NOTA 6
5	ACCESORIOS	NOTA 7
5.1	Rango del conector de línea	4 - 4/0 AWG
5.2	Rango del conector de tierra	2 - 2/0 AWG
5.3	Para fijación	Para estructura de soporte en cruceta
6	EMBALAJE	NOTA 8
7	CERTIFICADOS Y PROTOCOLOS DE PRUEBAS	NOTA 9
7.1	Documentación y certificados de cumplimiento obligatorio	IEEE Std C 62.11- 2012, IEC 60099-4, ASTM A153
7.2	Protocolo de pruebas	Si
7.3	Garantía técnica	Si



SECCIÓN 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y EQUIPOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

PARARRAYOS CLASE DISTRIBUCIÓN POLIMÉRICO, ÓXIDO METÁLICO, 18 kV, CON
DESCONECTADOR

REVISIÓN: 04

FECHA: 2013-04-15

ESPECIFICACIONES GENERALES

ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN										
NOTAS:												
1	<p>Para condiciones anormales de servicio se deberá considerar el anexo A de la norma IEC 60099-4 ed2.2 , entre las cuales pueden estar:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Temperatura ambiente que exceden los valores indicados en el numeral 1.1.2 2.- Altitudes superiores a 1 000 m 3.- Gases o vapores que puedan causar deterioro de la superficie de aislamiento o de accesorios de montaje. 4.- Exceso de contaminación por humo, polvo, niebla salina u otros materiales conductores 5.- Exposición excesiva a la humedad, vapor o gotas de agua 6.- Lavada del descargador en caliente 7.- Mezclas explosivas de polvo, gases o humos 8.- Anormales condiciones mecánicas (terremotos, vibraciones, altas velocidades del viento, altas cargas de hielo, tensiones alta de cantilever 9.- Inusual transportación o almacenamiento 10.- Frecuencias nominales inferiores a 48 Hz y superiores a los 62 Hz 11.- Fuentes de calor cercanas al descargador 12.- Velocidad del viento mayor a 34 m/s 13.- Montaje no vertical y montaje suspendido 14.- Terremoto 15.- Carga de torsión del descargador 16.- Carga de tracción del descargador 17.- Uso del descargador como soporte mecánico 18.- Cualesquiera otras condiciones inusuales conocidas por las EDs. 											
2	Según requerimientos de la Distribuidora se podrá optar por los siguientes materiales para la envolvente del pararrayos: 1) Polímero o caucho silicónado 2) Concreto de polímero.											
3	<p>Para los propósitos de estandarización, se consideran 4 clases de niveles de contaminación, definidos por la norma IEC 60099-4 ed2.2, desde la contaminación muy liviana hasta la contaminación muy pesada. A continuación se definen como sigue:</p> <ol style="list-style-type: none"> a.- Liviano; b.- Medio; c.- Pesado; d.- Extra pesado <p>La norma IEC 60099-4 ed2.2, hace referencia a la norma IEC 600815, considera factores por la contaminación ambiental, para la distancia mínima de fuga. El nivel de contaminación está asociado a un factor en mm/kV, el cual debe ser seleccionado por las EDs.</p> <p>Se adjunta tabla para la selección del factor según el nivel de contaminación, para corrección de distancia de fuga del descargador.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <caption>Tabla II</caption> <thead> <tr> <th>Nivel de contaminación</th> <th>Mínima línea de fuga (mm/kV)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Liviano</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>Mediano</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Pesado</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>Extra-pesado</td> <td>31</td> </tr> </tbody> </table>	Nivel de contaminación	Mínima línea de fuga (mm/kV)	Liviano	16	Mediano	20	Pesado	25	Extra-pesado	31	
Nivel de contaminación	Mínima línea de fuga (mm/kV)											
Liviano	16											
Mediano	20											
Pesado	25											
Extra-pesado	31											
4	<p>Descargador removible, colocado en el circuito de puesta a tierra del descargador.</p> <p>El descargador estará provisto en su terminal vivo de MV, de un protector universal tipo capuchón autoajustable, con apertura que proteje de animales silvestres.</p>											
5	<p>El Pararrayo deberá ser marcado en forma legible, indeleble y durable en el tiempo con la siguiente información como mínimo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Clasificación del pararrayo 2. Nombre o marca del fabricante 3. Número de identificación 4. Voltaje nominal 5. Voltaje máximo de operación continua 6. Corriente nominal de descarga 7. Año de manufacturación 											
6	<p>El fabricante deberá proporcionar la información de las pruebas de diseño para cada rango máximo de descarga voltaje-corriente del pararrayos, bajo las siguientes condiciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Medirá el voltaje de pico, utilizando corrientes de cresta de 1 500 A, 3 000 A, 5 000 A, 10 000 A, 20000 A y 40 000 A, con una forma de onda 8/20. 2. Anexará un cuadro con los resultados de las pruebas que deberán ser entregadas conjuntamente con las especificaciones de su producto. 											



**Ministerio de Electricidad
y Energía Renovable**

Av. Eloy Alfaro No. 29-60 y 9 de Octubre
Edificio Correos del Ecuador 2do piso
PSEK: 593-2-3976000
FAX: 593-2-3 976000 ext. 1235
RUC: 1769135980001
www.meer.gov.ec
Quito - Ecuador



**ESPECIFICACIONES PARTICULARES DE PARARRAYOS DE
6 kV - 10 kV - 18 kV**

ITEM	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	CICLO DE TRABAJO	CORRIENTE NOMINAL DE DESCARGA (kA)	CLASES DE DESCARGA DE LÍNEA	ALTA CORRIENTE DE IMPULSO (4/10) (kA)*	CORRIENTE DE IMPULSO DE LARGA DURACIÓN (A μ s)
1	PARARRAYOS CLASE DISTRIBUCIÓN POLIMÉRICO, ÓXIDO METÁLICO, CON DESCONECTOR	LIVIANO	5	NO APLICA	40	75/2 000
		NORMAL			65	
		PESADO	10	1	100	250/2 000
		2				
				3		

NOTAS:

* Según las condiciones de servicio, se podrá optar para la corriente máxima unos valores diferentes (inferiores o superiores)
Las Distribuidoras definirán el Nivel Básico de aislamiento según sus requerimientos de condiciones de servicio

ANEXO B. Especificaciones técnicas del seccionador fusible para instalación de la estación de carga rápida.

  Ministerio de Electricidad y Energía Renovable		<small>Av. Eloy Alfaro N°s. 29-90 y 9 de Octubre Edificio Correos del Ecuador 2do piso PSE, 0903-2-3076000 FAX: 0903-2-976000 ext. 1205 RUC: 17691135960001 www.meer.gov.ec Quito - Ecuador</small>
SECCIÓN 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y EQUIPOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN		
SECCIONADOR PORTAFUSIBLE, TIPO UNIPOLAR ABIERTO, INTERCAMBIABLE, PARA 15 kV. (*)		REVISIÓN: 04 FECHA : 2013-03-08
ESPECIFICACIONES GENERALES		
ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
1	CONDICIONES DEL SERVICIO	
1.1	Características ambientales del entorno:	
1.1.1	Altura sobre nivel de mar (msnm)	Hasta 3 000 m
1.1.2	Nivel de contaminación	IEC 60815 De acuerdo a requerimientos de las EDs
1.1.3	Temperatura ambiente máxima	40°C
1.1.4	Temperatura ambiente mínima	-10°C
1.1.5	Instalación	Intemperie
1.1.6	Humedad relativa del medio ambiente	mayor a 70%
1.2	Características eléctricas:	
1.2.1	Voltaje del sistema	13,2 a 13,8 kV
1.2.2	Frecuencia	60 Hz
1.2.3	Clase	Distribución
1.2.4	Mecanismo de operación	Manual con pértiga
1.2.5	Operación	Sin Carga
1.2.6	Método de fijación	Estructura de soporte o cruzeta
2	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
2.1	Norma de pruebas de diseño	ANSI C37.41
2.2	Norma de las especificaciones	ANSI C37.42
2.3	Voltaje máximo de diseño	15,0 kV rms - NOTA 1
2.4	Corriente nominal de operación continua	Ver especificaciones particulares
2.5	Corriente nominal de interrupción:	
2.5.1	Simétrica	Ver especificaciones particulares
2.5.2	Asimétrica	Ver especificaciones particulares
2.6	Nivel básico de aislamiento (BIL)	Ver especificaciones particulares
2.7	Distancia de fuga	IEC 60071-2 De acuerdo a especificación de las Eds
3	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	
3.1	Número de operaciones	200 según ANSI 37.41-IEC 600282-2 Sección 8.8
4	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	NOTA 2
5	BASE SECCIONADOR	
5.1	Material	NOTA 3
5.2	Norma aplicable	Especificar
5.3	Color	Gris
6	PORTAFUSIBLE	
6.1	Material	NOTA 4
6.2	Contacto superior e inferior	NOTA 5
6.3	Piezas de hierro o acero	ASTM A153 Galvanizado en caliente
6.4	Conectores terminales	Cobre o Bronce estañado
6.5	Tipo de conectores terminales	Ranura paralela
6.6	Rango de conductores admitidos por los conectores (Cu - Al)	(4,11 - 11,35) mm
6.7	Bisagra	NOTA 6
6.8	Gatillo	De alta velocidad de separación entre terminales del fusible, al fundirse
6.9	Férulas	NOTA 7
7	CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR EL TUBO PORTA FUSIBLE	NOTA 8
8	DETALLES CONSTRUCTIVOS	NOTA 9
8.1	Pieza de enganche para operación con equipo de extinción de arco	De acuerdo a los requerimientos de la EDs
9	ACCESORIOS	
9.1	Para fijación	Para estructura de soporte o cruzeta tipo ANSI B
10	EMBALAJE	NOTA 10
11	CERTIFICADOS	
11.1	Reporte de Ensayo de Norma	IEEE/ANSI 37.41
11.2	Fabricación y ensayos.	NOTA 11
12	GARANTÍA TÉCNICA	2 años
13	MUESTRAS	Si, De acuerdo a requerimientos de las EDs



Ministerio de Electricidad
y Energía Renovable

Av. Eloy Alfaro No. 29-50 y 19 de Octubre
Edificio Correos del Ecuador 2do piso
TEL: 593-2-2079000
FAX: 593-2-2 9780003 ext. 1235
RUC: 1769135690001
www.mier.gub.ec
Quito - Ecuador

SECCIÓN 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y EQUIPOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

SECCIONADOR PORTAFUSIBLE, TIPO UNIPOLAR ABIERTO, INTERCAMBIABLE, PARA 15 kV. (*)		REVISIÓN: 04 FECHA : 2013-03-08
ESPECIFICACIONES GENERALES		
ITEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
NOTAS:		
1	Para la aplicación de este parámetro, tomar en cuenta las especificaciones "Single Voltage" y "Slant Voltage", de acuerdo a la Norma ANSI C37.42	
2	Todos los componentes del seccionador deberán ser nuevos y correctamente ensamblados incluyendo mecanismos de bloqueos y seguridades para evitar deformaciones o desubicaciones de éstos como parte integral del seccionador. Los seccionadores deben cumplir con los requerimientos de intercambiabilidad de acuerdo a la Norma ANSI C37.42	
3	La base del seccionador es de un solo aislador y deberá ser fabricado en porcelana de alta pureza o concreto de polímero y sujeta mediante un soporte para cruzeta tipo B normalizado según ANSI C37.42. La fijación de los componentes de la base será mediante la inserción en el aislador. La porcelana será producida en proceso en húmedo y estará constituido en material homogéneo, sin laminaciones, cavidades, rajaduras u otras imperfecciones que puedan afectar su resistencia mecánica o sus características dieléctricas. El esmalte será de color uniforme y libre de imperfecciones. Se deberá asegurar una distribución uniforme de los esfuerzos sobre la porcelana. Las partes metálicas deben ser de bronce acerado. Toda la superficie expuesta de los aisladores de porcelana debe cubrirse con un vitrificado de tipo compresión duro, liso, brillante e impermeable a la humedad, que le permita, por medio del lavado natural de las aguas lluvias, mantenerse fácilmente libre de polvo o suciedades residuales ocasionadas por la contaminación ambiental. La superficie total del aislador deberá estar esmaltada y libre de imperfecciones. El concreto de polímero será a prueba de astillamiento con varillas moldeadas integradas para evitar la penetración de la humedad, apto para clima frío, caucho siliconado para uso exterior que debe mantener su hidrofobicidad y estabilidad contra el calor y radiación ultravioleta.	
4	De material no inflamable resistente a la temperatura de operación del equipo, que no absorba humedad y con propiedades que faciliten la extinción del arco eléctrico.	
5	Las superficies de contacto superior e inferior deberán poseer un revestimiento de plata mínimo 12 micras, con resorte de respaldo de acero inoxidable para asegurar el contacto a presión y prevenir arcos durante la recuperación. La base del soporte de la parte superior del resorte será de acero inoxidable y tendrá la forma de "U" con las seguridades y guías necesarias para evitar que se desubique el resorte de su posición original; también el soporte deberá considerar guías longitudinales laterales. Los elementos de conductividad eléctrica para los contactos superior e inferior deberán ser recubiertos de estaño o plata en su totalidad.	
6	De bronce de alta resistencia con revestimiento de plata, debe asegurar el alineamiento del portafusible durante el cierre.	
7	De bronce en la parte superior e inferior del tubo, debe asegurar el alineamiento entre el anillo de izado y la ranura	
8	1. Entrar el material metalizado 2. Absorber el vapor metalizado condensado 3. Extinguir el arco que pueda mantenerse en el vapor metal y conductor 4. Alta rigidez mecánica 5. Brindar una buena estabilidad eléctrica 6. Resistentes a los cambios metálicos, y 7. Condiciones Técnicas y Garantía de seguridad.	
9	El seccionador deberá ser marcado en forma legible, indeleble y durable en el tiempo con la siguiente información como mínimo: 1. Nombre o logotipo que identifique del fabricante 2. Número o modelo de fabricación 3. Corriente de operación continua 4. Voltaje máximo de operación, y 5. Corriente de interrupción asimétrica	
10	Las dimensiones y el peso del seccionador indicará el proveedor. Serán embalados por separado, formando unidades bien definidas de manera tal que permita su fácil identificación y transporte, para así asegurar su protección contra posibles deterioros mecánicos por manipuleo, transporte y efectos nocivos debido al tiempo y condiciones climatológicas que tengan lugar durante el traslado hasta el sitio de entrega y durante el tiempo de almacenamiento. El transporte de los materiales se hará por cuenta y riesgo del proveedor. En la identificación debe contener la palabra "FRAGIL".	
11	Los certificados de conformidad de producto o de cumplimiento de normas exigidos en el presente documento, deben ser emitidos por organismos de certificación acreditados, documentación que será avalada por el OAE. Para el caso de los reportes de ensayo, estos deben ser emitidos por los laboratorios acreditados, documentación que será avalada por el OAE. Estos certificados y reportes, serán un requisito que los oferentes presenten para los procesos de adquisición.	
(*)	Nomenclatura: ND= Trabajo normal, HD= Trabajo pesado, EHD= Extra trabajo pesado, UHD= Ultra trabajo pesado (para la definición referirse a las especificaciones particulares). En el caso de requerimientos especiales no se considerará esta nomenclatura.	

ANEXO C. Especificaciones técnicas del transformador para instalación de la estación de carga rápida.

Características Técnicas	
Volumen de Aceite Aproximado	318 L
Peso Aproximado	744 kg
Nivel de Tensión Primario	13.2 kV
Nivel de Tensión Secundario	220-127/208-120 440-254V
Tipo de Refrigeración	ONAN
BIL Primario/Secundario	95/30kV
Dimensiones (mm)	1100x1340x1000 (Alt x Ancho x Prof)

AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, **Carlos Luis Ramon Guanga** portador de la cédula de ciudadanía N.º 070432911-9. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Análisis y diseño de la instalación eléctrica de una estación de carga para vehículos eléctricos en la ciudad de Machala”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **17 de Septiembre del 2021**



F:

Carlos Luis Ramon Guanga
070432911-9