



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad al servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**Impacto de la inclusión de vehículos eléctricos en
transformadores de distribución, tipo residencial y comercial en
Gualaceo.**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO**

AUTORES: LUIS ANDRÉS LLIGUIN JADÁN.

FLAVIO ROMEL CONCE ZARUMA.

DIRECTOR: ING. DANIEL ORLANDO ICAZA ÁLVAREZ

MATRIZ CUENCA

2018



DECLARACIÓN

Yo, **Luis Andrés Lliguin Jadán**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento; y eximo expresamente a la Universidad Católica de Cuenca y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

La Universidad Católica de Cuenca puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y la normatividad institucional vigente.

Luis Andrés Lliguin Jadán



DECLARACIÓN

Yo, **Flavio Romel Conce Zaruma**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento; y eximo expresamente a la Universidad Católica de Cuenca y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

La Universidad Católica de Cuenca puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y la normatividad institucional vigente.

Flavio Romel Conce Zaruma



CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por: **Luis Andrés Lliguin Jadán** y **Flavio Romel Conce Zaruma**, bajo mi supervisión.

Ing. Daniel Orlando Icaza Álvarez

DIRECTOR



AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por permitirme hacer realidad mi sueño, gracias también a mi papi Germán, que ha sido la persona que siempre ha estado apoyándome en todo momento y como olvidar a mi mami Gladys, por sus sanos consejos y por enseñarme que todo se puede si se quiere, que ha sido la persona fundamental para cumplir un meta que creo que es de todos nosotros, y también a mi hermano Jorge por estar apoyándome siempre de todas las maneras.

A mi compañero de Tesis Romel, sabemos que fue difícil y gracias a la perseverancia de los dos lo hicimos, y esperemos cumplir nuestras próximas metas.

Y por último agradezco a las personas que estuvieron presentes a lo largo de mi vida que en algún momento me dieron la mano, siempre los guardo en mi alma.



DEDICATORIA

La presente tesis la dedico a Dios ya que sin el nada es posible, por permitirme hacer realidad mis metas planteadas.

También lo dedico a mis padres Germán y Gladys, por confiar en mis capacidades, aunque hemos pasado momentos difíciles, siempre han estado apoyándome en cada momento, y en cada paso que dé en mi vida.

A mi Abuelita Mercedes, gracias por ser una segunda madre, por sus sabias palabras y buenos consejos.

A mi hermano Jorge, a mis tíos, primos, por darme la motivación y apoyo, ya sea desde la lejanía, yo siempre les tengo presentes.

A mi abuelito Luis, sé que siempre hay alguien que me guía por el buen camino y me protege siempre desde el cielo.



AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo primeramente quiero agradecer a Dios por bendecirme para llegar a esta meta.

Le doy gracias a mis padres Marina y Manuel, por haberme brindado estos valores de lucha, y un ejemplo de vida a seguir.

A mis hermanos por ser parte de mi vida, compartí mi infancia feliz y estar en cada momento apoyándome.

A mi compañero de Tesis Andrés, este proyecto fue el resultado de nuestro esfuerzo en conjunto y nos llenó de conocimientos.



DEDICATORIA

A Dios, por estar conmigo en todo momento y haber permitido llegar a uno de mis objetivos gracias a su amor y bondad.

A mi madre Marina, por estar conmigo en todo momento, brindarme ese apoyo por la motivación que me brindo, y sus consejos diarios que me llevan a ser una persona de bien.

A mi padre Manuel, gracias a su apoyo, a su amor y sobre todo a luchar contra toda adversidad de la vida fuiste un ejemplo a seguir nunca te dejaste caer, gracias papi sé que en este momento desde el cielo me brindarás todo tu amor y protección.

A mis hermanos, que en todo momento estuvieron en las buenas y malas eso les debo a ustedes.

A Tania, gracias por darme esa fuerza y motivación, apoyo durante toda la carrera de estudio.



ÍNDICE DE CONTENIDO

Capítulo 1	1
1.1 Introducción	1
1.2 Alcance.	1
1.3 Justificación.	2
1.4 Objetivo general.	3
1.4.1 Objetivos específicos	3
1.5 Organización del trabajo	3
Capítulo 2	5
2 Definiciones.....	5
2.1 Conceptos generales.	5
2.1.1 Sector Eléctrico de Ecuador	5
2.1.2 Condiciones del sistema de transmisión	6
2.2 Sistema de Distribución.....	7
2.2.1 Niveles de tensión.	8
2.2.2 Líneas eléctricas	8
2.2.3 Transformadores de distribución.....	8
2.2.4 Normativa IEEE respecto a la sobrecarga de transformadores IEEE C57.91.....	9
2.3 Vehículos convencionales	10
2.3.1 Movilidad por medio de Electricidad	11
2.3.2 Concepto de vehículo eléctrico.....	11
2.3.3 Reseña histórica de los EV.....	12
2.4 Kia Soul EV.....	13
2.4.1 Características del Kia Soul EV.....	13
2.4.2 Puerto de carga principal 110/220.....	14
2.4.3 Cargador Blaubox eHOME para Kia Soul.....	14
2.4.4 Escenarios de carga	15
2.4.5 El análisis de carga descontrolada.....	15



2.4.6	Escenario de carga fuera de pico	15
2.4.7	Escenario óptimo de carga.....	15
Capítulo 3	17
3	Introducción	17
3.1	Grado de aceptación de los vehículos eléctricos	17
3.1.1	Muestreo aleatorio simple y sistemático.....	17
3.1.2	El muestreo aleatorio simple	17
3.1.3	Muestreo aleatorio sistemático.....	17
3.1.4	Muestreo por zona.....	18
3.2	Análisis estadísticos de datos.....	18
3.2.1	Tamaño muestral de las encuestas.....	18
3.2.2	Formulación de las preguntas.....	19
3.3	Estudio de campo.....	20
3.3.1	Información de las encuestas.....	21
3.3.2	Vista de variables en SPSS.....	21
3.3.3	Análisis de las encuestas.....	22
3.4	Análisis de transformadores.....	29
3.4.1	Delimitación de la zona de estudio.....	29
3.4.2	Levantamiento de información Georreferenciada.....	30
3.4.3	Datos de los transformadores.....	32
3.4.4	Selección de transformadores.....	34
3.4.5	Selección por cuartiles.....	36
3.4.6	Clasificación de los transformadores por potencia.....	40
3.5	Resultados de inclusión de los vehículos eléctricos.....	42
3.5.1	Porcentaje por incorporación de vehículos eléctricos.....	42
3.5.2	Escenarios de cargabilidad (0-25) %.....	42
3.5.3	Escenarios de cargabilidad (26-50) %.....	45
3.5.4	Escenarios de cargabilidad (51-75) %.....	49
3.5.5	Escenarios de cargabilidad >75	51
3.6	Resultados por potencias.....	53



3.6.1	Variación en la cargabilidad de unidades de 5 kVA.....	53
3.6.2	Análisis por potencia-10kVA	55
3.6.3	Análisis por potencia-15kVA	56
3.6.4	Análisis por potencia – 25kVA.....	57
3.6.5	Análisis por potencia-30kVA	58
3.6.6	Análisis por potencia-40kVA	59
3.6.7	Análisis por potencia-75kVA	60
3.7	Perdidas en el transformador según temperatura.	61
3.8	Análisis de resultados totales de cargabilidad	61
3.8.1	Análisis de resultados totales por grafica	63
3.9	Análisis de resultados totales por variación de cargabilidad	64
Capítulo 4	65
3.10	Conclusiones.....	65
3.11	Recomendaciones	67



LISTA DE FIGURAS

FIG. 1 CONDICIONES MATRIZ ENERGÉTICA AÑO (2017).....	7
FIG. 2 MONOFÁSICO – CONVENCIONAL PARA INSTALACIÓN EXTERIOR (EN POSTE).....	9
FIG. 3.UBICACIÓN DE LOS MOTORES EN EV.....	11
FIG. 4. VEHÍCULO ELÉCTRICO DE GENERAL MOTORS 1973.....	12
FIG. 7. TIPOS DE MOTORES A) CON UN MOTOR ELÉCTRICO B) CON DOS MOTORES ELÉCTRICOS	13
FIG. 8. CARGADOR BLAUBOX EHOME.....	14
FIG. 7 ENCUESTAS UBICACIÓN GASOLINERA	20
FIG. 8. ENCUESTAS UBICACIÓN TERMINAL TERRESTRE.	21
FIG. 9. UBICACIÓN DE ENCUESTAS PLAZA CENTRAL	21
FIG. 10. DATOS DE ENCUESTAS EN SPSS.....	22
FIG. 11. DATOS REALES DE RESULTADOS DE ENCUESTAS “SEXO”	22
FIG. 12. FLUCTUACIÓN DE EDAD DE ENCUESTADOS	23
FIG. 14. RAZONES POR LA ACEPTACIÓN DE ADQUISICIÓN DE VEHÍCULO ELÉCTRICO	24
FIG. 15. FAMILIARIDAD CON EL CONCEPTO DE VEHÍCULO ELÉCTRICO	24
FIG. 16. DESVENTAJA DE LOS VE SEGÚN RESPUESTAS	25
FIG. 30. UBICACIÓN DE ALIMENTADORES 1521-1522-1523	30
FIG. 31. INFORMACIÓN DE LA GEODATABASE	31
FIG. 32. BÚSQUEDA POR TRANSFORMADOR.	31
FIG. 33. VISUALIZACIÓN DE LOS DATOS DE UNA RED EXISTENTE.	32
FIG. 34. UBICACIÓN DE LOS 76 TRANSFORMADORES	35
FIG. 39. DISPERSIÓN DE ESCENARIOS POR CARGABILIDAD.	45
FIG. 40. DISPERSIÓN DE ESCENARIOS POR CARGABILIDAD.	48
FIG. 41. DISPERSIÓN DE ESCENARIOS POR CARGABILIDAD.	51
FIG. 42. DISPERSIÓN DE ESCENARIOS POR CARGABILIDAD.	53
FIG. 43. CARGABILIDAD DE TRANSFORMADOR – 5KVA	54
FIG. 44. CARGABILIDAD DE TRANSFORMADOR -10KVA	55
FIG. 45. CARGABILIDAD DE TRANSFORMADOR -15KVA	56
FIG. 46. CARGABILIDAD DE TRANSFORMADOR – 25KVA.....	57
FIG. 47. CARGABILIDAD DE TRANSFORMADOR -30KVA	58
FIG. 48. CARGABILIDAD DE TRANSFORMADOR – 40KVA.....	59
FIG. 49. CARGABILIDAD DE TRANSFORMADOR – 75KVA.....	60
FIG. 50. VARIACIÓN DE PÉRDIDAS SEGÚN TEMPERATURA.	61
FIG. 51. CARGABILIDAD TOTAL	62
FIG. 52. VARIACIONES TOTALES DE CARGABILIDAD	63



LISTA DE TABLAS

TABLA 1. PROYECTOS EMBLEMÁTICOS DE GENERACIÓN AÑO 2007.....	6
TABLA 2. TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS Y TRIFÁSICOS	8
TABLA 4. MÁRGENES DE SOBRECARGA DE UN TRANSFORMADOR.....	10
TABLA 9. OFERTA DE MODELOS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS PARA EL MERCADO ECUATORIANO.	13
TABLA 15. CANTIDAD HOMBRE Y MUJERES ENCUESTADAS.....	22
TABLA 16. PERSONAS INTERESADAS EN COMPRARSE VEHÍCULO ELÉCTRICO	23
TABLA 17. DATOS DE POBLACIÓN-GUALACEO	25
TABLA 18. DATOS POBLACIONALES SECTOR RURAL Y URBANO	26
TABLA 19. PROYECCIONES SECTOR RURAL URBANO	26
TABLA 20. VEHÍCULOS EXISTENTES EN GUALACEO	26
TABLA 21. APROXIMADO DE VEHÍCULOS PARTICULARES EN GUALACEO.....	27
TABLA 22: PROYECCIÓN DE POBLACIÓN AÑO 2018.....	27
TABLA 23. CALCULO DE PERSONA INTERESADAS EN ADQUIRIR EL VEHÍCULO ELÉCTRICO, SEGÚN NÚMERO POBLACIÓN.	28
TABLA 24. PERSONAS INTERESADAS Y NO INTERESADAS.	28
TABLA 25. MATRICULACIÓN NUEVA.	29
TABLA 31. CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR #2872 MONOFÁSICO	33
TABLA 32. POTENCIAS TOTALES BASE DE TRANSFORMADOR #2872	34
TABLA 27. PRIMER CUARTIL DE (0-25) %	37
TABLA 28. SEGUNDO CUARTIL CON CARGABILIDAD DE (26-50) %	38
TABLA 29. TERCER CUARTIL CON CARGABILIDAD DE (51-75) %	39
TABLA 30 ÚLTIMO CUARTIL CON CARGABILIDAD DE (>76) %.....	39
TABLA 26. TRANSFORMADORES POR POTENCIA	40
TABLA 33. ESCENARIOS DE CARGABILIDAD (0-25) %.....	44
TABLA 34. ESCENARIO DE CARGABILIDAD (26-50) %.....	47
TABLA 35. ESCENARIOS DE CARGABILIDAD (51-71) %.....	50
TABLA 36. ESCENARIOS DE CARGABILIDAD (>75) %	52
TABLA 37. INCREMENTOS DE NUEVA CARGABILIDAD, VARIACIÓN E INCORPORACIÓN 5kVA.....	54
TABLA 38. INCREMENTOS DE NUEVAS CARGABILIDADES, VARIACIÓN Y INCORPORACIÓN 10kVA	55
TABLA 39. INCREMENTOS DE NUEVAS CARGABILIDADES, VARIACIÓN Y PENETRACIÓN 15kVA	56
TABLA 40. INCREMENTOS DE NUEVAS CARGABILIDADES, VARIACIÓN Y PENETRACIÓN 25kVA	57
TABLA 41. INCREMENTOS DE NUEVAS CARGABILIDADES, VARIACIÓN Y PENETRACIÓN 30kVA	58
TABLA 42. INCREMENTOS DE NUEVAS CARGABILIDADES, VARIACIÓN Y PENETRACIÓN 40kVA.	59
TABLA 43. INCREMENTOS DE NUEVAS CARGABILIDADES, VARIACIÓN Y PENETRACIÓN 75kVA	60



RESUMEN

La presente investigación se basa en el estudio del impacto de la carga de los vehículos eléctricos en las redes eléctricas del cantón Gualaceo, específicamente en los alimentadores #1521, #1522, #1523. Los tres alimentadores tienen en total 342 transformadores de distribución que suplen a cargas de tipo residencial y comercial pertenecientes al casco urbano del cantón Gualaceo Provincia del Azuay- Ecuador. Igualmente se han elegido de forma aleatoria proporcional 76 unidades según su capacidad noviembre de 2017, fecha del último estudio disponible. La Empresa Eléctrica Regional Centrosur no cuenta con un estudio del impacto de la conexión de vehículos eléctricos sobre los transformadores de distribución en el cantón Gualaceo, por ello, en esta investigación se realizó un estudio de campo para cuantificar el número de los usuarios que estarían dispuestos a cambiar su vehículo de combustión interna por uno eléctrico considerando la disponibilidad de energía eléctrica a precios convenientes y su menor impacto ambiental. En base de los resultados de la selección de la información se evaluó la capacidad de carga de los transformadores de distribución; para ello se han seleccionado unidades de diversas potencias tanto monofásicos como trifásicos, que sumadas a su carga en hora pico determina la potencia nominal del cargador del vehículo eléctrico; se han propuesto tres escenarios con niveles de impacto de uno, tres y cinco vehículos en cada transformador. Se evaluó el nuevo estado de cargabilidad de carga con el fin de determinar la necesidad de ampliar o mantener la potencia instalada en transformadores de distribución. Estas conclusiones pueden extrapolarse al resto de unidades del cantón Gualaceo, así como ciudades con características poblacionales similares.

Palabras clave: VEHÍCULOS ELÉCTRICOS, LINEAS DE DISTRIBUCIÓN, IMPACTO DE CARGA, ESCENARIOS DE ANÁLISIS.



ABSTRACT

The current investigation is based on the study of the impact of electric vehicles' load on the electrical networks in Gualaceo town, specifically on the feeders *1521, *1522, *1523. Three feeders have in total 342 distribution transformers that supply residential and commercial loads belonging to the urban area in Gualaceo town, Province of Azuay Ecuador. Likewise, 76 units have been randomly chosen according to their capacity in November, 2017, the date of the last available study. The Electrical Regional Company Centrosur does not have a connection impact study of electric vehicles on the distribution transformers in Gualaceo town, for this reason, in this investigation a field study was carried out to quantify the number of users who would be ready to change their internal combustion vehicle for an electrical one considering the availability of electric power to convenient prices and minor environmental impact. Based on the results of the selection of the information, there was evaluated the load capacity of the distribution transformers; for this, units of different powers, both single-phase and three-phase, have been selected that added to their load in peak hour which determines the nominal power of the loader in the electric vehicle; three scenarios have been proposed with impact levels of one, three and five vehicles in each transformer. The new condition of load was evaluated in order to determine the need to expand or maintain the installed power in the distribution Transformers. These conclusions can be extrapolated to the other units in Gualaceo town, as well as cities with similar population characteristics.

Keywords: ELECTRIC VEHICLES, DISTRIBUTION LINES, LOAD IMPACT, SCENARIOS OF ANALYSIS.



Capítulo 1

Generalidades

1.1 Introducción

El proyecto se basa en el análisis de la implementación de vehículos eléctricos en el sistema de distribución, de tres alimentadores del Cantón Gualaceo servido por la Empresa Eléctrica Regional Centrosur (Centrosur). Se realizará un análisis a los transformadores al momento de la inclusión de los vehículos eléctricos con o sin carga con un muestreo por cargabilidad, que a su vez se realizará simulaciones de cargas al momento de la introducción con 1, 3, y 5 vehículos eléctricos en las horas críticas de consumo mediante el análisis de la cargabilidad. El segundo análisis consiste en determinar el número de personas que están dispuestas a obtener los vehículos eléctricos, esta información será recopilada mediante encuestas que a su vez serán analizadas en función del número de vehículos matriculados en el Cantón Gualaceo.

1.2 Alcance.

La Empresa Regional Centrosur C.A, presta el servicio de suministro eléctrico mediante varios alimentadores, a Azuay, Cañar y Morona Santiago, es decir estas provincias están dentro del área de concepción con un total de 30.273 km², (ARCONEL, 2016) de la cual el 64,96% con un total de 19006 km² pertenece a la provincia de Morona Santiago, en el Azuay representa el 26,19% presenta un total de 8310 km², Cañar tiene un 8,07% presenta un total de 2469 km² y finalmente otros que son cantones parcialmente cubiertos representan el 0,78%. (CentroSur).

Para motivos y fines investigativos se seleccionan 3 alimentadores correspondientes a la zona urbana del Cantón Gualaceo, identificados como #1521, #1522 y #1523. Entre los tres alimentadores se identifican un total de 342 transformadores de distribución, para que el análisis sea representativo se ha elegido de forma aleatoria 76 unidades de forma proporcional tanto a su cargabilidad como su potencia nominal.



De forma paralela se realizó una encuesta de percepción sobre la intención de sustitución de un vehículo eléctrico en lugar de uno de combustión interna, esta información estadística fue proyectada sobre la base de datos de matriculación del cantón Gualaceo, de este cruce de información se obtuvo un porcentaje de incorporación de vehículos eléctricos que fue utilizado para este trabajo.

La información de transformadores ha sido tomada desde el sistema ARCGIS de CentroSur, los datos requeridos son: número de usuarios servidos por unidad, potencia de los transformadores, cargabilidad, fase de conexión y consumo. Posteriormente se realizaron cálculos para determinar el impacto que tendrá en los índices de cargabilidad de los transformadores la incorporación de nuevos servicios, especialmente los vehículos eléctricos. Con el fin de operativizar el estudio se plantean distintos escenarios de incorporación de vehículos, el número de unidades incorporadas es de 1, 3 y 5, esto acorde a la estadística de incorporación obtenida de las encuestas.

Al finalizar este proceso se realiza un análisis de los resultados de nueva cargabilidad de las unidades en función de la incorporación progresiva de vehículos eléctricos.

1.3 Justificación.

En el Ecuador se realizaron cambios en la matriz energética mediante la construcción de centrales hidroeléctricas, como Coca Codo Sinclair, Sopladora, Delsatanisagua y minas de San Francisco que ya han sido inauguradas (Avilés, 2009); actualmente la potencia instalada de generación se ha duplicado respecto a la existente en el año 2007, esto a raíz de políticas públicas regidas por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER). A nivel de distribución es necesario garantizar que el suministro eléctrico sea servido a los clientes finales con grado alto de calidad y confiabilidad esto debido en parte al incremento de la demanda y la incorporación a la red de distribución de cargas cada vez más exigentes respecto a la continuidad y calidad del producto, estas situaciones obligan a las empresas de distribución a mejorar sus indicadores de cargabilidad y auto-recuperación de sus redes.



Si se considera que es una política nacional la reducción del consumo de derivados del petróleo y su sustitución con otras fuentes energéticas se ve a los vehículos eléctricos como una alternativa viable ante los vehículos de combustión interna.

Este tipo de transporte tiene un creciente impacto mundial, en países como Noruega donde se concentra el 33% de los vehículos eléctricos existentes en el mundo, pese a ser un país un productor petrolero, en la lista le sigue Islandia, Suecia, Bélgica y por ultimo Holanda (BBC, 2017); estos países apuestan por la energía para el área automotriz sin contaminación. A ejemplo de estos países es necesario identificar si el sector eléctrico ecuatoriano reúne las características técnicas para la incorporación masiva de esta tecnología, en esta línea se toma el ejemplo del cantón Gualaceo debido a su condición de ciudad intermedia, con un centro densamente poblado y una economía floreciente, estos habilitadores permiten considerar que en un futuro cercano se integrarán vehículos eléctricos en las redes.

1.4 Objetivo general.

Determinar el impacto de la inclusión de vehículos eléctricos en los transformadores de distribución tanto residencial como comercial para la ciudad de Gualaceo.

1.4.1 Objetivos específicos

- Realizar un estudio para cuantificar el número de personas que están interesadas en adquirir vehículos eléctricos.
- Efectuar simulaciones de carga en las horas picos con la implementación de carga del vehículo eléctrico.
- Determinar si los transformadores están correctamente dimensionados para soportar la carga de EV.
- Obtener un informe de los resultados que se dieron en la investigación.

1.5 Organización del trabajo

Esta investigación consta de 5 capítulos los cuales están explicadas en un orden respectivo que se detalla a continuación:

**Capítulo 1:** Introducción.

Este capítulo inicia con una descripción general de todo el trabajo se presentan los objetivos generales y específicos al igual que el alcance y justificación del tema planteado.

Capítulo 2: Marco teórico.

En esta sección se realiza una recopilación de la información necesaria para el trabajo: metodología estadística utilizada en este trabajo, análisis del sistema eléctrico ecuatoriano y el sistema de distribución de CentroSur, conceptos generales referentes a índices de calidad de energía, vehículos eléctricos y por último se detalla la operación y procesos de degradación de los transformadores de distribución.

Capítulo 3: Desarrollo de la propuesta

En este capítulo se presenta la propuesta investigativa, para ello se muestra la encuesta del grado de aceptación de los vehículos eléctricos por parte de los habitantes del cantón Gualaceo, posteriormente se muestra el análisis de cargabilidad al momento de la inclusión de los vehículos eléctricos al sistema de distribución.

Capítulo 4: Conclusiones y recomendaciones.

Se presenta las conclusiones del trabajo investigativo realizado, así como las recomendaciones propuestas por los autores.

Referencias

En este capítulo se tiene la parte investigativa todo lo relacionado a citas de investigación, publicaciones, autores de todas las partes del mundo relacionadas con el caso de estudio que se desarrolla.



Capítulo 2

Marco teórico

2 Definiciones

Demanda: es la potencia que un cliente consume en un determinado tiempo, esta es medida o calculada tomando intervalos, entre dos valores y sacando el valor medio. La nomenclatura es kVA, kW, kVAR, a la variación de la demanda con respecto a un tiempo se le conoce como la curva de carga.

Carga máxima: se le conoce como el valor máximo de la carga en un determinado tiempo, esta carga es la más importante para todo análisis, al presentarse se produce la máxima caída de tensión en el sistema por ende existen pérdidas de energía.

Factor de demanda: es la relación entre la carga total conectada y la demanda máxima en un tiempo dado. El factor de demanda por lo general es menor que uno.

Factor de carga: es el resultado entre la demanda promedio y la demanda máxima en un tiempo determinado.

Software ARCGIS: ArcGis es un sistema de información geográfica que permite visualizar información gráfica, analizar datos, crear y editar información geográfica. (Puerta Tuesta, 2012)

Software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) programa estadístico para ciencias sociales, pero también se lo utiliza para otras áreas.

2.1 Conceptos generales.

2.1.1 Sector Eléctrico de Ecuador

A lo largo de los años el sistema eléctrico de Ecuador ha tenido deficiencias por lo que se oficializó la creación del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) en el 2007 para convertir al sector eléctrico en un pilar de los sectores estratégicos nacionales. El MEER es el ente rector de la generación, transmisión,

distribución y comercialización de la energía eléctrica, así como de la incorporación de nuevas fuentes de energía renovable.

Desde 2007 se han creado proyectos emblemáticos para la reestructuración del sector eléctrico en su etapa de generación, entre estos proyectos tenemos: central eólica de Villonaco, y las centrales hidroeléctricas de Coca Codo-Sinclair, Sopladora, Toachi Pilaton, Minas San Francisco, Delsitanisagua, Mazar Dudas, Quijos y Manduriaco. (MEER, 2017), muchas de ellas están en operación aportando energía al sistema nacional interconectado. Con estas incorporaciones la potencia total instalada en el país es de alrededor de 2.773 MW.

TABLA 1. Proyectos emblemáticos de generación año 2007

Nombre	Tipo	Ubicación	Empresa ejecutora	Inicio operación	Potencia(MW)	Energía (GWh/Año)	Inversión (Millones USD)
Coca Codo Sinclair	H	Sucumbíos y Napo	COCA SINCAIR EP	ene-16	1500	8743	2245
Toachi-Pilaton	H	Límites de Pichincha, Santo Domingo y Cotopaxi	CELEC EP	abr-15	253	1120	528
Sopladora	H	Límites de Azuay y Morona Santiago	CELEC EP	dic-14	487	2800	656,5
Quijos	H	Napo	CELEC EP	dic-15	50	355	118,3
Manduriaco	H	Límites de Pichincha e Imbabura	CELEC EP	oct-14	60	341	132,9
Minas San Francisco	H	Límites de Azuay y El Oro	CELEC EP	dic-15	270	1290	508,8
Mazar-Dudas	H	Cañar	CELEC EP	feb-14	21	125	51,2
Delsitanisagua	H	Zamora Chinchipe	CELEC EP	dic-15	115	904	215,8
Villonaco	E	Loja	CELEC EP	ene-13	16,5	59	41,8
					2773	15737	4498

Fuente: MEER

La mayor parte de la energía que se produce en el Ecuador es renovable y por motivo de concientizar con el medio ambiente en el mundo se crea el G7 (analizan las políticas de energía y economía global) para fomentar el uso mayoritario a las energías renovables para incrementar el desarrollo Sostenible.

2.1.2 Condiciones del sistema de transmisión

Desde la aprobación desde el año 2017 de los proyectos emblemáticos se ha hecho cambios significativos en la matriz energética en el país a tal grado que se ha

construido 602 km en líneas de transmisión de 500kV a circuito de simple, este proyecto actualmente está a un avance del 98% (MEER, 2017).



Fig. 1 Condiciones matriz energética año (2017)

Fuente: CELEC EP.

2.2 Sistema de Distribución

Los sistemas de distribución constituyen la última etapa de un sistema de suministro de energía eléctrica, la mayoría de clientes están instalados en este nivel de

tensión, la etapa de distribución está constituido transformadores, barras, seccionadores y sobre todo líneas de distribución.

2.2.1 Niveles de tensión.

Se considera extra alta tensión a los valores superiores a los 300kV, alta tensión a aquellos voltajes de operación entre 69 y 300 kV; baja tensión corresponde a los voltajes menores a 600 V y se denomina media tensión a las tensiones entre bajo y alto voltaje.

Se puede clasificar los sistemas de distribución acorde al tipo de clientes primordialmente suministrados (residenciales, comerciales), su ubicación geográfica (urbano, rural) o su construcción (aéreo, subterráneo).

2.2.2 Líneas eléctricas

Permiten el transporte hasta los centros de consumo, pueden ser de tipo aéreo (conductor desnudo o aislados antirrobo) o subterráneo (conductor aislado), en distribución se considera únicamente media y baja tensión. Las redes de tipo aéreo son mucho más comunes debido a su costo, pero son propensas a sufrir averías por condiciones del medio ambiente deterioro, viento, lluvia, contacto con vegetación, accidentes de tránsito etc. Por su parte las redes subterráneas son menos propensas a estos accidentes, pero tienen un costo de instalación mucho mayor.

2.2.3 Transformadores de distribución.

Son parte primordial del sistema de distribución, su función es vincular los niveles de alta o media a baja tensión, permitiendo a los usuarios conectarse a la red.

TABLA 2. Transformadores monofásicos y trifásicos

TRANSFORMADORES MONOFASICOS 15KV			TRANSFORMADORES TRIFASICOS 15KV		
KVA	Volumen aceite aprox. (LT)	Peso aprox. (Kg)	KVA	Volumen aceite aprox. (LT)	Peso aprox. (Kg)
15	28	91	15	62	161,6
30	35	108	30	116	284
45	45	146	45	107	316,9
75	63	221	75	182	485
112,5	70	256	112,5	166	545,1
150	92	331	150	216	677
225	99	448	225	322	884
300	120	607	300	462	1193,5
400	160	680	400	494	1382

500	28	91	500	619	1770
630	35	108	630	739	2150
750	45	146	750	855	2485
1000	63	221	1000	1083	3070

Fuente: (RYMEL, 2016)

Estos transformadores son ubicados en poste y sumergido en aceite los cuales son fabricados ANSI-57.12.00IEC-76, NTC y RETIE, la cual dice que estos componentes están aptos para ser instalados en áreas subterráneas. Su montaje debe ser conforme a las unidades de propiedad con sus materiales y procedimientos. En la figura se visualiza el montaje ideal de un transformador monofásico en un poste.

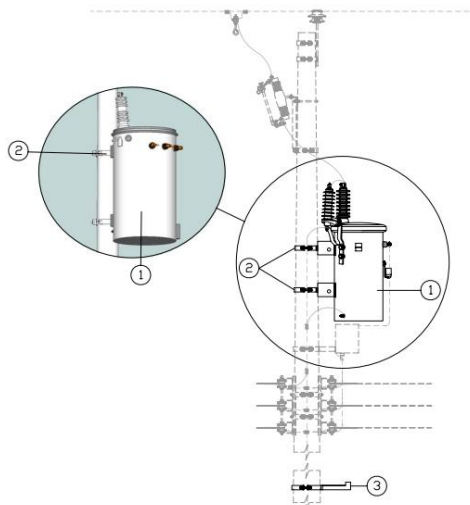


Fig. 2 Monofásico – convencional para instalación exterior (en poste)

Fuente: MEER

2.2.4 Normativa IEEE respecto a la sobrecarga de transformadores IEEE C57.91

La norma ANSI-IEEE C57.91 describe la capacidad de los transformadores para soportar sobrecargas y los efectos que esta conlleva, dependiendo de nivel de potencia y la temperatura al interior de la unidad. Una de las condiciones más importantes para el correcto dimensionamiento de los trafos, es el nivel de sobrecarga puede soportar un transformador y sus subsistemas tales como bushings y devanados, estos datos son p por el fabricante.



Efectos al transformador al variar la temperatura ambiente

Los cambios más significativos en un transformador son provocados por la temperatura, debido a que tanto la temperatura ambiente como la potencia suplida por la unidad varía a lo largo del día; la perdida de vida de un transformador de distribución está fuertemente vinculado con el incremento de la temperatura y eventos tales como cortocircuitos que la unidad puede soportar.

Límites de temperatura.

Existen condiciones para considerar que un transformador esta sobrecargado, donde actúa la temperatura del aceite, el conductor y la carga máxima, estos se muestran en la siguiente tabla.

TABLA 3. Márgenes de sobrecarga de un transformador.

Temperatura máxima del aceite: 110°C
Temperatura en los puntos más calientes del conductor: 180°C
Carga máxima de la unidad en periodos cortos: 200%

Fuente: Norma IEEE-C5791

Temperatura nominal de un transformador de distribución.

Se considera que la temperatura nominal de un transformador de distribución es de 110°C en periodos continuos de operación, esta temperatura asegura un envejecimiento nominal, sobrepasar este límite implica que la unidad se degrada aceleradamente, pero entendiendo que durante el día la unidad no opera siempre a 110°C es permisible cierta sobre carga que eleve durante pocas horas esta temperatura.

2.3 Vehículos convencionales

En el mercado de los automóviles convencionales o a combustión interna se busca implementar tecnologías limpias, pero en este tipo de motor solo el 30% de la energía que es producida por el combustible es transformada en movimiento debido a su principio de funcionamiento térmico.

Uno de los motivos que incentiva el uso de estos vehículos es el bajo costo del petróleo y la madurez de la tecnología térmica del motor. La industria automotriz ha dado pequeños pasos en la dirección de la sustitución de esta tecnología por

nuevas, uno de los primeros cambios fue la introducción de vehículos híbridos, en la que se usa de forma conjunta dos motores: uno de combustión interna y otro eléctrico.

El primer coche híbrido que entro en funcionamiento fue el Toyota YARIS lanzado en 2009. (Universidad de la Republica, 2012), este de vehículo todavía emana CO₂ y otros gases de combustión debido a la presencia del motor térmico.

2.3.1 Movilidad por medio de Electricidad

Es una alternativa ecológica mediante el uso de motores impulsados por energía eléctrica en lugar de motores térmicos basados en hidrocarburos; los motores eléctricos son alimentados por baterías y acumuladores que deben ser luego recargadas.

2.3.2 Concepto de vehículo eléctrico.

Se conoce como vehículo eléctrico aquel medio de transporte que poseen motores colocados en los ejes para producir movimiento, los motores son alimentados por un conjunto de acumuladores, el consumo de electricidad no genera productos de residuo por lo tanto se lo considera cero emisiones. La siguiente figura presenta los componentes de un vehículo con dos motores, uno para cada eje.

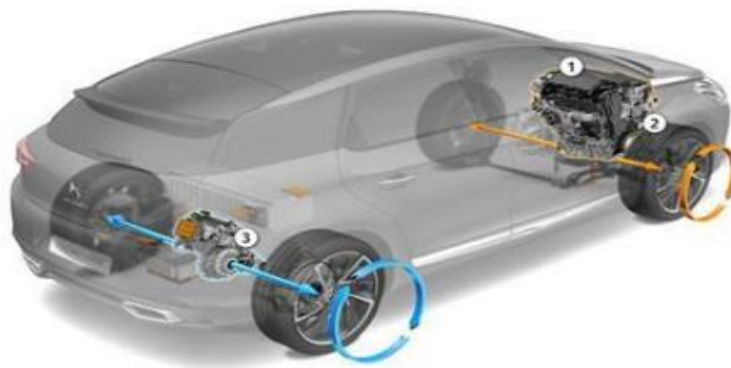


Fig. 3.Ubicación de los motores en EV

Fuente: Diario Motor Tecmovia

2.3.3 Reseña histórica de los EV.

Los primeros vehículos eléctricos fueron construidos en el año de 1835 por Sibrandus Stratingh, y en el año 1842 por Robert Davidson, pero estos vehículos tenían problemas debido a que sus baterías no eran recargables. El primer vehículo eléctrico que llegó a ser comercializado en el año 1897 por la compañía de Electric Carriage and Wagon Company este fue construido para ser parte de una flota de taxis en Nueva York.

Por el lapso de dos décadas el vehículo eléctrico estuvo en apogeo, pero esto se vio interrumpido por la incorporación la gasolina, un nuevo combustible derivado del petróleo que era más barato; por ello los vehículos eléctricos perdieron protagonismo, y poco a poco fueron eliminados. En el año de 1973 General Motors fabrica un vehículo con la capacidad de cargar sus baterías, como se muestra en la siguiente figura.

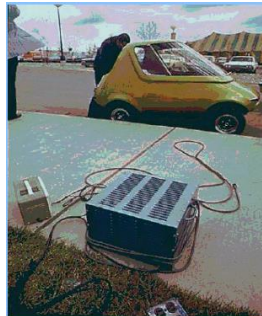


Fig. 4. Vehículo eléctrico de General Motors 1973

Fuente: Internet

Desde entonces los vehículos eléctricos optan por esta característica y de a poco han mejorado en su eficiencia y autonomía.

En los vehículos se puede instalar un motor para cada rueda, un motor para cada eje o un único motor de mayor potencia con un sistema de transmisión. Lo más eficiente es el sistema de un motor para cada rueda, pero sus costos son mayores, mientras que un único motor tiene el problema de las pérdidas mecánicas de potencia.

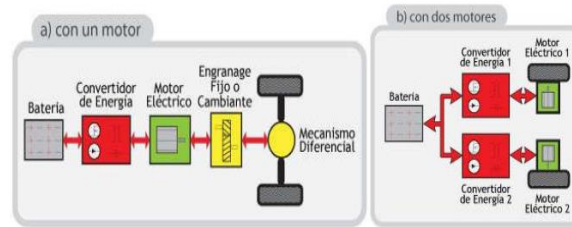


Fig. 5. Tipos de Motores a) con un motor eléctrico b) con dos motores eléctricos

Fuente: internet





Estos vehículos eléctricos disponen de controladores que captan la energía de las baterías que a su vez la transmiten a los motores, debido a las potencias a las que fueron diseñados, mayoritariamente para el sector urbano.

2.4 Kia Soul EV.

El Kia soul Eléctrico, fue lanzado por primera vez en febrero del 2009 desde allí han existido nuevas versiones, hasta llegar a las características, que se mencionará en el siguiente punto.

Este VE es uno de los Vehículos más comercializados en el Ecuador en la que se seleccionó el Kia por su kilometraje ideal en autonomía media entre los 4 modelos existentes en el mercado Ecuatoriano.

TABLA 4. Oferta de modelos de vehículos eléctricos para el mercado ecuatoriano.

MODELO	AUTONOMIA	PRECIO(USD)	IMAGEN
Nissan Leaf	169 Km	30.000	
Renault Kangoo ZE	170Km	30.000	
Kia SoulEv	212Km	35.000-40.000	
BYD E6	280Km	40.000	

Fuente: (David, 2015)

2.4.1 Características del Kia Soul EV.

- Tipo de motor: imán permanente
- Voltaje: 360V

- Potencia de 81,4 kW, 108 HP
- Velocidad máxima de 212km/h de 0-100 en 11,2 s

2.4.2 Puerto de carga principal 110/220

Con una carga de 110v para cargar de 0% al 100% tardara un tiempo de 24 horas, con una carga rápida con una carga a 220v tardara un tiempo de 5 horas, dependiendo de la potencia disponible de un sistema monofásico.

2.4.3 Cargador Blaubox eHOME para Kia Soul



Fig. 6. Cargador Blaubox eHOME

Fuente: Internet

Este tipo de cargadores conocido como (Mennekes) son ideales para carga en el garaje o en el parqueadero, además posee un cable con 5 metros de longitud.

Las características de este cargador Wallbox son las siguientes:

- Tensión 230v +/-10%
- Instalación: fácil instalación, soporte por medio de tres puntos
- Alimentación: 1fase +1 neutro +PE
- Protección según protocolo: IP 54/IK 10

Este cargador también está disponible para otras marcas de Vehículos eléctricos como, Citroën C-Zero, Ford Focus electric, Toyota Prius Plug in, y por ultimo para KIA SOUL VE.

Carga lenta



Para la carga lenta se usará una potencia baja para sistemas residenciales, donde se sumará la carga del vehículo a la carga de la residencia. Existen dos tipos de potencias.

Modo 1.

Las potencias de 3,5kW y 1.6kW con una corriente de 16A las conexiones deben tener tomacorrientes homologados para este ve

Modo 2.

Las potencias son superiores de 2 kW y 1 kW con una corriente de 16A por fase, para la instalación se debe utilizar un cable especial con función de piloto de control para protecciones.

Existen cargadores para carga rápida, pero en el análisis solo se lo realiza con lenta.

2.4.4 Escenarios de carga

Los escenarios de carga corresponden a los posibles eventos que se pueden producir con los VE y depende de la potencia y el horario de consumo de los clientes los cuales varían a lo largo del día.

2.4.5 El análisis de carga descontrolada

Este tipo de escenario se utiliza en condiciones en la que no existe una coordinación entre los distintos consumidores, y por lo tanto el factor de coincidencia puede ser muy alto, por lo tanto, se lo evalúa como el peor escenario.

2.4.6 Escenario de carga fuera de pico

Este tipo de escenario sirve para el análisis, donde el pico de carga se dispara repentinamente debido a diferentes circunstancias, por ejemplo, cortes repentinos de energía, debiendo conectar seccionadores para dar suministro y los transformadores tiendan a llegar al límite de su capacidad, y se tendrá que analizar las peores condiciones.

2.4.7 Escenario óptimo de carga

Este escenario es ideal donde los sistemas siempre estén en condiciones estables y la configuración tiene que ser ideal para impedir las sobrecargas y no hay



afectaciones a la calidad, esto se logra coordinando la integración de los consumidores mediante una negociación previa.



Capítulo 3

Desarrollo de la propuesta

3 Introducción

Durante los últimos años en el Ecuador se han implementado nuevas tecnologías que hacen énfasis aun cambio de la matriz productiva del país basado en políticas de incentivos con la que se promueve una conciencia colectiva. El caso de los vehículos eléctricos está produciendo impacto en los sistemas de distribución, como también la aceptación por parte de los usuarios en adquirir esta tecnología.

Por lo que se realiza un estudio del grado de penetración que tiene esta tecnología con los usuarios. Como también el impacto de los vehículos eléctricos en el sistema de distribución de energía eléctrica.

3.1 Grado de aceptación de los vehículos eléctricos

3.1.1 Muestreo aleatorio simple y sistemático

Se utilizará 2 tipos de muestreo simple y sistemático, el muestreo simple se utilizará un número de personas y se seleccionará aleatoriamente para las respectivas encuestas. El muestreo sistemático se tomará en cuenta a la persona que está más distante del transformador. (D. X. Morales L. Lliguin, 2016)

3.1.2 El muestreo aleatorio simple

Es una técnica la más fácil de utilizar, por su forma de armar la muestra. También por la forma más clara y justa de realizar una elección de la población debido a que todos están sujetos tienen su igualdad a ser seleccionados. (Ortiz, 2014)

3.1.3 Muestreo aleatorio sistemático

Esta técnica de muestreo aleatorio sistemático la población que es elegida va a estar en una forma ordenada para realizar el análisis de muestra, y seguir un procedimiento ya sea directo y seguir una regla determinada. El investigador en este estudio realiza



el análisis de la muestra de la población de forma ordenada y lo realizará con toda la población que se está analizando.

3.1.4 Muestreo por zona

Este tipo de investigación toma como punto de estudio una zona específica para el muestreo como pueden ser: un barrio, un casco urbano. Zonas que estén relacionadas con el estudio que se va a realizar. El muestreo por zona toma referencia lugares estratégicos y factibles las cuales son representativas del fenómeno que se va a realizar el estudio. (D. X. Morales L. Lliguin, 2016)

3.2 Análisis estadísticos de datos

Para el análisis de datos tomados de las encuestas se utilizará, SPSS, Es un software que es especializado para el análisis estadístico, como encuestas, tabulaciones, etc. Desarrollado para trabajar con datos diferentes, como sencillos gráficos de distribuciones como también estadísticos y descriptivos, también es especializado en clasificar datos con diferentes características.

3.2.1 Tamaño muestral de las encuestas.

La muestra es un estudio probabilístico para determinar el tamaño de la población y el nivel de confianza con un margen de error.

Por medio de la siguiente fórmula, se calcula el tamaño de la muestra, de una cantidad determinada de personas, que se utilizará para determinar el grado de aceptación. (D. X. Morales L. Lliguin, 2016)

$$n = \frac{k^2 N p q}{e^2 (N - 1) + k^2 p q}$$

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño del universo

k = Constante que depende del nivel de confianza asignado

p = Proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio



q = proporción de individuos que no poseen en la población la característica de estudio

e = error muestral deseado.

Para saber la cantidad de encuestas que se tienen que realizar se va utilizar la fórmula de tamaño de la muestra:

Donde:

$K= 95\%$; 1.96

$p= 50\%$

$q=50\%$

$e=10\%$

$N=5786$ vehículos

$$n = \frac{(1.96)^2(0.5)*(5786)(0.5)(0.5)}{(0.10)^2(5786-1)+1.96^2 (0.5)(0.5)}$$

$n = 99.63 \approx 100$ encuestas

3.2.2 Formulación de las preguntas.

Las preguntas se desarrollan con forme a la información necesaria para el análisis, esta información fue receptada de los conductores(as), que posean un vehículo valorado al precio actual de los vehículos eléctricos en el sector Ecuatoriano.

1. Datos
2. Nivel de estudio:
3. Tipo de transporte que usted utiliza a diario
4. Razón por la cual utiliza usted ese transporte
5. ¿Tienes pensado comprarte un auto eléctrico?
6. ¿Cuántos autos que disponen por núcleo familiar?
7. Grado de familiaridad con el concepto de auto eléctrico
8. Donde obtuvo esa información.
9. ¿Cuantos kilómetros conduce a diario? (un aproximado) (km)
10. ¿Con que frecuencia utiliza su auto?
11. ¿Que sería lo fundamental al adquirir un auto eléctrico?
12. ¿Qué ventajas tiene para usted un auto eléctrico?
13. ¿Qué desventajas tiene para usted un auto eléctrico?

14. ¿Dónde estaría interesado en recargar? (Lugar)
15. ¿Cuál es el tiempo que usted le da mantenimiento a su auto?
16. ¿Al final estaría dispuesto a comprarse un auto eléctrico?

3.3 Estudio de campo.

Referente al área de estudio a desarrollar se toma como base puntos estratégicos para el estudio como gasolineras, terminal terrestre y parque central, donde se considera lugares con mayor flujo de vehículos en el centro de Gualaceo, donde se realizó un total de 100 encuestas a cada chofer del automotor.

Las encuestas fueron tomadas en un 25% en la gasolinera PRIMAX en la Av. Jaime Roldos y Benigno Vásquez.

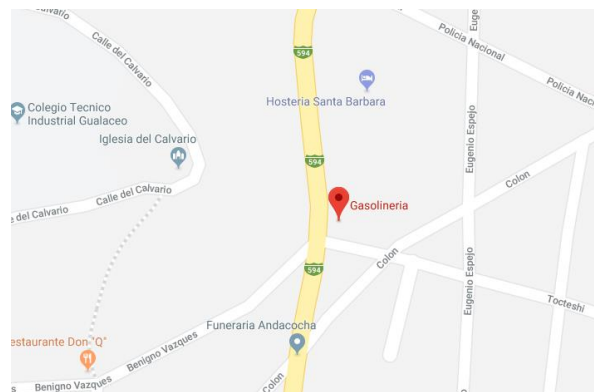


Fig. 7 Encuestas ubicación Gasolinera

Fuente: Maps de google.

El desarrollo de las encuestas se realizó en el terminal terrestre de Gualaceo. Donde el número de encuestados esta el 50.



Fig. 8. Encuestas ubicación Terminal Terrestre.

Fuente: Maps de google.

Otro de los puntos para encuestas fue la plaza central de Gualaceo, ya que existe un mayor flujo de vehículos, por considerarse una zona céntrica del cantón, dado que el impacto se considera afectaría al centro de Gualaceo.



Fig. 9. Ubicación de encuestas Plaza Central

Fuente: Autores.

3.3.1 Información de las encuestas

Ver anexo numero 1

3.3.2 Vista de variables en SPSS

Por medio del programa SPSS se ingresa la información de cada encuestado para tener los resultados generales que se requieren para el análisis.

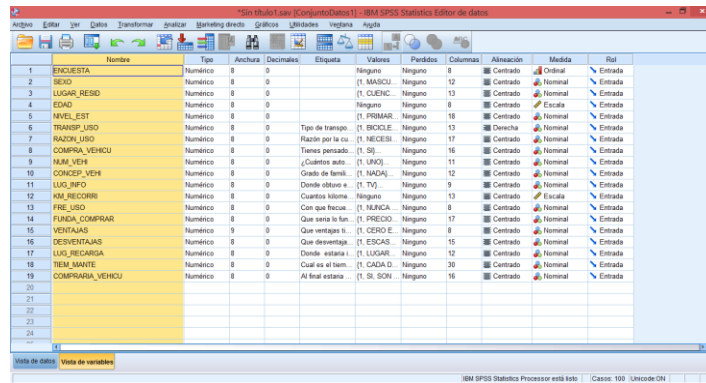


Fig. 10. Datos de encuestas en SPSS

Fuente: Autores

En los campos se ingresa la información con los parámetros de cada pregunta para el desglose de resultados.

3.3.3 Análisis de las encuestas.

Las personas encuestadas fueron mayormente hombres de un total de 100 personas encuestadas elegidas aleatoriamente con porcentaje mínimo mujeres, se representa en la siguiente tabla.

TABLA 5. Cantidad Hombre y Mujeres Encuestadas

GENERO		Porcentaje
Válido	MASCULINO	72,3
	FEMENINO	18,6
	Total	90,9
Perdidos	Sistema	9,1
Total		100,0

Fig. 11. Datos reales de resultados de Encuestas “SEXO”

Fuente: Autores.

Según la tabla anterior se encuesta más hombres que mujeres, este resultado se da, por haber más conductores hombres que mujeres, el otro motivo es, que se tomó como base para la encuesta, que los vehículos del encuestado superen los 30.000 dólares en costo del vehículo.

La edad de estos fluctuaba entre los 20 y 52 años de edad, se toma con relación al número de encuestados con esa edad.

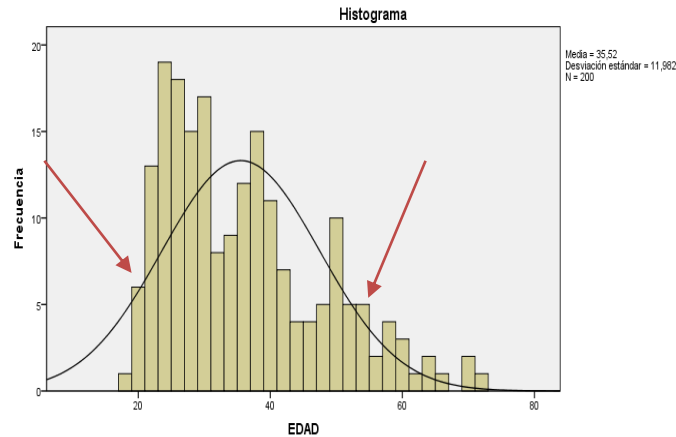


Fig. 12. Fluctuación de edad de encuestados.

Fuente: Autores.

En la figura se conoce los rangos de edad de los encuestados que, en su mayoría obviamente mayores de edad desde los 20 años hasta los 52 años, según la curva, se encuestó a persona relativamente jóvenes. Por lo tanto, para la mayoría de las personas jóvenes opina que no desean comprarse un vehículo eléctrico. Un 27.3% del encuestado está interesado en adquirir, mientras que el 63.6% no lo hará en un futuro cercano.

En el apartado de perdido por el sistema se eliminan 20 posibles encuestas errores por ello si realizaron 20 encuestas más además de las 100, Este error se manifiesta por nerviosismo, miedo, etc., o por error al momento de la digitar los resultados.

TABLA 6.

Personas
interesadas en
comprarse vehículo
Eléctrico

¿Tienes pensado comprarte un auto eléctrico?

		Frecuencia	Porcentaje válido
Válido	SI	38	31,7
	NO	82	68,3
	Total	120	100,0
Perdidos	Sistema	20	
Total		100	

Fuente: Autores.

Siguiendo con el análisis de las encuestas fue “que por qué razón no estaría interesado en adquirir” y los resultados adquiridos se obtuvieron lo siguiente:

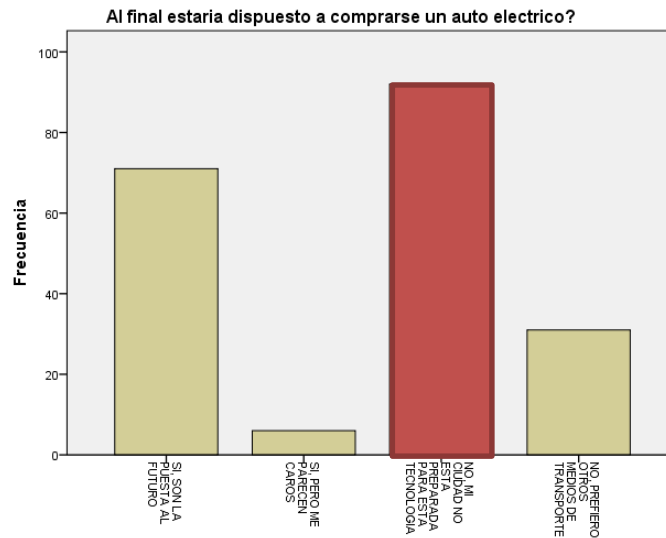


Fig. 13. Razones por la aceptación de Adquisición de vehículo eléctrico

Fuente: Autores.

Claramente lo dicen por la razón que la ciudad no está preparada para esta tecnología que consideran que es nueva para la implementación. El otro impedimento para que no exista interés, es porque se tiene un poco conocimiento de los VE.

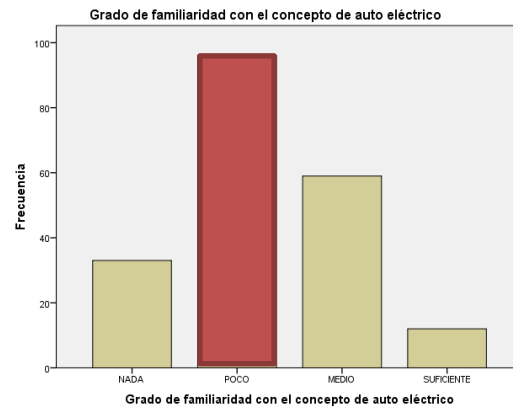


Fig. 14. Familiaridad con el concepto de vehículo eléctrico

Fuente: Autores.

La encuesta tiene una desventaja donde se consideran el alto tiempo de duración de las baterías que está considerado en 300km de recorrido.

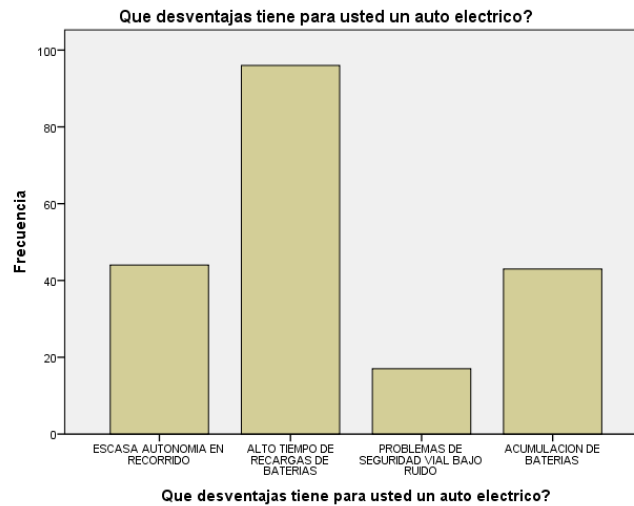


Fig. 15. Desventaja de los ve según respuestas

Fuentes: Autores.

Obtenido los resultados de las encuestas se tiene el número de personas interesadas en adquirirlos vehículos eléctricos y de todos ellos otro porcentaje que no están interesados en adquirir esta tecnología.

Para estos según los datos del INEC del censo del 2010 y sus proyecciones existen el siguiente número de habitantes por sector.

TABLA 7. Datos de población-Gualaceo

Datos Inec-Censo 2010					
Provincia	Nombre del Cantón	Nombre de la Parroquia	Área		
			Urbano	Rural	Total
Azuay	Gualaceo	Daniel Cordova Toral	-	1.702	1.702
		Gualaceo	13.981	7.462	21.443
		Jadán	-	4.326	4.326
		Luis Cordero Vega	-	2.030	2.030
		Mariano Moreno	-	2.616	2.616
		Remigio Crespo Toral	-	1.414	1.414
		San Juan	-	5.305	5.305
		Simon Bolivar	-	1.128	1.128
		Zhidmad	-	2.745	2.745
		Total	13.981	28.728	42.709

Fuente: (INEC, 2010)

Según los datos del CENSO-2010 tenemos estos datos para el sector urbano tenemos 13.981 habitantes y para el sector rural tenemos 28.728 habitantes. Pero en la actualidad según las proyecciones el cantón Gualaceo posee 48.286 habitantes totales.

Y en esta tabla está detallado por un lado los datos del Censo del 2010 y por otro lado las proyecciones hasta el año 2018.

Del número de habitantes, no todos poseen un vehículo, por lo tanto, con la ayuda de los datos de la ANT (Agencia Nacional de Tránsito) se buscará cuántos de estos habitantes poseen un vehículo, y los datos son estos.

TABLA 8. Datos poblacionales Sector Rural y Urbano

DATOS CENSO 2010	
Habitantes totales	42.709
Sector Rural	28.728
Sector Urbano	13.981

Fuente: CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2010

TABLA 9. Proyecciones sector Rural Urbano

PROYECCIONES	
Habitantes 2018	48286
Sector Rural	32,479
Sector Urbano	15807

Fuentes: (INEC, 2016)

Con las proyecciones hasta el año del estudio, y con el número de vehículos matriculados vamos a conocer cuántas personas están dispuestas a comprar el vehículo eléctrico.

Según ANT por provincias existen:

TABLA 10. Vehículos existentes en Gualaceo

NUMERO DE VEHICULOS MATRICULADOS-AZUAY					
PROVINCIA	TOTAL	Uso del vehículo			
		Particular	Alquiler	Estado	Municipio
Azuay	99913	96469	2298	713	433

Fuente: ANT

En el Azuay tenemos un total de vehículos particulares de 96.469 vehículos registrados en el año 2013

El cálculo del número de vehículos en el cantón Gualaceo se le hizo dependiendo de la cantidad de población existente en Gualaceo según censo 2010.

TABLA 11. Aproximado de vehículos particulares en Gualaceo.

Cálculo Aproximado del Número de Vehículos Particulares				
Azuay	Total Población		Total Vehículos	
Cantones	712.127	100	96.469	100
Camilo Ponce Enrique	21998	3,1	2980	3,1
Chordeleg	12.577	1,8	1704	1,8
Cuenca	505.585	71,0	68490	71,0
El Pan	3.036	0,4	411	0,4
Girón	12.607	1,8	1708	1,8
Guachapala	3.409	0,5	462	0,5
Gualaceo	42.709	6,0	5786	6,0
Nabon	15.892	2,2	2153	2,2
Oña	3.583	0,5	485	0,5
Paute	25.494	3,6	3454	3,6
Pucara	10.052	1,4	1362	1,4
San Fernando	3.993	0,6	541	0,6
Santa Isabel	18.393	2,6	2492	2,6
Sevilla De Oro	5.889	0,8	798	0,8
Sigsig	26.910	3,8	3645	3,8
Total		100,0	96469	

Fuente: ANT Censo-2010

Se desea saber con exactitud el número de población que está interesada en los vehículos eléctricos por lo que se toma datos de proyecciones hasta el año 2018.

TABLA 12: Proyección de población año 2018

PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN ECUATORIANA, POR AÑOS CALENDARIO, SEGÚN CANTONES				
2010-2020				
Código	Nombre de cantón	2018	2019	2020
103	GUALACEO	48.286	48.702	49.104

Fuente: (INEC, 2016)

En la actualidad existen 5786 vehículos en el cantón Gualaceo. Según los cálculos en el Cantón Gualaceo solo el 6% de la población dispone de vehículos.

Pero los datos son tomados del CENSO-2010, y mediante las proyecciones Ver Tabla: 22 nos dice que existen 48286 habitantes actualmente por lo que se incrementa, entonces de los 6% se incrementa al 6,78%, con un valor de número de vehículos sube a 6541 vehículos existentes por lo tanto con estos datos se procede a realizar la relación con los datos de las encuestas ya tabuladas.

Por lo tanto, con la ayuda de los resultados de las encuestas.

TABLA 13. Calculo de persona interesadas en adquirir el vehículo eléctrico, según número población.

RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS DE ACEPTACION SEGÚN POBLACION				
Resultado de encuesta	%	Vehículos en Gualaceo	% de Vehículos	Resultados encuestados
Si	27,300	6540,6	6,78	1786
No	68,300			4467
TOTAL	No es igual por valores perdidos en encuesta			6253

Fuente: Autores.

Una vez con los resultados de los porcentajes de aceptación y rechazo se calcula el número de personas que van a adquirir el vehículo eléctrico y los resultados son:

TABLA 14. Personas interesadas y no interesadas.

RESULTADOS	
RESPUESTAS	#PERSONAS
SI	1786
NO	4467

Fuente: Autores

Como resultado se tiene que los conductores del Cantón Gualaceo, que poseen vehículos convencionales, actualmente no están interesados en la adquisición o compra de los vehículos eléctricos.



Porcentaje de matriculación nueva, 3-4%, 25% si le interesa, 500 Vehículos.

TABLA 15. Matriculación nueva.

Resultados encuesta		Matriculación nueva		
Interesados	1786			
No interesados	4160			
Total	5946			
% nueva matriculación		1%	3%	5%
Vehículos nuevos		60	179	298
interesados ve		18	54	89
		1%	1	1
		5%	1	3
		10%	2	5

Fuente. Autores

3.4 Análisis de transformadores.

3.4.1 Delimitación de la zona de estudio.

Para el análisis de estudio se toma como datos reales la plataforma de Geo portal de la Empresa Eléctrica CentroSur, donde se considera la red existente de los alimentadores #1521, #1522 y #1523.



ALIMENTADORES 1521, 1522, 1523

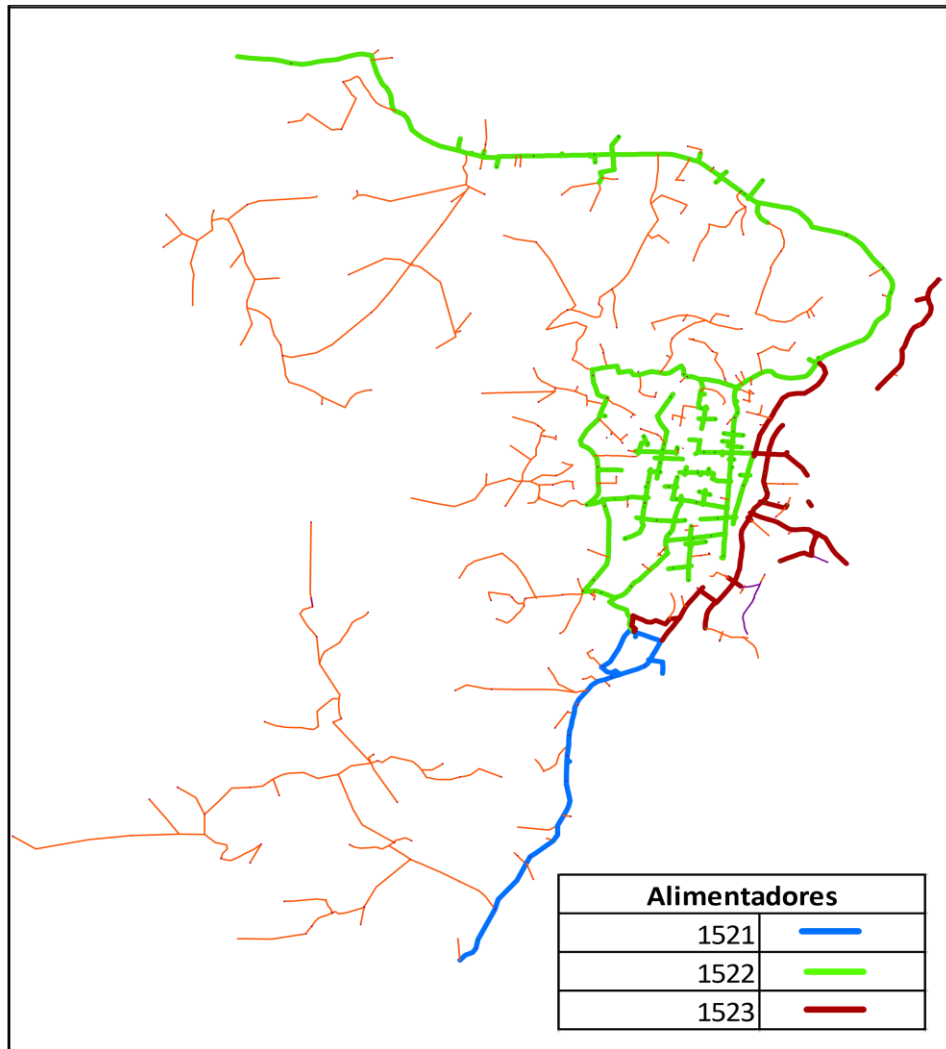


Fig. 16. Ubicación de Alimentadores 1521-1522-1523

Fuente: CentroSur

3.4.2 Levantamiento de información Georreferenciada.

La información fue obtenida de la plataforma Geo Portal de la CentroSur. (CentroSur).

A continuación, se visualiza todo el sistema de distribución tener una perspectiva del sistema de distribución de la zona de Gualaceo.

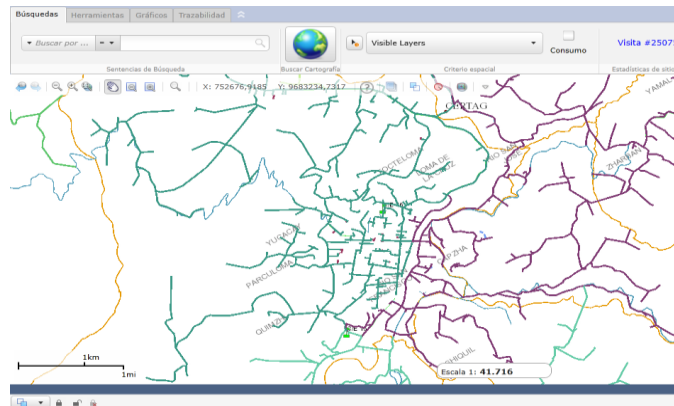


Fig. 17. Información de la Geodatabase

Fuente: Centrosur

En la figura podemos observar la localización de un transformador.

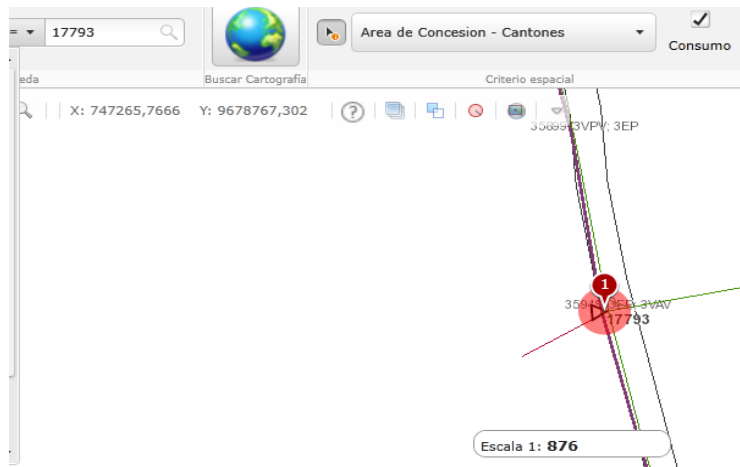


Fig. 18. Búsqueda por transformador.

Fuente: Centrosur

La descarga del archivo de las redes existentes se realiza según el caso de estudio, para el nuestro de Gualaceo En este se encontrará de igual manera toda la información correspondiente a las redes existentes del sistema de distribución de la CentroSur. El análisis se basa en la ubicación de la red.

**TABLA 16.** Características del transformador #2872 Monofásico

Ultimo Consumo Mes (kWH)	Consumo Diario Promedio (kWH)	Tipo	Calle	Potencia Activa	Potencia Reactiva
41	1,37	Residencial	CAHUAZHUN CHICO 00	0,201125	0,036933
23	0,77	Residencial	CAHUAZHUN 00	0,026817	0,004924
57	1,9	Residencial	CAHUAZHUN 00	0,08045	0,014773
11	0,37	Residencial	CAHUAZHUN 00	0	0
90	3	Residencial	CAHUAZHUN CHICO 00	0,281574	0,051706
97	3,23	Residencial	CAHUAZHUN CHICO 00	0,288279	0,052937
0	0	Residencial	CAHUAZHUN CHICO 00	0	0
37	1,23	Beneficio publico	CAHUAZHUN CHICO 00	0,109501	0,020108
13	0,43	Residencial	CAHUAZHUN CHICO 00	0,04246	0,007797
16	0,53	Residencial	CAHUAZHUN CHICO 00	0,049164	0,009028
1	0,03	Residencial	CAHUAZHUN	0	0
6	0,2	Residencial	CAHUAZHUN CHICO	0,015643	0,002873
0	0	Residencial	CAHUAZHUN CHICO	0	0
98	3,27	Residencial	CAHUAZHUN CHICO	0,308391	0,05663
45	1,5	Residencial	CAHUAZHUN CHICO	0,174308	0,032008
26	0,87	Residencial	CAHUAZHUN CHICO	0,017878	0,003283
0	0	Residencial	CAHUAZHUN CHICO	0,002235	0,00041
0	0	Residencial	CAHUAZHUN CHICO	0	0
2	0,07	Residencial	CAHUAZHUN CHICO	0,205594	0,037753

Fuente. Autores

Con la información obtenida se procede a las potencias totales activa y reactivas como también de cada uno de los escenarios, adicional a ello se propone la incorporación de 1, 3 y 5 vehículos en cada transformador analizado.

TABLA 17. Potencias totales base de transformador #2872

P	Q	S	cosφ
1,803	0,331	1,83	0,9836

Fuente: Autores.

3.4.4 Selección de transformadores

La selección de los transformadores de un total de 342 unidades que pertenecen a los tres alimentadores #1521, #1522 y 1523# que son objeto de estudio de los cuales están ubicados en la zona céntrica y cabeceras cantonales del Cantón Gualaceo. El análisis correspondiente para la selección de los transformadores se lo realiza por medio de un muestreo aleatorio simple, debido a que todos tienen la probabilidad de ser seleccionados.

$$n = \frac{k^2 N p q}{e^2 (N - 1) + k^2 p q}$$

Con la formula antes expuesta de un total de 342 transformadores se va realizar el cálculo del tamaño de la muestra, para clasificar el número de transformadores seleccionados.

Donde:

N=342 transformadores

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.5) * (342) (0.5) (0.5)}{(0.10)^2 (342 - 1) + 1.96^2 (0.5) (0.5)}$$

n = 76 transformadores

Una vez hecho los cálculos da como resultado de la muestra n= 76 Transformadores.

Se identifica que las unidades pueden ser agrupadas en siguientes potencias nominales: 5, 10, 15, 25, 30, 37.5, 45, 50 y 75 kVA, de tipo residencial y comercial acorde a la zona



Se muestra los 342 transformadores distribuidos por la zona urbana y parte rural del cantón Gualaceo, los mismos que pertenecen a los tres alimentadores ya mencionados anteriormente.

3.4.5 Selección por cuartiles.

El análisis de los transformadores se lo realiza por medio del Geoportal, donde se descarga el archivo (Redes_Existentes_data.mxd). Se realiza un agrupamiento por cargabilidad de todos los transformadores, se clasifica en 4 grupos, la primera clasificación será de 0-25%, la segunda será 26-50%, la tercera 51-75%, y la última de >76%.

Clasificación por cargabilidad de transformadores

A continuación, se clasifica a los transformadores por el rango de cargabilidad.

Transformadores con cargabilidad de 0-25%

Los transformadores con un rango de cargabilidad de 0-25%, un total de 38 unidades seleccionadas de 12,7kV y 22kV. Con características monofásicas y trifásicas, con diferentes potencias, se encuentran en los alimentadores 1521, 1522 y 1523, pertenecientes a la empresa Regional Centro Sur se detalla a continuación.



TABLA 18. Primer cuartil de (0-25) %

Alimentador	Subtipo	Fase Conexión	Voltaje	Potencia (kva)	Configuración BT	No.Transf.	Cargabilidad (%)
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	5	Línea Monofásica	16420	24,8
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	25	Línea Monofásica	13160	24,7
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	Línea Monofásica	3371	24,3
1522	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	30	Estrella	4187	23,9
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	25	Línea Monofásica	20212	23,4
1522	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	45	Estrella	8729	22,7
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	5	Línea Monofásica	15653	22
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	Línea Monofásica	17817	21,9
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	15	Línea Monofásica	16306	20,8
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	10	Línea Monofásica	25925	20,4
1522	Transformador Monofásico en Poste	B	12.7 kV	15	Línea Monofásica	4948	19,7
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	Línea Monofásica	8877	19
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	10	Línea Monofásica	2872	18,3
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	10	Línea Monofásica	16682	17
1522	Transformador Monofásico en Poste	B	12.7 kV	15	Línea Monofásica	1246	16
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	Línea Monofásica	6749	15,5
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	10	Línea Monofásica	25927	15
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	15	Línea Monofásica	14365	14,5
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	Línea Monofásica	3825	14,2
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	Línea Monofásica	6982	13
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	10	Línea Monofásica	8885	12,9
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	25	Línea Monofásica	20213	12
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	15	Línea Monofásica	25962	10,9
1523	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	25	Línea Monofásica	16807	10,4
1523	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	75	Estrella	20824	9,8
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	5	Línea Monofásica	14172	9,1
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	10	Línea Monofásica	19181	8,7
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	Línea Monofásica	17800	8
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	5	Línea Monofásica	16419	7
1523	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	75	Estrella	21778	6
1523	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	45	Estrella	15160	5,7
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	Línea Monofásica	5108	4,6
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	Línea Monofásica	9502	3,5
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	25	Línea Monofásica	18870	2
1522	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	50	Estrella	17669	1,5
1523	Transformador Monofásico en Poste	B	12.7 kV	25	Línea Monofásica	20878	1,1
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	25	Línea Monofásica	29206	0,8
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	38	Línea Monofásica	28479	0,1

Fuente: Autores

**Transformadores con cargabilidad de 26-50%**

El estudio de los transformadores con este rango de cargabilidad, con un total de 30 unidades seleccionadas de 12,7kV y 22kV. Con características monofásicas y trifásicas, con diferentes potencias, estos datos extraídos del Geoportal pertenecientes a la Empresa Regional Centro Sur.

TABLA 19. Segundo cuartil con cargabilidad de (26-50) %

Alimentador	Subtipo	Fase Conexión	Voltaje	Potencia (kva)	No.Transf.	Cargabilidad(%)
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	15	6292	49,8
1523	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	10	15728	48,3
1522	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	100	1979	47,8
1523	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	10	17793	45,9
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	17911	45
1523	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	15	7399	44,8
1522	Transformador Monofásico en Poste	B	12.7 kV	10	9139	44
1522	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	50	20810	42,3
1523	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	75	4257	41,8
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	18543	40,6
1522	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	50	25354	40,1
1522	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	30	15396	38,5
1522	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	50	14061	37,6
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	16910	36
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	15711	34,3
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	10	25808	33,5
1523	Transformador Monofásico en Poste	B	12.7 kV	15	14551	33,2
1521	Transformador Monofásico en Poste	B	12.7 kV	10	13720	32,4
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	18514	31
1523	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	27225	30,1
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	3823	30
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	15	16867	29,4
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	15	15814	29,2
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	15	18803	28,2
1522	Transformador Monofásico en Poste	B	12.7 kV	50	27883	28,2
1522	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	75	9772	28,2
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	15	21293	27,3
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	25	17544	26,5
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	15	16746	25,3

Fuente: Autores

Transformadores con cargabilidad de 51-75%

Este rango de cargabilidad donde su potencia no sobrepasa los 75% de su capacidad y están ubicados en los alimentadores 1522 y 1523, hay un total de 7 Transformadores seleccionadas de 12,7kV, con características monofásicas, pertenecientes a la Empresa Regional CentroSur se detalla a continuación.

TABLA 20. Tercer cuartil con cargabilidad de (51-75) %

Alimentador	Subtipo	Fase Conexión	Voltaje	Potencia (kv)	No.Transf.	Cargabilidad(%)
1522	Transformador Monofásico	B	12.7 kV	15	1181	74,8
1522	Transformador Monofásico	C	12.7 kV	25	3012	71,8
1522	Transformador Monofásico	C	12.7 kV	15	13862	62,5
1523	Transformador Monofásico	A	12.7 kV	25	17885	58,1
1522	Transformador Monofásico	A	12.7 kV	25	14299	56,8
1522	Transformador Monofásico	C	12.7 kV	15	15818	54,3
1522	Transformador Monofásico	C	12.7 kV	10	6827	50,9

Fuente: Autores

Transformadores con cargabilidad de >75%

Estos transformadores con un rango de cargabilidad de >75% en adelante que están obtenidos de la base de datos se tiene un total de 4 unidades seleccionadas de 12,7KV y 22KV. Con características monofásicos y trifásicos, con diferentes potencias, se encuentran en los alimentadores 1522 y 1523, pertenecientes a la Empresa Regional CentroSur se verá en la siguiente Tabla.

TABLA 21 Ultimo cuartil con cargabilidad de (>76) %

Alimentador	Subtipo	Fase Conexión	Voltaje	Potencia (kva)	No.Transf.	Cargabilidad(%)
1522	Transformador Trifásico	ABC	22.0 kV	75	27745	144,8
1522	Transformador Trifásico	ABC	22.0 kV	50	14041	112,8
1522	Transformador Trifásico	ABC	22.0 kV	50	14948	107,2
1523	Transformador Monofásico	A	12.7 kV	15	1725	102,3
1522	Transformador Trifásico	ABC	22.0 kV	30	15397	95,3
1523	Transformador Monofásico	A	12.7 kV	15	1371	92,3
1521	Transformador Monofásico	A	12.7 kV	10	18583	89,4
1522	Transformador Trifásico	ABC	22.0 kV	45	15401	88,7
1522	Transformador Trifásico	ABC	22.0 kV	50	14040	88,6
1523	Transformador Monofásico	A	12.7 kV	15	1615	84,2
1522	Transformador Trifásico	ABC	22.0 kV	50	13487	82,5
1522	Transformador Trifásico	ABC	22.0 kV	50	14058	77,9
1522	Transformador Trifásico	ABC	22.0 kV	50	9680	77,6
1522	Transformador Trifásico	ABC	22.0 kV	75	27735	77,5
1522	Transformador Trifásico	ABC	22.0 kV	50	13336	76,6
1522	Transformador Trifásico	ABC	22.0 kV	50	13494	76,3

Fuente: Autores.



3.4.6 Clasificación de los transformadores por potencia

De los 76 transformadores se va clasificar de los 5kVA y superior los 75kVA. En este apartado no depende de la cargabilidad que se esté ejecutado para el transformador.

TABLA 22. Transformadores por potencia

Alimentador	Subtipo	Fase Conexión	Voltaje	Potencia (kVA)	No.Transf.	Cargabilidad (%)
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	5	16420	24,8
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	5	15653	22
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	5	14172	9,1
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	5	16419	7
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	3371	24,3
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	17817	21,9
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	10	25925	20,4
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	8877	19
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	10	2872	18,3
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	10	16682	17
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	6749	15,5
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	10	25927	15
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	3825	14,2
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	6982	13
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	10	8885	12,9
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	10	19181	8,7
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	17800	8
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	5108	4,6
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	9502	3,5
1523	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	10	15728	48,3
1523	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	10	17793	45,9
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	17911	45
1522	Transformador Monofásico en Poste	B	12.7 kV	10	9139	44
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	18543	40,6
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	16910	36
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	15711	34,3
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	10	25808	33,5
1521	Transformador Monofásico en Poste	B	12.7 kV	10	13720	32,4
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	18514	31
1523	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	27225	30,1
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	10	3823	30
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	10	6827	50,9
1523	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	15	1725	102,3
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	15	16306	20,8
1522	Transformador Monofásico en Poste	B	12.7 kV	15	4948	19,7
1522	Transformador Monofásico en Poste	B	12.7 kV	15	1246	16
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	15	14365	14,5
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	15	25962	10,9
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	15	6292	49,8



Alimentador	Subtipo	Fase Conexión	Voltaje	Potencia (kva)	No.Transf.	Cargabilidad (%)
1523	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	15	7399	44,8
1523	Transformador Monofásico en Poste	B	12.7 kV	15	14551	33,2
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	15	16867	29,4
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	15	15814	29,2
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	15	18803	28,2
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	15	21293	27,3
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	15	16746	25,3
1522	Transformador Monofásico en Poste	B	12.7 kV	15	1181	74,8
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	15	13862	62,5
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	15	15818	54,3
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	25	13160	24,7
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	25	20212	23,4
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	25	20213	12
1523	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	25	16807	10,4
1521	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	25	18870	2
1523	Transformador Monofásico en Poste	B	12.7 kV	25	20878	1,1
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	25	29206	0,8
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	25	17544	26,5
1522	Transformador Monofásico en Poste	C	12.7 kV	25	3012	71,8
1523	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	25	17885	58,1
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	25	14299	56,8
1522	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	30	4187	23,9
1522	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	30	15396	38,5
1522	Transformador Monofásico en Poste	A	12.7 kV	37,5	28479	0,1
1522	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	45	8729	22,7
1523	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	45	15160	5,7
1522	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	50	14041	112,8
1522	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	50	14058	77,9
1522	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	50	17669	1,5
1522	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	50	20810	42,3
1522	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	50	25354	40,1
1522	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	50	14061	37,6
1522	Transformador Monofásico en Poste	B	12.7 kV	50	27883	28,2
1522	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	75	27745	144,8
1523	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	75	20824	9,8
1523	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	75	21778	6
1523	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	75	4257	41,8
1522	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	75	9772	28,2
1522	Transformador Trifásico en Poste	ABC	22.0 kV	100	1979	47,8

Fuente: Autores



3.5 Resultados de inclusión de los vehículos eléctricos.

3.5.1 Porcentaje por incorporación de vehículos eléctricos

Es el incremento del impacto que es inversamente proporcional al número de usuarios en un transformador.

$$\text{Incorporación} = \frac{\text{Número de VE conectados}}{\text{Clientes actuales}}$$

Para el caso de estudio es el incremento del valor nominal, y el incremento del impacto al conectar un determinado número de vehículos.

Se considera para el análisis las potencias del vehículo eléctrico ya explicado anteriormente como se visualiza en el inciso 2.4.3

3.5.2 Escenarios de cargabilidad (0-25) %

En este caso de estudio se analiza la cargabilidad por rangos de porcentaje que es de 0-25%, los transformadores de análisis se los estudia por tres escenarios, los cuales incluyen 1ve, 3ve y 5ve, donde se tiene su nueva cargabilidad, su variación y grado de incorporación.

Los transformadores que se consideran en este análisis son los que tienen un rango de cargabilidad 0-25% como por ejemplo un trafo #16682 de 5 kVA con 11 usuarios y una cargabilidad medida de 7%, al incluir una nueva carga 1ve, su cargabilidad aumenta un 83,8%, una variación de 76.8% y su incorporación de 14.3%. de modo que al incluir 3ve, su cargabilidad es 173.3%, variación llega a 166.3% y su incorporación 42.9%. y al incluir 5ve al trafo su cargabilidad sigue aumentando a 287.9%, con la incorporación del 71.4% y una variación de 287.9%.

De igual manera se el transformador # 3371 de 10kVA con un total de 17 usuarios conectados a este, su cargabilidad es de 24.30% se analizó con la inclusión de 1ve donde su incorporación es de 5.9% en consideración del número de usuarios, su nueva cargabilidad es 46.3% con una variación de 22.2%. se analiza con 3ve con la incorporación de 17.6%, su cargabilidad es de 102.5% con una variación de 78.2%. por lo que al incluir 5ve su cargabilidad se triplica.



Siguiendo el análisis tenemos el transformador #1246 de 15kVA, con 20 usuarios conectados, su cargabilidad de 16.4% al incluir 1ve con una incorporación de 5%, su nueva cargabilidad de 41.7% y variación de 25.6%, por lo que al incluir 3ve al sistema con una incorporación del 15%, su cargabilidad 82.2% con una variación del 66.2%.

Al analizar el transformador #4787 de 30kVA, con 23 usuarios de 23.93% de cargabilidad, se lleva a cabo la inclusión de 1ve donde la incorporación es de 4.3% del número de usuarios, su cargabilidad llega a 31.3% con una variación de 7.4%, por lo que al incluir 3ve a este transformador se tiene un 51.6% de aumento y la variación 27.7% en este caso se tiene la incorporación del 13% del número de usuarios. Cabe mencionar que si incluimos 5ve su incorporación de 47.9%, su cargabilidad aumenta hasta 71.8% y variación de igual manera es 71,8%.

Siguiendo con el análisis se tiene el transformador #8729 de 45kVA con 34 usuarios y de cargabilidad de 22,74%. se procede al análisis con la inclusión de 1ve teniendo la incorporación de 2,9% su nueva cargabilidad llega a 27,7% y su variación es de 4,9%. se procede al análisis con 3ve, como resultado se obtuvo que la cargabilidad llega a 41,1% y su variación 18.4% teniendo en cuenta que la incorporación es de 8,8%.

Por último, se analiza el transformador #6485 de 75kVA con un total de 19 usuarios con cargabilidad de 7,63%. Se inicia el análisis con la inclusión de 1ve teniendo una nueva cargabilidad 34,3% con una incorporación del número de usuarios de 5,3% y su variación es 3,2%. Cabe mencionar que al incluir 3ve su nueva cargabilidad llega a 17,3% la variación 9,6% con la incorporación de 15,8%. De igual manera al incluir la carga de 5ve con la incorporación de 26.3%, se tiene que su nueva cargabilidad 27,9% y su variación es 19,8%.

En la siguiente figura se detalla los transformadores que fueron objeto de estudio y de análisis con rango de cargabilidad menores a 25%.

TABLA 23. Escenarios de cargabilidad (0-25) %

Escenario Base				Escenario 1 1 VE			Escenario 2 3 VE			Escenario 3 5 VE		
Identificación	Potencia KVA	Núm Usuarios	Cargabilidad medida	Nueva Cargabilidad	Variación respecto a base	% Penetración	Nueva Cargabilidad	Variación respecto a base	% Penetración	Nueva Cargabilidad	Variación respecto a base	% Penetración
3.371	10	17	24,30%	46,4%	22,2%	5,9%	102,5%	78,2%	17,6%	167,8%	143,6%	29,4%
15.926	10	18	27,86%	52,0%	24,1%	5,6%	114,6%	86,7%	16,7%	177,2%	149,3%	27,8%
1.246	15	20	16,04%	41,7%	25,6%	5,0%	82,2%	66,2%	15,0%	122,7%	106,7%	25,0%
16.682	10	11	24,36%	62,4%	38,0%	9,1%	105,1%	80,8%	27,3%	168,2%	143,8%	45,5%
16.682	10	11	24,36%	105,1%	80,8%	9,1%	105,1%	80,8%	27,3%	168,2%	143,8%	45,5%
16.419	5	7	7,00%	83,8%	76,8%	14,3%	173,3%	166,3%	42,9%	294,9%	287,9%	71,4%
21.778	75	13	6,05%	11,0%	4,9%	7,7%	17,0%	11,0%	23,1%	25,1%	19,0%	38,5%
15.160	45	5	5,73%	14,1%	8,3%	20,0%	24,1%	18,3%	60,0%	37,4%	31,7%	100,0%
17.817	10	14	21,90%	44,2%	22,3%	7,1%	104,8%	82,9%	21,4%	165,5%	143,6%	35,7%
8.877	10	15	18,97%	41,3%	22,3%	6,7%	102,0%	83,0%	20,0%	162,7%	143,7%	33,3%
2.872	10	19	18,34%	56,4%	38,1%	5,3%	99,1%	80,8%	15,8%	157,0%	138,7%	26,3%
1.246	15	20	16,04%	41,7%	25,6%	5,0%	82,2%	66,2%	15,0%	122,7%	106,7%	25,0%
2.872	10	19	18,34%	56,8%	38,5%	5,3%	99,1%	80,8%	15,8%	157,0%	138,7%	26,3%
6.749	10	8	15,46%	53,3%	37,9%	12,5%	98,4%	82,9%	37,5%	154,1%	138,6%	62,5%
16.419	5	7	7,00%	83,8%	76,8%	14,3%	173,3%	166,3%	42,9%	294,9%	287,9%	71,4%
21.778	75	13	6,05%	11,0%	4,9%	7,7%	17,0%	11,0%	23,1%	25,1%	19,0%	38,5%
15.160	45	5	5,73%	14,1%	8,3%	20,0%	24,1%	18,3%	60,0%	37,4%	31,7%	100,0%
6.749	10	8	15,46%	53,8%	38,3%	12,5%	98,4%	82,9%	37,5%	154,1%	138,6%	62,5%
25.927	10	11	15,02%	53,2%	38,2%	9,1%	98,1%	83,1%	27,3%	153,7%	138,6%	45,5%
6.485	75	19	7,63%	34,3%	3,2%	5,3%	17,3%	9,6%	15,8%	27,5%	19,8%	26,3%
13.160	25	24	24,70%	34,3%	9,6%	4,2%	54,8%	30,1%	12,5%	84,3%	59,6%	20,8%
16.420	15	22	25,27%	41,3%	16,1%	4,5%	73,5%	48,2%	13,6%	115,2%	287,5%	22,7%
15.605	38	14	13,40%	35,9%	22,5%	7,1%	35,9%	22,5%	21,4%	53,1%	39,7%	35,7%
6.485	75	19	7,63%	10,8%	3,2%	5,3%	17,3%	9,6%	15,8%	27,5%	19,8%	26,3%
25.927	10	11	15,02%	53,5%	38,5%	9,1%	98,1%	83,1%	27,3%	153,7%	138,6%	45,5%
4.187	30	23	23,93%	31,3%	7,4%	4,3%	51,6%	27,7%	13,0%	71,8%	71,8%	47,9%
20.212	30	23	19,51%	26,9%	7,4%	4,3%	47,1%	27,6%	13,0%	67,4%	47,9%	21,7%
18.348	30	44	48,80%	39,5%	8,0%	2,3%	60,3%	60,3%	28,8%	81,1%	49,7%	11,4%
5.108	10	4	4,61%	43,0%	38,4%	25,0%	87,7%	83,1%	75,0%	158,4%	153,8%	125,0%
16.746	15	22	25,27%	41,3%	16,1%	4,5%	115,2%	89,9%	13,6%	115,2%	89,9%	22,7%
8.729	45	34	22,74%	27,7%	4,9%	2,9%	41,1%	18,4%	8,8%	54,6%	31,9%	14,7%
15.653	5	11	22,04%	66,6%	44,6%	9,1%	188,4%	166,3%	27,3%	309,9%	287,8%	45,5%
5.108	10	4	4,61%	43,0%	38,4%	25,0%	87,7%	83,1%	75,0%	158,4%	153,8%	125,0%
16.306	15	17	20,80%	35,6%	14,8%	5,9%	76,1%	55,3%	17,6%	116,5%	95,7%	29,4%
4.948	15	20	19,69%	34,6%	14,9%	5,0%	75,1%	55,4%	15,0%	115,6%	95,9%	25,0%
9.502	10	8	3,48%	41,9%	38,4%	12,5%	86,6%	83,1%	37,5%	163,5%	160,1%	62,5%

Fuente: Autores.

En la figura podemos observar la inclusión de 1ev, 3ev y 5ev la dispersión de escenarios por su cargabilidad. Los resultados confirman que, si la incorporación es menor al 20% del número de usuarios, su variación de cargabilidad es menor al 100%, se considera que los transformadores que se analizó están por debajo del 25% de cargabilidad. Mientras más

baja sea la potencia del transformador al momento de incluir los vehículos eléctricos su cargabilidad aumenta, hay que tener en cuenta su porcentaje de incorporación, así como por ejemplo el 70% su variación de cargabilidad se dispara estando por debajo de los 300%. De igual manera los resultados obtenidos se tienen que los transformadores de 5kVA, 10kVA, 15kVA, con una incorporación del 20% su variación de cargabilidad sobrepasa los 100%, llegando hasta los 300%, dependiendo del número de vehículos eléctricos que se incorpore.

Para el caso de los transformadores de 30kVA, 45kVA, 75kVA, teniendo una incorporación del 40% su variación de cargabilidad está por debajo del 100%. Rangos aceptables para la inclusión de vehículos eléctricos.

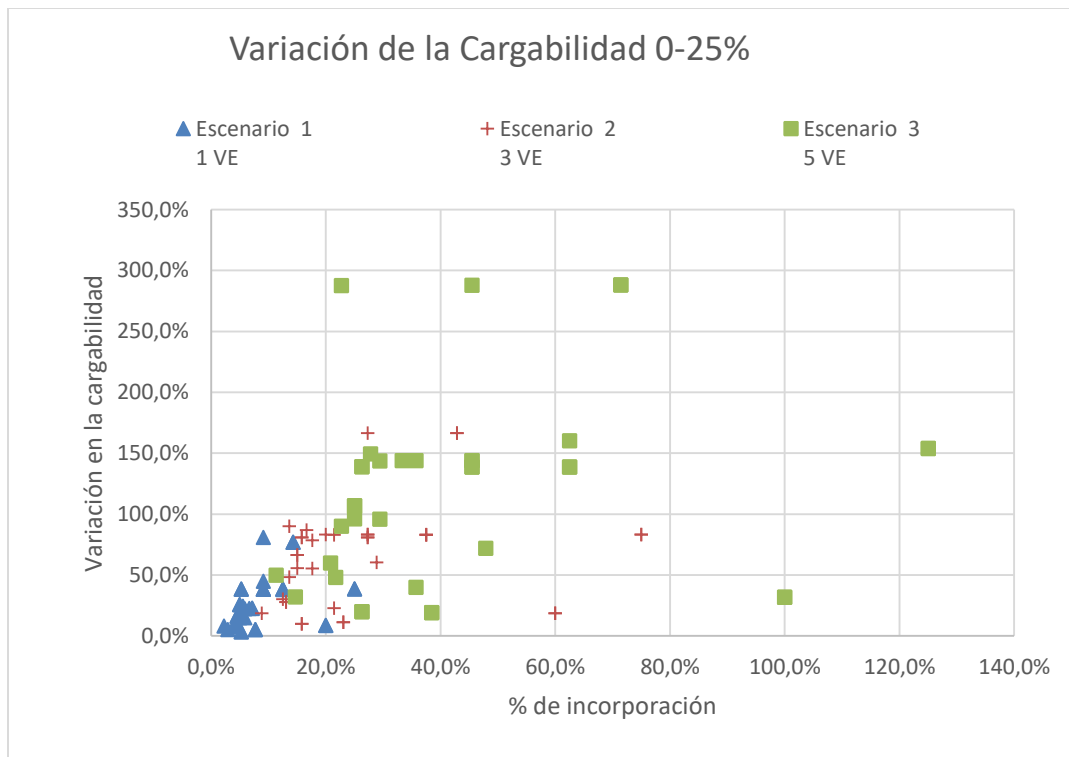


Fig. 21. Dispersión de escenarios por cargabilidad.

Fuente: Autores.

3.5.3 Escenarios de cargabilidad (26-50) %

El análisis de este rango de cargabilidad de 26-50% donde se incluye los vehículos eléctricos al sistema de distribución en horas pico, se tiene donde se tiene su incorporación, una nueva cargabilidad y variación en los diferentes escenarios de análisis.



Se considera para el análisis los transformadores con un rango de cargabilidad 26-50% como por ejemplo un trafo #9139 de 10 kVA, 20 usuarios con una cargabilidad medida de 44,03%, al incluir una nueva carga 1ve su nueva cargabilidad aumenta un 82,44%, una variación de 38,41% y su incorporación de 5%. de modo que al incluir 3ve, su cargabilidad es 127,08%, variación llega a 83,04% y su incorporación 15%. y al incluir 5ve al trafo su cargabilidad sigue aumentando a 182,74%, con la incorporación del 25% y una variación de 138,71%.

De igual manera se el transformador #7399 de 15kVA con un total de 24 usuarios conectados a este, su cargabilidad es de 44,88% se analizó con la inclusión de 1ve donde su incorporación es de 4% en consideración del número de usuarios, su nueva cargabilidad es 99,54% con una variación de 54,66%. se analiza con 3ve con la incorporación de 13%, su cargabilidad es de 99,54% con una variación de 54,66%. por lo que al incluir 5ve su cargabilidad se incrementa hasta 139,82% una variación de 94,94%.

Siguiendo el análisis tenemos el transformador #18348 de 30kVA, con 44 usuarios conectados, su cargabilidad de 31,45% al incluir 1ve con una incorporación de 2,27%, su nueva cargabilidad de 39,48% y variación de 8,03%, por lo que al incluir 3ve al sistema con una incorporación del 6,82%, su cargabilidad 60,8% con una variación del 28,84%.

Al analizar el transformador #14061 de 50kVA, con 72 usuarios de 23.93% de cargabilidad, se lleva a cabo la inclusión de 1ve donde la incorporación es de 1,39% del número de usuarios, su cargabilidad llega a 31.3% con una variación de 7.4%, por lo que al incluir 3ve a este transformador se tiene una cargabilidad de 54,17% de aumento y la variación 16,59% en este caso se tiene la incorporación del 4,17% del número de usuarios. Cabe mencionar que, si incluimos 5ve su incorporación de 6,94%, su cargabilidad aumenta hasta 66,31% y variación de igual manera es 28,73%.

Siguiendo con el análisis se tiene el transformador #4257 de 75kVA con 35 usuarios y de cargabilidad de 41,82%. se procede al análisis con la inclusión de 1ve teniendo la incorporación del 3% su nueva cargabilidad llega a 46,90% y su variación es de 5,08%. se procede al análisis con 3ve, como resultado se obtuvo que la cargabilidad llega a 52,66% y su variación 10,84% teniendo en cuenta que la incorporación es de 9%. Al incluir 5ve

con una incorporación del 14% su cargabilidad llega a 60,68% con una variación del 18,84%.

En la siguiente figura se detalla los transformadores que fueron objeto de estudio y de análisis con rango de cargabilidad menores a 26-50%.

TABLA 24. Escenario de cargabilidad (26-50) %

Escenario Base				Escenario 1 1VE			Escenario 2 3VE			Escenario 3 5VE		
Identificación	Potencia KVA	Núm Usuarios	Cargabilidad medida	Nueva Cargabilidad	Variación respecto a base	% Penetración	Nueva Cargabilidad	Variación respecto a base	% Penetración	Nueva Cargabilidad	Variación respecto a base	% Penetración
17793	10	13	45,93%	122,62%	76,69%	8%	166,72%	120,79%	23%	189,11%	143,17%	38%
17911	10	17	44,19%	82,62%	38,43%	6%	126,78%	82,60%	18%	187,17%	142,98%	29%
7399	15	24	44,88%	70,48%	25,60%	4%	99,54%	54,66%	13%	139,82%	94,94%	21%
9139	10	20	44,03%	82,44%	38,41%	5%	127,08%	83,04%	15%	182,74%	138,71%	25%
4257	75	35	41,82%	46,90%	5,08%	3%	52,66%	10,84%	9%	60,66%	18,84%	14%
18543	10	17	40,66%	79,14%	38,48%	6%	123,45%	82,79%	18%	183,90%	143,24%	29%
25354	50	17	8,13%	15,83%	7,70%	6%	24,69%	16,56%	18%	36,78%	28,65%	29%
3012	25	55	71,81%	80,71%	8,91%	1,82%	105,01%	33,20%	5,45%	129,23%	57,42%	9,09%
1181	15	44	74,95%	89,83%	14,88%	2,27%	130,26%	55,31%	6,82%	170,74%	95,79%	11,36%
21293	15	19	27,34%	42,21%	14,87%	5,26%	82,77%	55,43%	15,79%	123,24%	95,90%	26,32%
25808	10	16	33,49%	55,75%	22,25%	6,25%	116,38%	82,89%	18,75%	177,19%	143,70%	31,25%
15711	10	20	34,33%	56,62%	22,29%	5,00%	117,37%	83,04%	15,00%	177,99%	143,66%	25,00%
16910	10	19	36,10%	58,38%	22,28%	5,26%	119,04%	82,94%	15,79%	179,72%	143,62%	26,32%
14061	50	72	37,58%	42,05%	4,47%	1,39%	54,17%	16,59%	4,17%	66,31%	28,73%	6,94%
6292	15	22	35,14%	51,21%	16,06%	4,55%	92,86%	57,72%	13,64%	134,53%	99,39%	22,73%
5642	25	27	32,01%	41,63%	9,62%	3,70%	66,62%	34,61%	11,11%	89,99%	57,98%	18,52%
16746	15	22	25,27%	41,33%	16,06%	4,55%	73,50%	48,23%	13,64%	115,19%	89,93%	22,73%
15926	10	18	27,86%	51,95%	24,10%	5,56%	114,59%	86,74%	16,67%	177,17%	149,31%	27,78%
18348	30	44	31,45%	39,48%	8,03%	2,27%	60,28%	28,84%	6,82%	81,10%	49,65%	11,36%

Fuente: Autores.

En la figura se observa la inclusión de 1ev, 3ev y 5ev la dispersión de escenarios por su cargabilidad. Los resultados confirman que, si la incorporación es menor al 35% del número de usuarios, su variación de cargabilidad es menor al 150%, se considera que los transformadores que se analizó están por debajo del 50% de cargabilidad. hay que tener en cuenta su porcentaje de incorporación, así como por ejemplo el 20% su variación de cargabilidad está por debajo de los 100%. En el caso de incorporar un 10% la variación de cargabilidad llega al rango del 80%. De igual manera los resultados obtenidos se tienen que los transformadores de 10kVA, 15kVA, con una incorporación del 35% su variación de cargabilidad está por los 150%, dependiendo del número de vehículos eléctricos que se incorpore.

Para el caso de los transformadores de 30kVA, 45kVA, 75kVA, teniendo una incorporación del 10% su variación de cargabilidad está por debajo del 50%. Rangos aceptables para la inclusión de vehículos eléctricos.

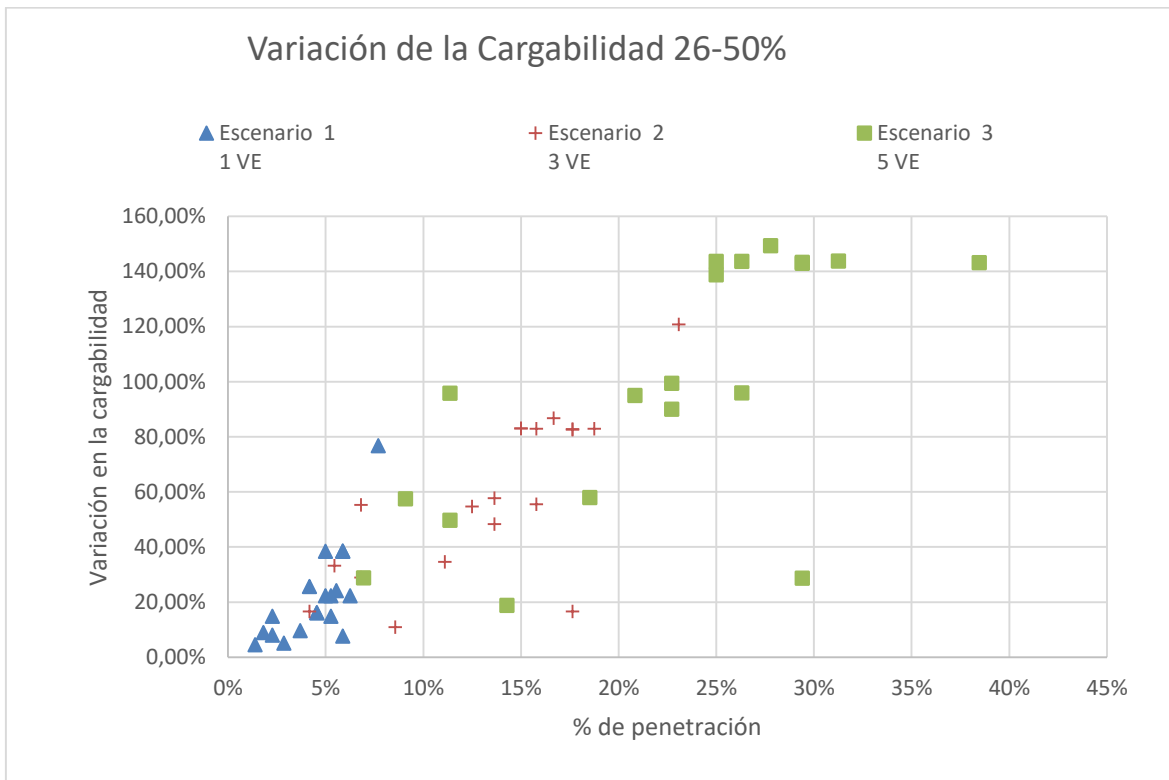


Fig. 22. Dispersión de escenarios por cargabilidad.

Fuente: Autores.



3.5.4 Escenarios de cargabilidad (51-75) %

La cargabilidad de estos transformadores con un alto grado donde se tiene potencias de 10kVA hasta los 75kVA, un alto índice de usuarios conectados a esta red de distribución sus cargabilidad se incrementan al introducir 1ve, 3ve y 5ve.

El análisis de este rango de cargabilidad de 51-75% donde se incluye los vehículos eléctricos al sistema de distribución en horas más críticas, se tiene donde se tiene su incorporación, una nueva cargabilidad y variación en los diferentes escenarios de análisis.

El análisis los transformadores con un rango de cargabilidad 51-75% como por ejemplo un trafo #6827 de 10 kVA, 33 usuarios con una cargabilidad medida de 50,92%, al incluir una nueva carga 1ve su nueva cargabilidad aumenta un 89,34%, una variación de 38,42% y su incorporación de 3%. de modo que al incluir 3ve, su cargabilidad es 133,91%, variación llega a 82,99% y su incorporación 9%. y al incluir 5ve al trafo su cargabilidad sigue aumentando a 210,72%, con la incorporación del 15% y una variación de 15%.

De igual manera se el transformador #15818 de 15kVA con un total de 32 usuarios conectados a este, su cargabilidad es de 54,53% se analizó con la inclusión de 1ve donde su incorporación es de 3% en consideración del número de usuarios, su nueva cargabilidad es 80,07% con una variación de 25,54%. se analiza con 3ve con la incorporación de 9%, su cargabilidad es de 109,82% con una variación de 55,29%. por lo que al incluir 5ve su cargabilidad se incrementa hasta 161,03% una variación de 106,50%.

Siguiendo el análisis tenemos el transformador #14299 de 25kVA, con 33 usuarios conectados, su cargabilidad de 56,91% al incluir 1ve con una incorporación de 3%, su nueva cargabilidad de 72,26% y variación de 15,35%, por lo que al incluir 3ve al sistema con una incorporación del 9%, su cargabilidad 90,09% con una variación del 33,18%. Al incluir 5ve su incorporación de 15% se obtiene una cargabilidad de 136,16% su variación de 79,25%.

Al analizar el transformador #9836 de 75kVA, con 28 usuarios de 10,19% de cargabilidad, se lleva a cabo la inclusión de 1ve donde la incorporación es de 3,57% del número de usuarios, su cargabilidad llega a 13,4% con una variación de 3,20%, por lo que al incluir 3ve a este transformador se tiene una cargabilidad de 21,74% de aumento y la variación

11,55% en este caso se tiene la incorporación del 10,71% del número de usuarios. Cabe mencionar que, si incluimos 5ve su incorporación de 17,86%, su cargabilidad aumenta hasta 30,05% y variación de igual manera es 19,86%.

TABLA 25. Escenarios de cargabilidad (51-71) %

Escenario Base				Escenario 1 1 VE			Escenario 2 3 VE			Escenario 3 5 VE		
Identificación	Potencia KVA	Núm Usuarios	Cargabilidad medida	Nueva Cargabilidad	Variación respecto a base	% Penetración	Nueva Cargabilidad	Variación respecto a base	% Penetración	Nueva Cargabilidad	Variación respecto a base	% Penetración
6827	10	33	50,92%	89,34%	38,42%	3%	133,91%	82,99%	9%	210,72%	159,80%	15%
15818	15	32	54,53%	80,07%	25,54%	3%	109,82%	55,29%	9%	161,03%	106,50%	16%
14299	25	33	56,91%	72,26%	15,35%	3%	90,09%	33,18%	9%	136,16%	79,25%	15%
17885	25	43	58,21%	73,59%	15,38%	2%	97,71%	39,50%	7%	128,36%	70,15%	12%
13862	15	43	97,02%	122,55%	25,53%	2%	162,76%	65,74%	7%	213,93%	116,91%	12%
6827	10	33	50,92%	75,03%	24,12%	3,03%	137,53%	86,61%	9,09%	200,11%	149,19%	15,15%
17885	25	39	52,90%	62,48%	9,58%	2,56%	87,34%	34,44%	7,69%	112,24%	59,35%	12,82%
15729	10	19	61,83%	86,00%	24,17%	5,26%	148,24%	86,41%	15,79%	206,41%	144,57%	26,32%
1181	15	36	59,15%	75,24%	16,09%	2,78%	115,54%	56,39%	8,33%	158,56%	99,41%	13,89%
9836	75	28	10,19%	13,40%	3,20%	3,57%	21,74%	11,55%	10,71%	30,05%	19,86%	17,86%

Fuente: Autores.

En la figura los resultados confirman que, si la incorporación es menor al 20% del número de usuarios, su variación de cargabilidad es menor al 160%, se considera que los transformadores que se analizó están por debajo del 75% de cargabilidad. hay que tener en cuenta su porcentaje de incorporación, así como por ejemplo el 10% su variación de cargabilidad está por debajo de los 90%. En el caso de incorporar un 5% la variación de cargabilidad llega al rango del 40%. De igual manera los resultados obtenidos se tienen que los transformadores de 10kVA, 15kVA, con una incorporación del 15% su variación de cargabilidad está por los 160%, dependiendo del número de vehículos eléctricos que se incorpore.

Para el caso de los transformadores de 25kVA y 75kVA, teniendo una incorporación del 10% en adelante su variación de cargabilidad está por el 20%. Rangos aceptables para la inclusión de vehículos eléctricos.

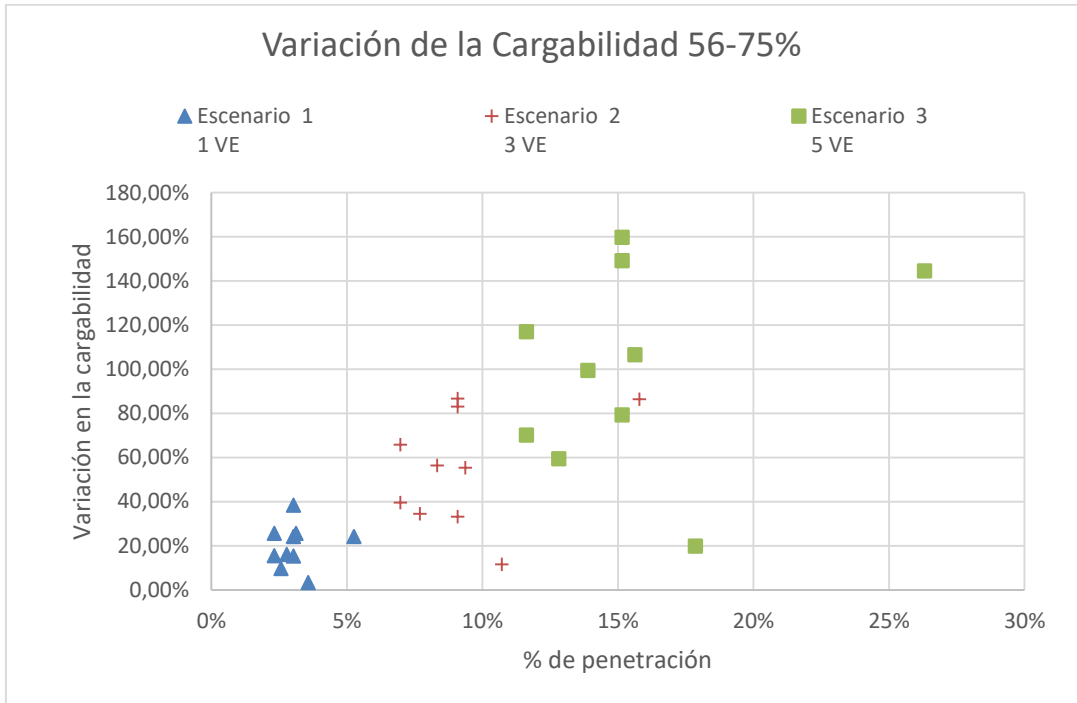


Fig. 23. Dispersión de escenarios por cargabilidad.

Fuente: Autores.

3.5.5 Escenarios de cargabilidad >75

El análisis del transformador #6982 de 45kVA con un total de 86 usuarios conectados a este, su cargabilidad es de 54,19% se analizó con la inclusión de 1ve donde su incorporación es de 1,15% en consideración del número de usuarios, su nueva cargabilidad es 64,44% con una variación de 5,34%. se analiza con 3ve con la incorporación de 3,49%, su cargabilidad es de 77,88% con una variación de 18,78%. por lo que al incluir 5ve su cargabilidad se incrementa hasta 92,21% una variación de 33,11% y con una incorporación de 5,81%.

Se analizó el transformador #14041 de 50kVA, con 69 usuarios conectados, su cargabilidad de 33,55% al incluir 1ve con una incorporación de 1%, su nueva cargabilidad de 41,24% y variación de 7,68%, por lo que al incluir 3ve al sistema con una incorporación

del 4%, su cargabilidad 50,89% con una variación del 17,33%. Al incluir 5ve su incorporación de 5% se obtiene una cargabilidad de 62,30% su variación de 28,74%.

Al analizar el transformador #27754 de 75kVA, con 66 usuarios de 23,07% de cargabilidad, se lleva a cabo la inclusión de 1ve donde la incorporación es de 2% del número de usuarios, su cargabilidad llega a 28,19% con una variación de 5,17%, por lo que al incluir 3ve a este transformador se tiene una cargabilidad de 34,08% de aumento y la variación 11,01% en este caso se tiene la incorporación del 9% del número de usuarios. Cabe mencionar que, si incluimos 5ve su incorporación de 8%, su cargabilidad aumenta hasta 44,40% y variación de igual manera es 21,32%.

TABLA 26. Escenarios de cargabilidad (>75) %

Escenario Base				Escenario 1 1VE			Escenario 2 3VE			Escenario 3 5VE		
Identificación	Potencia KVA	Núm Usuarios	Cargabilidad medida	Nueva Cargabilidad	Variación respecto a base	% Penetración	Nueva Cargabilidad	Variación respecto a base	% Penetración	Nueva Cargabilidad	Variación respecto a base	% Penetración
14041	50	69	0,3355865	41,24%	7,68%	1%	50,89%	17,33%	4%	62,30%	28,74%	7%
27745	75	66	0,2307224	28,19%	5,12%	2%	34,08%	11,01%	5%	44,40%	21,32%	8%
14058	50	141	0,3553992	85,54%	50,00%	1%	127,76%	92,22%	2%	109,85%	74,31%	4%
6982	45	86	0,5909939	64,44%	5,34%	1,16%	77,88%	18,78%	3,49%	92,21%	33,11%	5,81%
13494	50	86	0,5419371	59,03%	4,83%	1,16%	71,10%	16,91%	3,49%	83,99%	29,80%	5,81%
1440	50	86	0,5868788	63,52%	4,83%	1,16%	75,58%	16,89%	3,49%	110,73%	52,04%	5,81%

Fuente: Autores.

Si la incorporación es un 8% del número de usuarios, su variación de cargabilidad es menor al 100%, se considera que los transformadores que se analizó están por encima de los 75% de cargabilidad. hay que tener en cuenta su porcentaje de incorporación, así como por ejemplo el 2% su variación de cargabilidad está por debajo del 100% con la inclusión de 3ve. En el caso de incorporar un 7% la variación de cargabilidad llega al rango del 30%. De igual manera el resultado obtenido se tiene que el transformador de

45kVA, con una incorporación del 5,8% su variación de cargabilidad está por 92,21%, dependiendo del número de vehículos eléctricos que se incorpore.

Para el caso de los transformadores de 50kVA y 75kVA, teniendo una incorporación del 8% en adelante su variación de cargabilidad está por el 80% con la inclusión de los 5ve. Rangos aceptables para la inclusión de vehículos eléctricos.

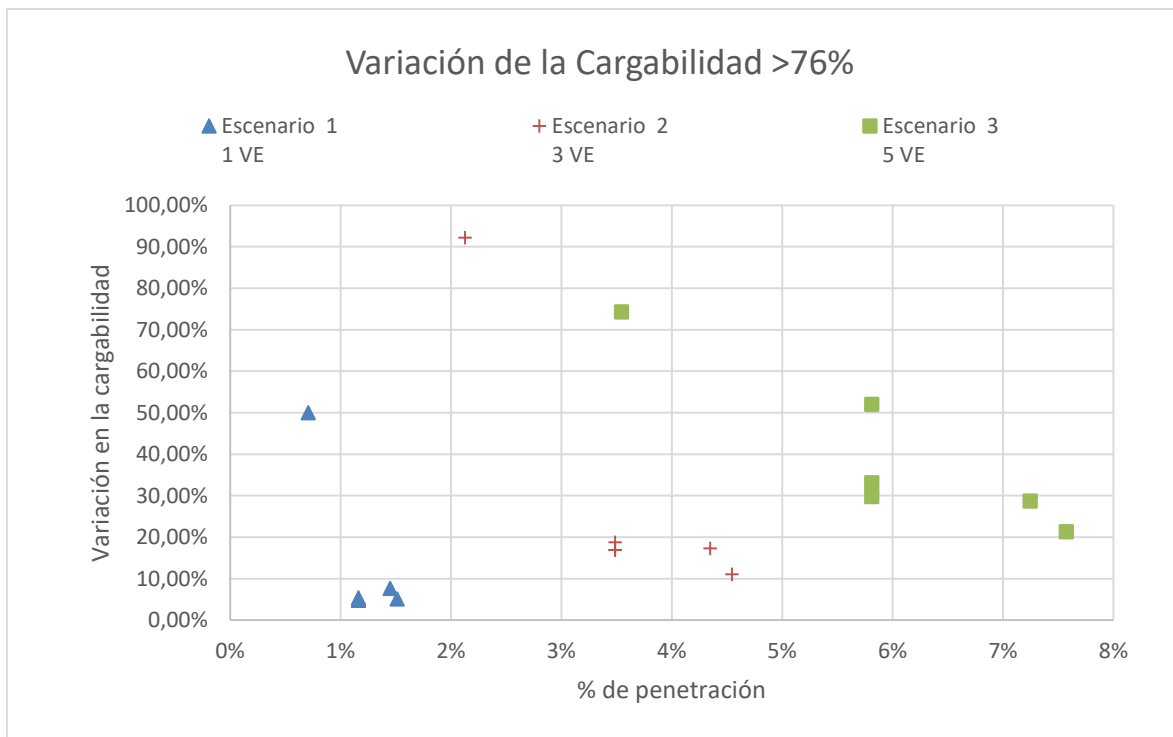


Fig. 24. Dispersión de escenarios por cargabilidad.

Fuente: Autores.

3.6 Resultados por potencias.

A continuación, se analiza el impacto de la inclusión de vehículos eléctricos en la red sobre la cargabilidad de cada transformador.

3.6.1 Variación en la cargabilidad de unidades de 5 kVA

Los transformadores de 5 kVA con una cargabilidad de 14,31% y con la inclusión de 1, 3, 5VE se puede verificar un incremento en su nueva cargabilidad de 144%, el cual consta con una variación promedio de 131% y una incorporación promedio de 31%.

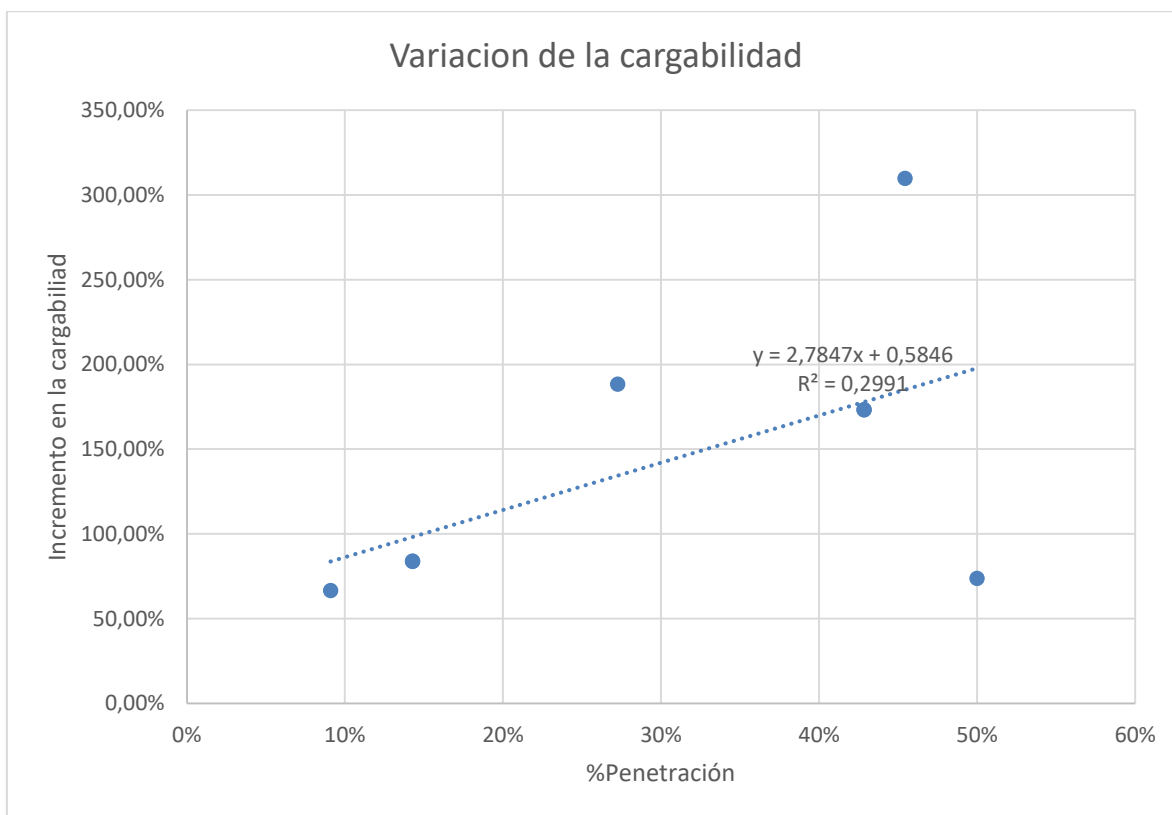
La siguiente tabla se establece las nueva cargabilidad, variación e incorporación.

TABLA 27. Incrementos de nueva cargabilidad, variación e incorporación 5kVA

Nueva cargabilidad	144%
Variación promedio	131%
Penetración promedio	31%
SE1	42,242964

Fuente: Autores

El siguiente análisis corresponde al número de penetración de clientes al sistema de distribución con la inclusión de 1ve, 3ve, 5ve. Cabe decir que al introducir una incorporación del 10% se tendrá una nueva cargabilidad del 50%. En el caso de existir una penetración del 45% de usuarios intervenidos que sobrepasa el 300%.

**Fig. 25.** Cargabilidad de Transformador – 5kva

Fuente: Autores

3.6.2 Análisis por potencia-10kVA

Los transformadores de 10kva con una cargabilidad promedio de 8% y con la inclusión de 1ve, 3ve, 5ve se puede verificar un incremento en su nueva cargabilidad de 79%, el cual consta con una variación promedio de 63% y una penetración promedio de 22%.

La siguiente tabla muestra los porcentajes promedios totales con la inclusión de 1ve, 3ve y 5ve.

TABLA 28. Incrementos de nuevas cargabilidades, variación y incorporación 10kVA

Nueva cargabilidad	79%
Variación promedio	63%
Penetración promedio	22%
SE1	44,41

Fuente: Autores

Al incluir las cargas de vehículos eléctricos en los transformadores de 10kVA se tiene que al introducir una incorporación del 5% se tiene una cargabilidad del 60% y su rango de linealidad está al 0,53 y si se tiene un incremento en la cargabilidad de 45% su nueva cargabilidad sobrepasara el 150%.

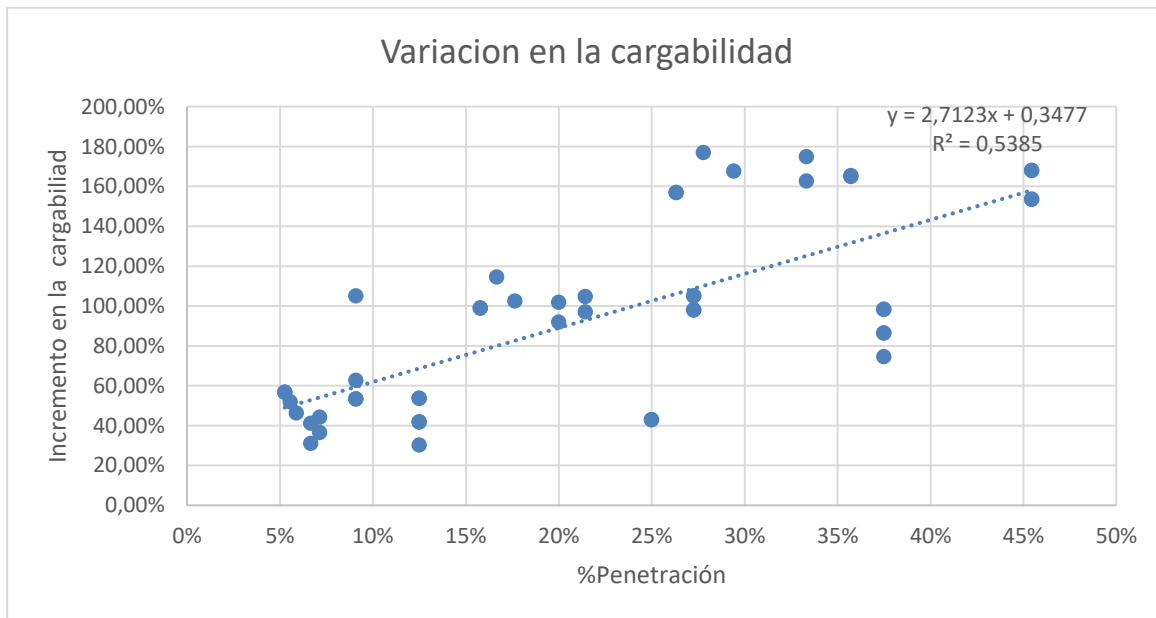


Fig. 26. Cargabilidad de Transformador -10kVA

Fuente: Autores

3.6.3 Análisis por potencia-15kVA

Los transformadores de 15kVA con una cargabilidad promedio de 12,31% y con la inclusión de 1ve, 3ve, 5ve se puede verificar un incremento en su nueva cargabilidad de 76%, el cual consta con una variación promedio de 66% y una penetración promedio de 16%.

La siguiente tabla muestra los porcentajes promedios totales con la inclusión de 1ev, 3ve y 5ve.

TABLA 29. Incrementos de nuevas cargabilidades, variación y penetración 15kVA

Nueva cargabilidad	76%
Variación promedio	66%
Penetración promedio	16%

Fuente: Autores

Las nuevas cargabilidades de los transformadores analizados con la inclusión de 1ve, 3ve, 5ve generalmente tienen un incremento que al momento de introducir un 15% de penetración se tendrá una nueva cargabilidad del 79%.

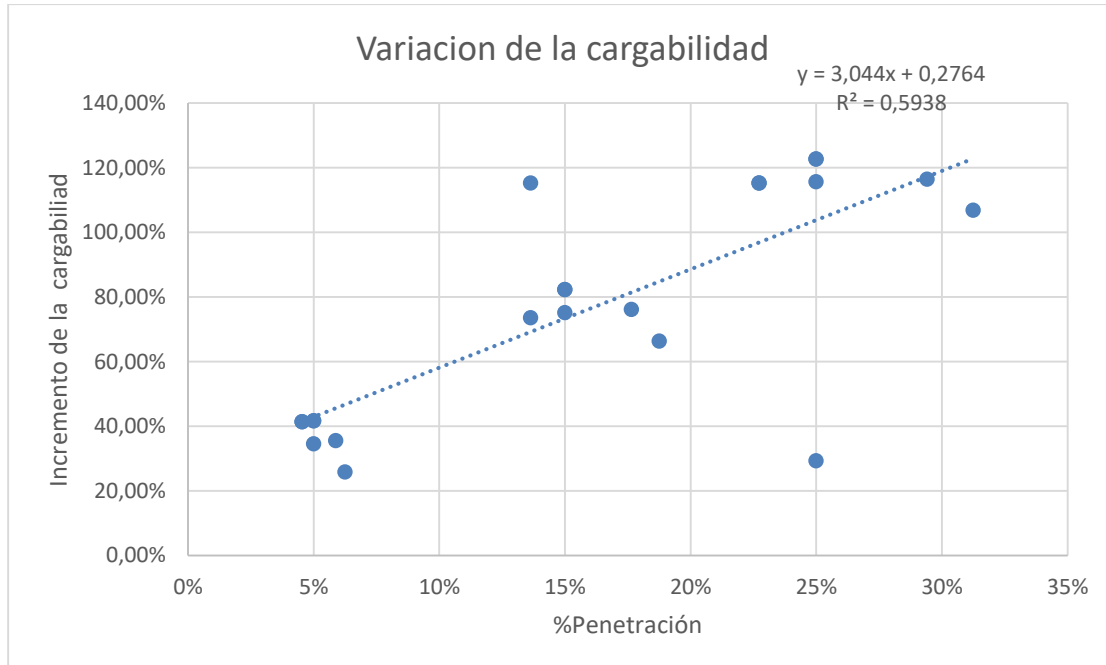


Fig. 27. Cargabilidad de Transformador -15kVA

Fuente: Autores

3.6.4 Análisis por potencia – 25kVA

Los transformadores de 25kVA con una cargabilidad promedio de 13,50% y con la inclusión de 1ve, 3ve, 5ve se puede verificar un incremento en su nueva cargabilidad de 43%, el cual consta con una variación promedio de 31% y una penetración promedio de 18%.

La siguiente tabla muestra los porcentajes promedios totales con la inclusión de los ve.

TABLA 30. Incrementos de nuevas cargabilidades, variación y penetración 25kVA

Nueva cargabilidad	43%
Variación promedio	31%
Penetración promedio	18%

Fuente: Autores

La introducción de nuevas cargas en el caso de 1, 3, 5 vehículos eléctricos a los transformadores que son objeto de estudio de este análisis con rango de linealidad de 0,13 al incluir una penetración del 5% su nueva cargabilidad aumenta a un 20%, también se incluye otra penetración con de 25% su nueva cargabilidad se eleva al 75%.

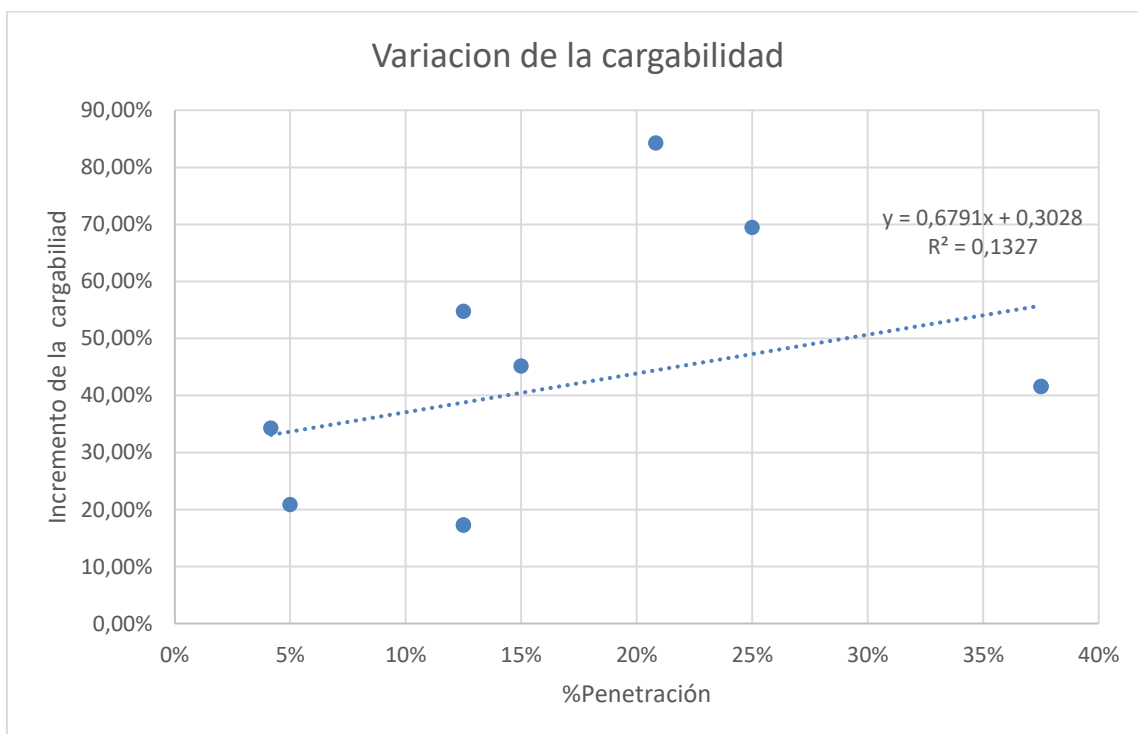


Fig. 28. Cargabilidad de Transformador – 25kVA

Fuente: Autores

3.6.5 Análisis por potencia-30kVA

Los transformadores de 30kva con una cargabilidad promedio de 26,58% y con la inclusión de 1ve, 3ve, 5ve se puede verificar un incremento en su nueva cargabilidad de 53%, el cual consta con una variación promedio de 34% y una penetración promedio de 13%.

La siguiente tabla muestra los porcentajes promedios totales con la inclusión de los ve.

TABLA 31. Incrementos de nuevas cargabilidades, variación y penetración 30kva

Nueva cargabilidad	53%
Variación promedio	34%
Penetración promedio	13%

Fuente: Autores

El análisis de este transformador de 30kVA al introducir nuevas cargas en el caso de los vehículos eléctricos se tiene que al insertar una penetración del 4% su cargabilidad se incrementa hasta un 30% con un rango de linealidad de 0,453, en el caso de que la penetración sea un 22% su nueva cargabilidad se eleva hasta un 70%.

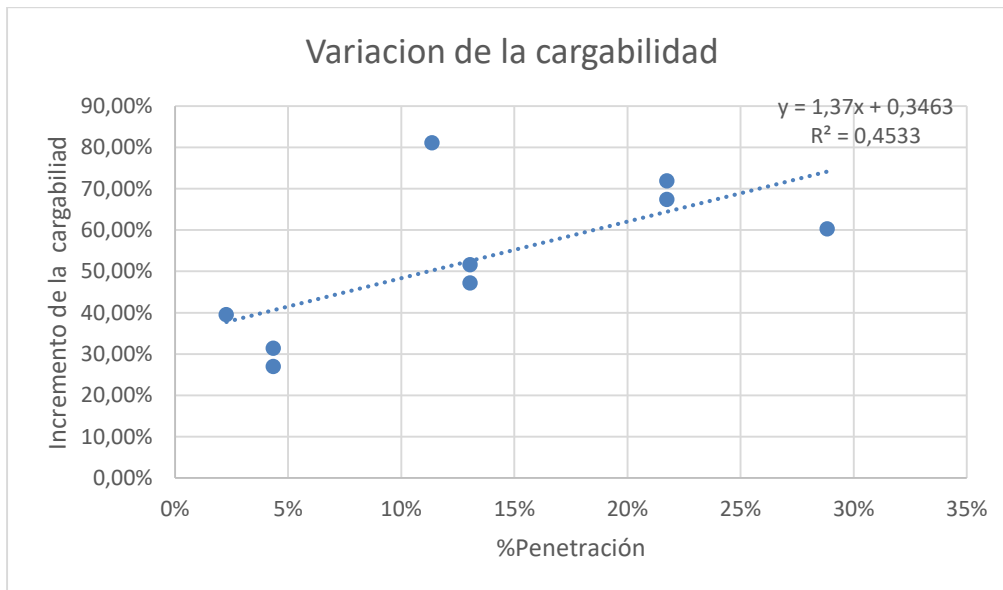


Fig. 29. Cargabilidad de Transformador -30kVA

Fuente: Autores

3.6.6 Análisis por potencia-40kVA

Los transformadores de 40kVA con una cargabilidad promedio de 3,05% y con la inclusión de 1ve, 3ve, 5ve se puede verificar un incremento en su nueva cargabilidad de 30%, el cual consta con una variación promedio de 14% y una incorporación promedio de 13%. La siguiente tabla muestra los porcentajes promedios totales con la inclusión de los ve.

TABLA 32. Incrementos de nuevas cargabilidades, variación y penetración 40kva.

Nueva cargabilidad	30%
Variación promedio	14%
Penetración promedio	13%

Fuente: Autores

Los transformadores de 40kva al introducir las cargas de los vehículos eléctricos al sistema de distribución dependiendo de la incorporación como es el 3% su nueva cargabilidad es del 5%, como es en el caso de un 15% de incorporación su nueva cargabilidad se eleva hasta el 31%.

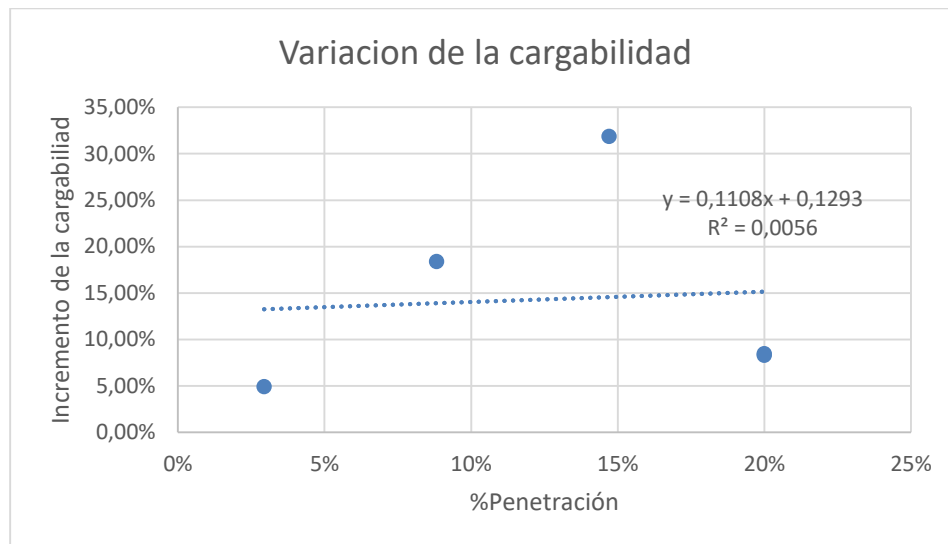


Fig. 30. Cargabilidad de Transformador – 40kVA

Fuente: Autores

3.6.7 Análisis por potencia-75kVA

Los transformadores de 75kva con una cargabilidad promedio de 25% y con la inclusión de 1ve, 3ve, 5ve se puede verificar un incremento en su nueva cargabilidad de %, el cual consta con una variación promedio de 14% y una incorporación promedio de 13%.

La siguiente tabla muestra los porcentajes promedios totales con la inclusión de los vehículos eléctricos.

TABLA 33. Incrementos de nuevas cargabilidades, variación y penetración 75kVA

Nueva cargabilidad	26%
Variación promedio	10%
Penetración promedio	16%

Fuente: Autores

El análisis a los transformadores de 75kVA los cuales tienen un incremento de cargabilidad al introducir los vehículos eléctricos, en el cual si la incorporación es del 2% su incremento de cargabilidad se eleva hasta el 5%, y en el caso de considerar un 35% de incorporación llegaría hasta un 20% de su nueva cargabilidad.

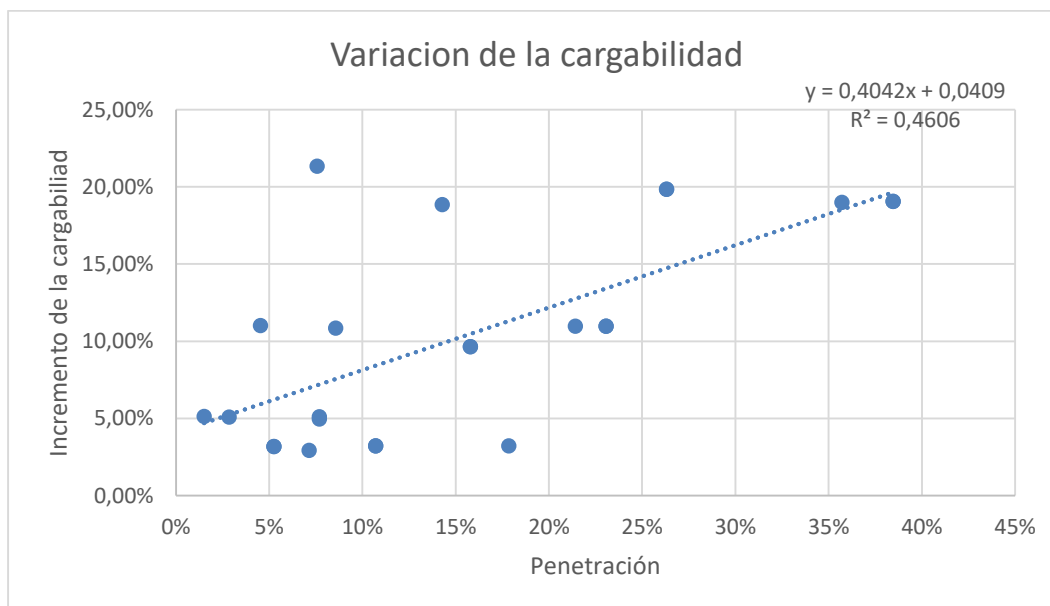


Fig. 31. Cargabilidad de Transformador – 75kva

Fuente: Autores

3.7 Pérdidas en el transformador según temperatura.

Las pérdidas dependen del nivel de temperatura según la siguiente gráfica, las pérdidas están dadas por porcentaje, desde la temperatura ideal hasta las condiciones críticas de funcionamiento.

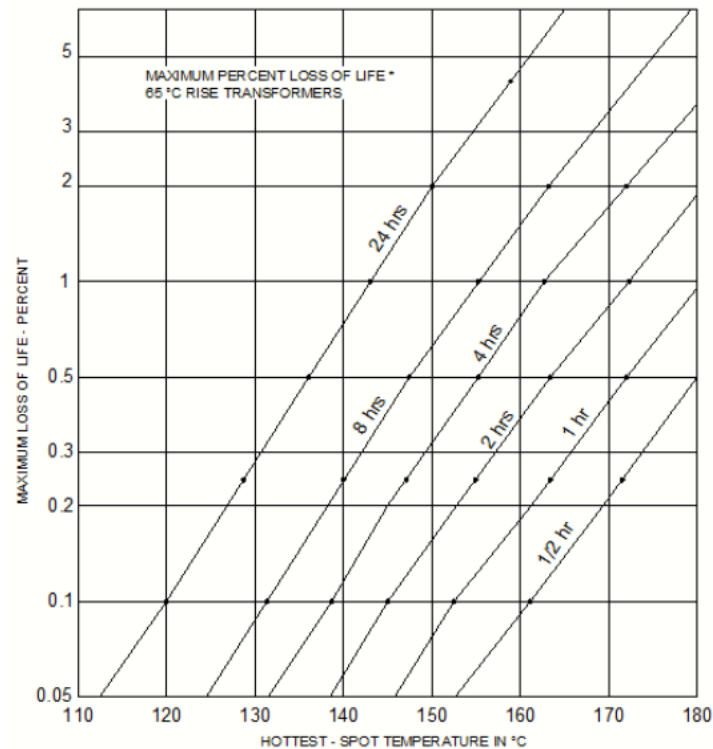


Fig. 32. Variación de pérdidas según temperatura.

Fuente: IEEE STANDARD C57.91

En la figura anterior se manifiesta los pasos de tiempo desde 0,5 hora hasta las 24 horas, mientras menor sea el tiempo menor pérdidas en el transformador.

3.8 Análisis de resultados totales de cargabilidad

El estudio realizado de todos los transformadores que son el objeto de análisis, se tiene una cargabilidad total, que depende del porcentaje de incorporación al sistema de distribución de la red eléctrica del Cantón Gualaceo, nos da el incremento al introducir las cargas de los vehículos eléctricos.

Los resultados en los 3 escenarios se verán afectados por el número de vehículos eléctricos al sistema de distribución, también se verá afectado por la potencia de transformador más que por su cargabilidad base. En los transformadores de 5kVA su cargabilidad con 1 ve será superior al 80% con 3ve a más del 170% y con 5ve que es el tercer escenario a más del 290%, mientras tanto los que menos serán afectado son los de 75kVA, siendo el peor de los escenarios con 5ve su cargabilidad llegara no más del 30%.

Escenario Base				Escenario 1 1 VE			Escenario 2 3 VE			Escenario 3 5 VE		
Número	Potencia KVA	Núm Usuarios	Cargabilidad medida	Cargabilidad	Variacion respecto a base	Penetración	Cargabilidad	Variacion respecto a base	Penetración	Cargabilidad	Variacion respecto a base	Penetración
16682	10	11	24,36%	62,8%	38,4%	9,1%	105,1%	80,8%	27,3%	168,2%	143,8%	45,5%
2872	10	19	18,34%	56,8%	38,5%	5,3%	99,1%	80,8%	15,8%	157,0%	138,7%	26,3%
1246	15	20	16,04%	41,7%	25,6%	5,0%	82,2%	66,2%	15,0%	122,7%	106,7%	25,0%
6749	10	8	15,46%	53,8%	38,3%	12,5%	98,4%	82,9%	37,5%	154,1%	138,6%	62,5%
25927	10	11	15,02%	53,5%	38,5%	9,1%	98,1%	83,1%	27,3%	153,7%	138,6%	45,5%
16419	5	7	7,00%	83,9%	76,9%	14,3%	173,3%	166,3%	42,9%	294,9%	287,9%	71,4%
21778	75	13	6,05%	11,2%	5,1%	7,7%	17,0%	11,0%	23,1%	25,1%	19,0%	38,5%
15160	45	5	5,73%	14,2%	8,5%	20,0%	24,1%	18,3%	60,0%	37,4%	31,7%	100,0%
5108	10	4	4,61%	43,1%	38,5%	25,0%	87,7%	83,1%	75,0%	158,4%	153,8%	125,0%
9502	10	8	3,48%	41,9%	38,4%	12,5%	86,6%	83,1%	37,5%	163,5%	160,1%	62,5%
2872	10	19	18,34%	56,8%	38,5%	5,3%	99,1%	80,8%	15,8%	157,0%	138,7%	26,3%
16682	10	11	24,36%	105,1%	80,8%	9,1%	105,1%	80,8%	27,3%	168,2%	143,8%	45,5%
1246	15	20	16,04%	41,7%	25,6%	5,0%	82,2%	66,2%	15,0%	122,7%	106,7%	25,0%
6749	10	8	15,46%	53,8%	38,3%	12,5%	98,4%	82,9%	37,5%	154,1%	138,6%	62,5%
25927	10	11	15,02%	53,5%	38,5%	9,1%	98,1%	83,1%	27,3%	153,7%	138,6%	45,5%
16419	5	7	7,00%	83,8%	76,8%	14,3%	173,3%	166,3%	42,9%	294,9%	287,9%	71,4%
21778	75	13	6,05%	11,0%	4,9%	7,7%	17,0%	11,0%	23,1%	25,1%	19,0%	38,5%
15160	45	5	5,73%	14,1%	8,3%	20,0%	24,1%	18,3%	60,0%	37,4%	31,7%	100,0%
5108	10	4	4,61%	43,0%	38,4%	25,0%	87,7%	83,1%	75,0%	158,4%	153,8%	125,0%
9502	10	8	3,48%	41,9%	38,4%	12,5%	86,6%	83,1%	37,5%	163,5%	160,1%	62,5%
6485	75	19	7,63%	34,3%	3,2%	5,3%	17,3%	9,6%	15,8%	27,5%	19,8%	26,3%
13160	25	24	24,70%	34,3%	9,6%	4,2%	54,8%	30,1%	12,5%	84,3%	59,6%	20,8%
16420	15	22	25,27%	41,3%	16,1%	4,5%	73,5%	48,2%	13,6%	115,2%	287,5%	22,7%
15605	37,5	14	13,4	35,9%	22,5%	7,1%	35,9%	22,5%	21,4%	53,1%	39,7%	35,7%

Fig. 33. Cargabilidad total

Fuente: Autores

3.8.1 Análisis de resultados totales por grafica

Para el análisis de resultados se realiza el estudio de variación de la cargabilidad con respecto a la incorporación se tendrá un incremento en la cargabilidad al momento de la introducción de los vehículos eléctricos al sistema de distribución.

Como resultado de esta grafica nos da una ecuación de la misma donde se podrá calcular ya sea el incremento de la cargabilidad como la incorporación. $Y = 3,0904X$ con esta formula se calcula para diferentes circunstancias para futuros estudios con otras características similares de análisis.

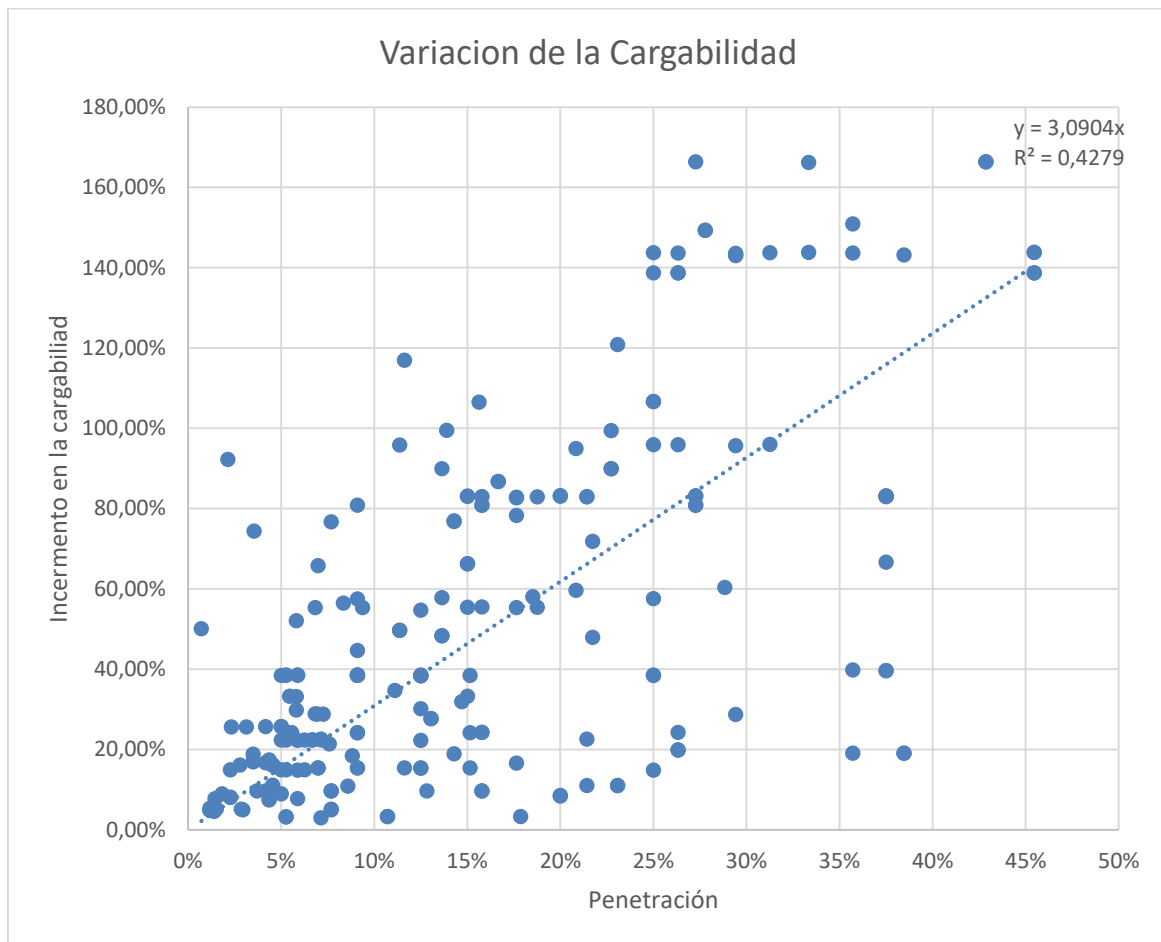


Fig. 34. Variaciones totales de cargabilidad

Fuente: Autores

3.9 Análisis de resultados totales por variación de cargabilidad

En el escenario 1, con la inclusión con 1ve que tiene una carga de 2kW, por lo tanto, su incremento es de un 50% hasta un 80% de la cargabilidad, con respecto a la base. Este análisis se lo realizo con 76 transformadores en el siguiente escenario que consta de 3ve la potencia del vehículo eléctrico se triplica y los 76 transformadores se verán afectados por medio de su cargabilidad que es de 160% en las peores condiciones donde todos los vehículos eléctricos este conectados al mismo tiempo. Por último el tercer escenario que consta de 5ve de 2kW cada uno, en este escenario el incremento de cargabilidad se dispara con respecto a la cargabilidad base, donde su máximo llega a ser 300% en las peores condiciones, como también se verá afectado por la potencia nominal del transformador.

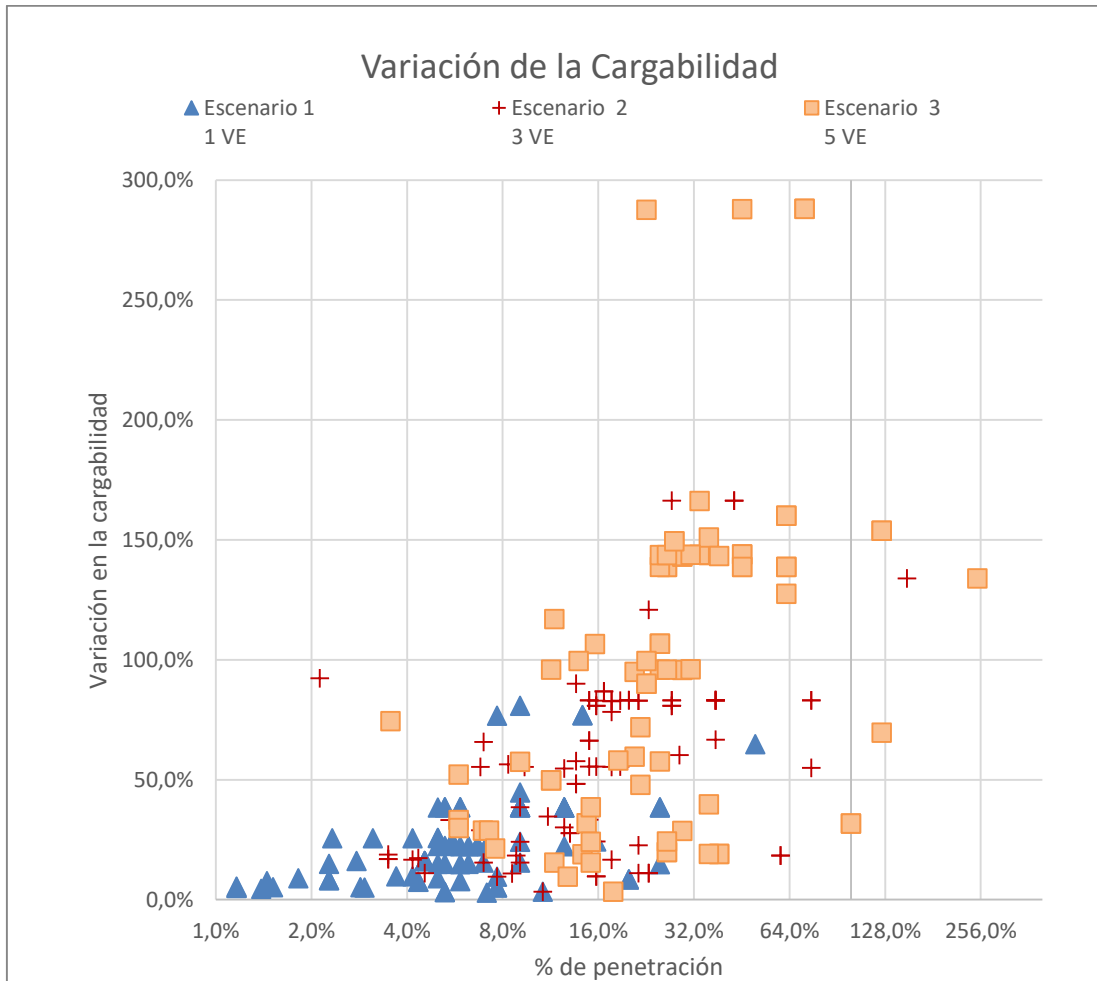


Fig. 52. Cargabilidad total

Fuente: Autores



Capítulo 4

Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

- Al momento de incluir a los vehículos eléctricos como carga en el sistema de distribución en los 76 transformadores, los transformadores de potencia baja se verán más afectados, tanto por su potencia y cargabilidad actual
- Es una alternativa tecnológica con un gran crecimiento esperado; en el caso de la zona urbana del cantón Gualaceo existe poco interés por realizar esta transición, sin embargo, la población joven es la que más predisposición tiene para realizar esta transición.
- El 90% de la población considera que la ciudad no está preparada para esta tecnología de transporte; aun así, el 37% de los encuestados apuestan por la compra en el futuro de un vehículo eléctrico.
- Según los resultados, los transformadores de 5 kVA son los más afectados, ya que en las condiciones actuales llegan a un 300% sobrecarga al incorporar en un 20% de los clientes vehículos eléctricos.
- Respecto a los transformadores de 10 kVA, con una incorporación del 10% de vehículos eléctricos la cargabilidad promedio llega a un 180%, por lo tanto, este tipo de transformadores tampoco soportar la carga masiva de los vehículos eléctricos.
- Los transformadores de 15 kVA si sobrepasa la penetración del 30% su cargabilidad aumenta a más del 121% con la inclusión de los vehículos eléctricos, en este caso estaría en condiciones por un tiempo no más de 5 horas de soportar esta sobrecarga,



- En el caso de los transformadores de 25kVA estos tienen una penetración del 20% su cargabilidad llega hasta un 80%. En este caso los transformadores actuales soportan tranquilamente las cargas con los 5ve.
- También en los transformadores de 40kVA que tienen un incremento del 15% su nueva cargabilidad se incrementa un +-30%, lo que ocurre de igual manera con los de 75kVA con una penetración de 40% su cargabilidad se eleva un 20%, en los casos de los transformadores de 30kVA en adelante, en las condiciones actuales logran soportan las cargas de los vehículos eléctricos.
- Para obtener los resultados de la inclusión de vehículos eléctricos en el sistema de distribución de la red eléctrica de la CentroSur se tiene que a mayor cargabilidad, la penetración que es el número de usuarios que están conectados a la red eléctrica este será menor. En el caso de que la penetración sobrepase el 50% la nueva cargabilidad se triplica y se necesitaría tener en esa zona un sistema de transformación para poder cubrir la necesidad de los usuarios.
- El incremento de la cargabilidad depende únicamente del grado de penetración que posee cada transformador por su potencia y número de usuarios.
- Se debe de evitar que un transformador con una potencia instalada elevada, para pequeñas cargas, por el motivo que si se considera que se tiene un transformador apto cuando se introduzca una carga elevada, estando con cargas pequeñas como estaba en reposo, este no cumplirá con su objetivo y no soportara su incremento de carga. Lo más importante para el dimensionamiento en un transformador es el tiempo que va a estar sometido a esa sobrecarga, mientras menor sea el tiempo es aceptable.



4.2 Recomendaciones

- Al calcular las sobrecargas en un transformador, se debe sumar la temperatura ambiente a la temperatura interna del transformador, y así determinar la temperatura en operación.
- Para una mayor proyección de datos y mayor confiabilidad de los resultados se tomó como base la relación de los costos entre el vehículo convencional y el vehículo eléctrico, este costo rodea los 30.000\$, para que haya una relación directa y no haya un obstáculo para la adquisición del vehículo eléctrico.
- Para una mejora integral de la inclusión de vehículos eléctricos al sistema de distribución de la Empresa Electrica regional CentroSur se recomienda realizar un estudio para la implantación de nuevas cargas, verificar el impacto que se tiene en la zona de estudio, es decir trabajos investigativos donde sus objetivos sea verificar los transformadores que están correctamente dimensionados para abastecer estas cargas.
- En los transformadores de 5kVA, 10kVA y 15kVA que es uno de los que no se puede ingresar más de 1 vehículo eléctrico debido a la sobre carga de tendrá este, por lo que se recomienda es no implementar a estos transformadores nuevas cargas ya que produciría un problema en el sistema eléctrico.
- La sobrecarga en los transformadores que es el caso de los de menor potencia una de la forma para remediar este problema es Repotenciar el transformador para poder soportar nuevas cargas que es el de los vehículos eléctricos, también será la inclusión de una nueva unidad de transformador.
- Tener la información correcta descargada de la base de datos del Geoportal Empresa Eléctrica Regional CentroSur, debidamente actualizada, debido a que a este se desarrolla la investigación de estudio del impacto de los vehículos eléctricos, también cabe recalcar que al momento del estudio de campo para



cuantificar el número de usuarios dispuestos a la adquisición de los vehículos eléctricos se lo realizara en zonas de mayor influencia de usuarios como es el caso de gasolineras, terminal terrestre, parque central y lugares comerciales.



REFERENCIAS

- INEC. (2010). *DATOS DE POBLACION Y VIVIENDA POR CANTONES-AREA*. Obtenido de INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS: www.inec.gob.ec
- ARCONEL. (23 de 3 de 2016). Ecuador y las energia renovables. *Ecuador y las energia renovables*, pág. 1.
- ARCONEL. (2016). *Estadistica, anual y multianual del sector Eléctrico Ecuatoriano*. CUENCA.
- Avilés, A. C. (2009). *Generacion hidroeléctrica en el Ecuador*.
- BBC. (junio de 2017). Países con mas autos eléctricos en el mundo. *¿cuales son los países donde los autos eléctricos tienen mas éxito?*
- BBC. (12 de Enero de 2018). ECONOMIAS EN DESARROLLO PARA 2018. *ECONOMIAS EN DESARROLLO PARA 2018*, pág. 2.
- Castaño, S. R. (2004). *"REDES DE DISTRIBUCION DE ENERGÍA"*. MANIZALES: Centro de Publicaciones UNIVERSIDAD NACIONAL DE MANIZALES.
- CentroSur. (s.f.). <http://www.centrosur.gob.ec/>. CUENCA.
- D. X. Morales L. Lliguin, S. M. (2016). Impacto de la inclusion de Vehiculos Electricos en Transformadores de Distribucion. *IEEE ICA/ACCA, Curicó, Chile*, 1-5.
- David, T. S. (2015). ESTUDIO DE VIABILIDAD EN LA IMPLEMENTACION DE VEHICULOS ELECTRICOS EN LA CIUDAD DE CUENCA. 2015. CUENCA.
- Hernández Panesso, A. F. (2013). *"LOCALIZACIÓN DE FALLAS EN ALIMENTADORES PRIMARIOS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CONSIDERANDO INCERTIDUMBRES EN LA CARGA Y CON PRESENCIA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA"*. PEREIRA: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.
- INEC. (2016). www.ecuadorencifras.com.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS (INEC). (2010). *DATOS DE POBLACION Y VIVIENDA POR CANTONES-AREA*. Obtenido de www.inec.gob.ec
- MEER. (2017). *Informe rendición de cuentas 2017*. Quito.



- OLMEDO, S. P. (2012). CALCULO DETALLADO DE PERDIDAS EN SISTEMAS ELECTRICOS DE DISTRIBUCION APLICADO AL ALIMENTADOR PERTENECIENTE A LA EMPRESA ELECTRICA AMBATO REGIONAL NORTE S.A. *ESCUELA POLITECNICA NACIONAL*, 1-50.
- Ortiz, M. G. (2014). *Muestreo Aleatorio simple*. Academia.edu.
- Panchi, B. S. (2014). Análisis de la Evolución de la Demanda Eléctrica en el Ecuador. *REVISTA EPN, VOL. 33, NO.3*.
- Puerta Tuesta, R. (2012). *Universidad Nacional Agraria de la selva ArcGis*. Tingo Maria-Peru: esri.
- REN, 2. (2016). Energias renovables 2016 REPORTE DE LA SITUACION MUNDIAL. *REN21*, 32.
- REN21. (2016). *ENERGIAS RENOVABLES 2016 REPORTE DE LA SITUACION MUNDIAL*. PARIS.
- Renovable, M. d. (2013). Manual de las unidades de construccion. *Ministerio de Electricidad de Energia Renovable*, 1-2.
- RYMEL. (2016). Catalogo de transformadores. *Rymel*, 11.
- Shuang Gao, K. T. (2012). Modeling and Coordinated Control for Integrating Electric Vehicles into the Power Grid. 1-6.
- Universidad de la Republica. (2012). *Hacia un transporte automotor racional y eficiente: Autos Híbridos y Eléctricos*. Montevideo.