

Universidad de Cuenca



**Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Eléctrica**

“Implementación y uso de autos eléctricos en el transporte público y su impacto en la red de distribución, Loja 2017”

Autores:

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Ingeniero
Eléctrico

Freddy Leonardo León Estrella
C.I. 1103192843

Máximo Xavier Salinas Poma
C.I. 1104884869

Director:

Ing. Juan Bautista Sanango Fernández, M.Sc.
C.I. 0301522892

**Cuenca-Ecuador
2018**



RESUMEN

La presente investigación tiene por finalidad realizar un estudio de cuáles serían los impactos que se producirían en la red eléctrica de la Ciudad de Loja en el caso de que se implementara el uso de autos eléctricos en forma masiva.

Para determinar el impacto que tendría la implementación de este tipo de vehículos, se realiza un análisis acerca de los beneficios que ofrece esta tecnología tanto para la sociedad como para el medio ambiente, por lo que, se buscó mantener una perspectiva integral acerca del tema. En el estudio se determina que existen grandes beneficios para el medio ambiente, no obstante, los autos eléctricos presentan problemas contaminantes durante su fabricación. La autonomía y el consumo de energía eléctrica se encuentran condicionadas por la batería del automóvil, la cual, a mayor eficiencia ofrece una mayor autonomía.

Un elemento crítico dentro del análisis es el lugar de carga del vehículo, actualmente el 90 % de los 48 taxis eléctricos que existen en Loja realizan su carga en el domicilio debido a la presencia de una sola electrolinera, lo que provoca congestión entre los usuarios generando problemas de autonomía y recarga para los propietarios.

En general, se concluye que los vehículos eléctricos producen un alto grado de beneficios al medio ambiente y a la sociedad, no obstante, aún presentan problemas, sobre todo en su producción y en la disponibilidad de políticas efectivas que posibiliten la distribución eficiente de energía para la implementación generalizada de estos vehículos.

PALABRAS CLAVE: AUTO ELÉCTRICO, MEDIO AMBIENTE, ENERGÍA ELÉCTRICA, ELECTROLINERA, LOJA.



ABSTRACT

The purpose of this research is to carry out a study about the impacts that could be produced in the electricity network of the City of Loja if the use of electric vehicles were implemented in a massive way.

In order to determine the impact that the implementation of this type of vehicle would have, an analysis is made about the benefits that this technology offers both for society and for the environment, so, we sought to maintain a comprehensive perspective on the subject. In the study it is determined that there are great benefits for the environment, however, electric vehicles present contamination problems during their manufacture. The autonomy and the consumption of electrical energy are conditioned by the automobile battery, which with greater efficiency, generate greater autonomy.

A critical element in the analysis is the place of charging, currently 90 % of the 48 electric taxis that exist in Loja charge their vehicle at home due to the presence of a single fast charging station, which causes congestion among users generating problems of autonomy and charge for owners.

In general, it is concluded that electric vehicles produce a high degree of benefits to the environment and society, however, they still present problems, especially in their production and in the availability of effective policies that allow the efficient distribution of energy for the widespread implementation of these vehicles.

KEYWORDS: ELECTRIC VEHICLE, ENVIRONMENT, ELECTRIC POWER, CHARGING STATION, LOJA.



ÍNDICE

RESUMEN.....	2
ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN.....	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
OBJETIVOS.....	19
JUSTIFICACIÓN.....	20
METODOLOGÍA	21
Instrumentos	21
GLOSARIO DE TÉRMINOS	22
CAPÍTULO I.....	24
VEHÍCULOS ELÉCTRICOS VERSUS AUTOS DE COMBUSTIÓN INTERNA .	24
1.1. Principios de funcionamiento de los vehículos eléctricos.....	24
1.2. Tipos de vehículos eléctricos	29
1.3. Tipos de baterías de los vehículos eléctricos	32
1.4. Sistemas de carga de los vehículos eléctricos	33
1.5. Ventajas y desventajas del uso de vehículos eléctricos frente a los autos de combustión interna	35
CAPÍTULO II.....	37
VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN LA CIUDAD DE LOJA.....	37
2.1. El sistema de transporte público en la ciudad de Loja.....	37
2.2. Incentivos para el uso de los autos eléctricos.....	39
2.3. Rentabilidad del uso de los autos eléctricos.....	40
2.4. Expectativas para la sostenibilidad del servicio de autos eléctricos en la transportación pública de Loja	42



2.5. Análisis de los requerimientos energéticos en el Sistema Eléctrico Ecuatoriano	44
2.5.1 Plan maestro de Electrificación	44
2.5.2 Experiencias en el sitio	46
2.6. Análisis de la demanda energética del sistema de distribución de Loja ...	47
2.6.1 Demanda energética Nacional	47
2.6.2 Demanda energética local	49
2.7. Impactos en la red de distribución de Loja	53
2.8 Percepción del uso de los vehículos eléctricos en la ciudad de Loja	64
2.8.1 Recolección de datos en la ciudad de Loja.....	64
2.8.2 Resultados	66
2.8.3 Opinión de los encuestados acerca de los vehículos eléctricos.....	70
CAPÍTULO III	72
ACCIONES PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL USO DE AUTOS ELÉCTRICOS	72
3.1 Acciones relacionadas con el cuidado del medio ambiente	72
3.1.1 Fabricación de VE	73
3.1.2 Beneficios en cuanto a mantenimiento de VE.....	74
3.2 Acciones normativas	75
3.3 Acciones en torno a la infraestructura eléctrica	77
3.4 Acciones socios ambientales	77
3.5 Implementación de electrolineras.....	78
3.6 Acciones de Sostenibilidad	82
3.7 Relación Costo-Beneficio.....	83
CAPÍTULO IV	85
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85



4.1. Conclusiones	85
4.2. Recomendaciones.....	87
BIBLIOGRAFÍA.....	88
ANEXOS.....	96

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1: Parámetros elementales de la batería (Electromovilidad.net, 2017) y (Renault.es, 2017)	33
Tabla 2.1: Lista de incentivos para promover el uso de autos eléctricos en México (Freddy León - Máximo Salinas).....	40
Tabla 2.2 Proyección de clientes totales Empresa Eléctrica Regional Sur (PME 2013-2022)	50
Tabla 2.3 Balance de energía para la Empresa Eléctrica Regional Sur (PME 2013-2022)	51
Tabla 2.4 Consumo eléctrico por introducción de vehículos eléctricos (PME 2013-2022).	51
Tabla 2.5 Desglose anual de inversiones por programa para todos los distribuidores (PME 2013-2022)	52
Tabla 2.6 Inversiones aprobadas para la Empresa Eléctrica Regional Sur (PME 2013-2022)	52
Tabla 2.7: Caídas de voltaje de los 47 transformadores que alimentan a los VE.....	57
Tabla 2.8 Caídas de voltaje de los 47 transformadores que alimentan a los VE, para los escenarios del 50 % y 100 % de incremento en los VE.	59
Tabla 2.9 Total de transformadores clasificados por la potencia del alimentador primario IV Centenario.....	61
Tabla 2.10 Total de Transformadores de 10 kVA del alimentador primario IV Centenario.....	62
Tabla 2.11 Total de Transformadores de 15 kVA del alimentador primario IV Centenario.....	63
Tabla 2.12 Total de Transformadores de 25 kVA del alimentador primario IV Centenario.....	63



Tabla 2.13 Total de Transformadores de 37,5 kVA del alimentador primario IV Centenario.....	64
Tabla 2.14 Transformadores sobrecargados del alimentador primario IV Centenario.....	64
Tabla 2.15: Lugar donde realiza la recarga del vehículo eléctrico (Freddy León - Máximo Salinas).....	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Vehículo eléctrico del holandés Sibrandus Stratingh del año 1835. (YouBioit.com).....	25
Figura 1.2: Coche eléctrico de Thomas Edison, año 1913 (Casaravilla & otros).....	26
Figura 1.3: CitiCar año 1976 (Casaravilla & otros).....	27
Figura 1.4: Esquema de funcionamiento VEH en paralelo (Dani).	29
Figura 1.5: Cadena cinemática vehículo híbrido en serie (Dani).....	30
Figura 1.6: Vehículo totalmente eléctrico (es.dreamstime.com)	32
Figura 1.7: Sistema de recarga para VE en vivienda (MotorPasion.com, 2016).....	34
Figura 1.8: Electrolineas de carga con paneles solares (Electrolineas Sostenibles S.L.).....	34
Figura 1.9: Conexión entre vehículo eléctrico y estación de carga, (Blanco Jiménez).	35
Figura 2.1: Oferta de transporte público, Cantón Loja años 2012 (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja)	38
Figura 2.2: Estación de carga para vehículos eléctricos (Híbridos_y_Eléctricos.com)	39
Figura 2.3: Bus eléctrico en fase de prueba en Loja (sur andino), (Andes.info.ec)..	43
Figura 2.4 Auto eléctrico de la cooperativa ECOTAXI de la ciudad de Loja, (El Telégrafo, 2017).....	44
Figura 2.5: Ubicación geográfica de las residencias de los propietarios de Vehículos Eléctricos y Electrolineas en la ciudad de Loja (Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A. – EERSSA)	53
Figura 2.6: Ubicación geográfica del transformador No. 11493 y Cliente No. 3400942 (Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A. – EERSSA).....	54
Figura 2.7: Diagrama unifilar del transformador No. 11493	55



Figura 2.8: Flujo de carga del transformador No. 11493 – Estado Actual.	56
Figura 2.9: Flujo de carga del transformador No. 11493 – Incremento del 30 % de VE.	56
Figura 2.10 Ubicación geográfica de las Subestaciones Eléctricas en la ciudad de Loja Empresa (Eléctrica Regional del Sur S.A. – EERSSA).....	60
Figura 2.11 Recorrido del alimentador primario IV Centenario-S/E Obrapia (Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A. – EERSSA)	61
Figura 2.12 Autos eléctricos de la ciudad de Loja (Freddy León - Máximo Salinas)	65
Figura 2.13: Distribución de taxis eléctricos según tiempo de recarga (Freddy León - Máximo Salinas).	66
Figura 2.14: Distribución de taxis eléctricos según consumo diario promedio (KWh), (Freddy León - Máximo Salinas).	67
Figura 2.15: Distribución de taxistas de autos eléctricos según duración de la carga (Freddy León - Máximo Salinas)	68
Figura 2.16: Distribución de taxistas de autos eléctricos según recorrido promedio diario (Freddy León - Máximo Salinas).....	68
Figura 2.17: Costo de mantenimiento en comparación a un vehículo de gasolina (Freddy León - Máximo Salinas)	69
Figura 2.18: Inconvenientes del vehículo eléctrico (Freddy León - Máximo Salinas)	69
Figura 3.1 Red de media tensión vía Loja-Catamayo.....	80
Figura 3.2 Caídas de tensión tramos media tensión vía Loja-Catamayo.....	80
Figura 3.3 Caída de Voltaje.....	81
Figura 3.4 Caída de tensión carga 15KVA-nueva electrolinería.....	81
Figura 3.5 Caída de Tensión tramos nueva electrolinería.....	82

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1.1 Encuesta sobre el uso de VE como transporte público.....	96
Anexo 2.1 Tarifas Energéticas.....	98
Anexo 2.2 Transformador 39	100
Anexo 2.3 Transformador 53	103



Anexo 2.4 Transformador 65	106
Anexo 2.5 Transformador 71	109
Anexo 2.6 Transformador 80	110
Anexo 2.7 Transformador 97	113
Anexo 2.8 Transformador 133	116
Anexo 2.9 Transformadores 0338-0339-0340	119
Anexo 2.10 Transformador 458	122
Anexo 2.11 Transformador 632	125
Anexo 2.12 Transformador 638	128

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio
Institucional

Freddy Leonardo León Estrella en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Implementación y uso de autos eléctricos en el transporte público y su impacto en la red de distribución, Loja 2017”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, septiembre de 2018



Freddy Leonardo León Estrella

C.I: 1103192843

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Máximo Xavier Salinas Poma en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Implementación y uso de autos eléctricos en el transporte público y su impacto en la red de distribución, Loja 2017”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, septiembre de 2018



Máximo Xavier Salinas Poma

C.I: 1104884869

Cláusula de Propiedad Intelectual

Freddy Leonardo León Estrella, autor del trabajo de titulación “Implementación y uso de autos eléctricos en el transporte público y su impacto en la red de distribución, Loja 2017”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, septiembre de 2018



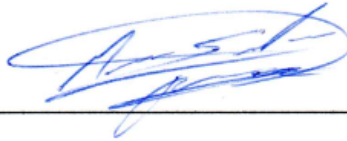
Freddy Leonardo León Estrella

C.I: 1103192843

Cláusula de Propiedad Intelectual

Máximo Xavier Salinas Poma, autor del trabajo de titulación “Implementación y uso de autos eléctricos en el transporte público y su impacto en la red de distribución, Loja 2017”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, septiembre de 2018



Máximo Xavier Salinas Poma

C.I: 1104884869

Cláusula de Derechos de Autor

Certifico que el trabajo de Titulación “Implementación y uso de autos eléctricos en el transporte público y su impacto en la red de distribución, Loja 2017”, ha sido desarrollado por los estudiantes: Freddy Leonardo León Estrella con C.I: 1103192843 y Máximo Xavier Salinas Poma con C.I: 1104884869

Cuenca, julio de 2018.



Ing. Juan Bautista Sanango Fernández, M.Sc.
DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios, por haberme acompañado y guiado a lo largo de esta etapa académica; a mi querida madre, esposa Rosana e hijos Leonardo, Freddy y Marco por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad. Además, debo agradecer a mis profesores, a mi tutor por el apoyo en el transcurso de este trabajo de investigación y a la universidad por posibilitar el acceso a una educación de calidad.

Freddy León E.

Gracias primeramente a Dios por guiarme en este camino, permitiéndome rodearme de personas buenas y generosas que me han apoyado en todo momento; a mis padres y hermanos por su amor, apoyo y confianza incondicional, a mi esposa Jhuleidy e hijo Max por ser mi apoyo, por brindarme su cariño, por no dejarme caer, por confiar en mí y enseñarme que los objetivos están para cumplirlos con amor y determinación. Finalmente, agradezco a la Universidad de Cuenca, por acogernos durante nuestra formación académica, a mi tutor, profesores por brindarnos su apoyo en el transcurso de este trabajo de investigación.

Máximo Salinas P.



DEDICATORIAS

Con mucho cariño dedico este trabajo y todo el esfuerzo realizado a mi madre, esposa e hijos, quienes con su amor, consejos, apoyo y comprensión; me proporcionaron las fuerzas y esperanzas para el feliz cumplimiento de esta meta.

A mi querido padre, que desde el cielo me ha guiado, para ser un hombre de bien.

Freddy León E.

Este trabajo va dedicado a toda mi familia que siempre han estado ahí para apoyarme y guiarme en todo momento de este trayecto.

Máximo Salinas P.



INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación ha sido formulado como la “Implementación y uso de autos eléctricos en el transporte público y su impacto en la red de distribución, Loja 2017”. En este contexto, el estudio tiene por objetivo el identificar cuáles son los impactos en la red de distribución de energía eléctrica como resultado de la implementación y uso de los autos eléctricos en la localidad; además, de analizar el impacto del uso de combustibles fósiles en contraste con el uso de la tecnología eléctrica para los automóviles; se buscó también, determinar el impacto que tiene esta implementación en el suministro de energía y las posibles acciones destinadas a garantizar la operación eficiente de estos autos en Loja.

Para la consecución de estos objetivos se ha empleado una metodología de enfoque mixto cualitativa y cuantitativa, en la cual se aplicó un estudio de campo mediante un cuestionario dirigido a los taxistas que utilizan vehículos eléctricos en la ciudad de Loja. Las encuestas y los cuestionarios fueron fundamentadas en el “MAPFRE Cuestionario sobre vehículos eléctricos”, “Autolist – encuesta sobre intención de compra de autos eléctricos y la “encuesta sobre el uso de vehículos enchufables en Noruega” del Instituto de economía del transporte de Noruega.

Finalmente, en cada capítulo se analizan las variables propuestas de la siguiente manera: en el capítulo 1 se realiza un estudio bibliográfico acerca de los vehículos eléctricos, tomando en cuenta su historia, funcionamiento, sus características, los tipos de baterías con los que funcionan y los sistemas de carga para los mismos. Además, se realiza un planteamiento acerca de las ventajas y desventajas de este tipo de vehículos frente a los de combustión interna. En el capítulo 2, se contextualiza el estudio en la ciudad de Loja poniendo énfasis en el análisis de transporte público, los incentivos que se han generado para la adquisición de VE, la rentabilidad de los mismos, las expectativas de sostenibilidad, los requerimientos energéticos del sistema eléctrico ecuatoriano, el análisis de la demanda energética nacional y local, y el impacto de este proyecto en la red de distribución de Loja. En el capítulo 3, se analizan las acciones normativas, las de infraestructura eléctrica y socio ambientales. Por último, en el capítulo 4, se detallan las conclusiones del estudio y las recomendaciones.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La inserción de vehículos eléctricos – VEs se dará paulatinamente, conforme la promoción y aceptación de éstos, por lo que se debe incluir en las futuras expansiones de los sistemas eléctricos, el incremento de la demanda de energía para adecuar las instalaciones en las etapas de generación, transmisión y distribución de electricidad (Chancusig, 2014).

Por ello se plantea analizar si las acciones adoptadas por el GAD Municipal de Loja para la implementación y uso de los VEs, particularmente en parte de la flota de taxis urbanos, han contribuido efectivamente a mejorar la transportación pública y si la red de distribución eléctrica permite cumplir con los objetivos de suministro, rapidez y calidad de la energía eléctrica necesaria para la operación de los autos eléctricos, planteando alternativas de solución.

Según la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (2015), desde el punto de vista del abastecimiento eléctrico, unos tiempos de recarga cortos podrían resultar exigentes, ya que no se adaptarían a las condiciones de funcionamiento en baja tensión y podrían originar puntas de demanda eléctrica considerables en aquellos momentos en los que se produzca una importante simultaneidad de usuarios recargando.

Las ventajas de implementar vehículos eléctricos en Ecuador se relacionan con el apoyo del Estado en sus políticas de la tarifa eléctrica, los aranceles de importación, así como el costo de mantenimiento, estimado en un 42 % menos que un motor de combustión interna (referencia); mientras que las desventajas son que el país no es un medio en el cual esta tecnología haya alcanzado un gran desarrollo, hace falta la instalación de electrolineras, y se presenta como necesaria la capacitación y tecnificación del conocimiento de los técnicos, con la finalidad de brindar mantenimiento a los VE (Orbea, Toapaxi, & Guano, 2017).

Con estos antecedentes, para este estudio se plantea como hipótesis la siguiente: La red de distribución eléctrica de Loja está suficientemente fortalecida para abastecer los



requerimientos de carga de los vehículos eléctricos y su proyección de crecimiento en la transportación pública y los incentivos que se requieren para minimizar sus efectos. Esta hipótesis se analiza en el transcurso de la investigación.

Los resultados que se espera obtener son la identificación de posibles acciones y sus costos de implementación, orientadas a garantizar una operación efectiva de vehículos eléctricos de transporte público como los actuales taxis, así como la posible expansión del parqueadero automotor eléctrico en la ciudad de Loja, de tal manera que sea sostenible, que cubra las expectativas en la transportación pública tanto para los taxis vigentes, como para la implementación de medios de transporte ecológicos, y que además, brinde rentabilidad a los propietarios, con el menor impacto posible a la red de distribución eléctrica.

OBJETIVOS

Objetivo General

Identificar los impactos en la red de distribución de energía eléctrica como resultado de la implementación y uso de los autos eléctricos en el transporte público en la ciudad de Loja.

Objetivos Específicos:

- Analizar el impacto del uso de combustibles fósiles versus eléctricos en la transportación pública.
- Identificar los factores e impactos asociados al suministro de energía eléctrica respecto a la operación de autos eléctricos.
- Identificar las posibles acciones destinadas a garantizar una operación de los autos eléctricos en la ciudad de Loja.



JUSTIFICACIÓN

La transportación pública en la ciudad de Loja, como en muchas ciudades del país y el mundo, va creciendo con base a la demanda de la ciudadanía, sin embargo, esto conlleva inconvenientes con la emisión de gases de efecto invernadero, perjudicando la salud de la población y el ambiente.

A pesar del crecimiento sostenido del parque automotor ecuatoriano y de la importancia económica del sector automotriz, la gran cantidad de vehículos tiene impactos negativos reflejados en la situación ambiental de varias ciudades. Así mismo, el uso de combustibles subsidiados tiene una importante repercusión en la economía nacional (Vélez , 2017).

Al respecto, el Gobierno Autónomo Municipal – GAD de Loja busca aportar en la mejora de la transportación pública, a través de la implementación y uso de autos eléctricos en parte de la flota de taxis de la ciudad. Es necesario considerar que el suministro de energía eléctrica en la actualidad en la provincia de Loja no está acondicionado para abastecer los requerimientos de carga rápida de las baterías de autos eléctricos, motivando el estudio desde todas sus perspectivas, en especial desde el punto de la red de distribución eléctrica y su incidencia en la operación de este tipo de automotores.

Un estudio realizado por Losada (2014), señala que el éxito de las flotas de vehículos eléctricos depende de la aplicación de un buen sistema de recarga que sea eficiente, fiable, adaptativo y completamente monitorizable



METODOLOGÍA

Instrumentos

La metodología investigativa utilizada en el presente trabajo se fundamenta, en la recolección y análisis de información, por lo que resulta adecuado utilizar una metodología de revisión bibliográfica que permita discernir sobre la pertinencia de la información disponible acerca de todo lo que conlleva la implementación y uso de un vehículo eléctrico. Por otra parte, se realizará un estudio de campo en la ciudad de Loja, para lo cual se utilizará un cuestionario (Anexo 1.1) con la finalidad de obtener información acerca de los vehículos eléctricos que posee la ciudad, y una encuesta dirigida hacia los propietarios con el objetivo de obtener información acerca de los motivos que incitaron a la adquisición de un auto eléctrico. Las encuestas y cuestionarios tuvieron un sustento teórico que se describe a continuación:

- MAPFRE (España) – Cuestionario sobre vehículos eléctricos (MAPFRE, 2017).
- Autolist (EE.UU.) – Encuesta sobre intención de compra de autos eléctricos entre 2015 y 2016 (Noya, 2017).
- Instituto de Economía del Transporte de Noruega – Encuesta sobre el uso de vehículos enchufables en Noruega (Movilidad Eléctrica, 2016).



GLOSARIO DE TÉRMINOS

- AP:** Carga de Alumbrado Público
- Ce:** Cargas Especiales
- ARCONEL:** Agencia de Regulación y Control de Electricidad
- AWG:** American Wire Gauge (Calibre de alambre estadounidense)
- BT:** Baja Tension
- BYD E Motors:** Build Your Dreams Electric Motors
- CELEC:** Corporación Eléctrica del Ecuador
- CEPAL:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe
- CFN:** Corporación Financiera Nacional
- DMD:** Demanda Máxima de Diseño
- DMP:** Demanda Máxima Proyectada
- DMUp:** Demanda Máxima Unitaria Proyectada
- DMU:** Demanda Máxima Unitaria
- EEC:** European Economic Community
- EERSSA:** Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A.
- ENERNET:** Red de Energía Dinámica
- EV1:** General Motors Electric Vehicle 1
- FC:** Factor de Coincidencia
- FERUM:** Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal
- GAD:** Gobierno Autónomo Descentralizado
- GEI:** Gases de Efecto Invernadero
- GLP:** Gas Licuado de Petróleo
- GWh:** Giga Vatio por hora
- HEV:** Hybrid Electric Vehicle
- ICE:** Impuesto a los Consumos Especiales
- Kg:** Kilogramo
- KV:** Kilo Voltio
- KWh:** Kilo Vatio por hora
- MCPEC:** Ministerio Coordinador de la Producción
- MT:** Media Tensión
- N:** Número de Usuarios



PHEV: Plug-in Hybrid Electric Vehicle

PIB: Producto Interno Bruto

PLANREP: Plan de Reducción de Pérdidas de Energía Eléctrica

PME: Plan Maestro de Electrificación

PMD: Plan de Mejoramiento de los Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica

SIRVE: Sistemas Integrados de Recarga de Vehículo Eléctrico

UMTTTSV: Unidad Municipal de Tránsito, Transporte Terrestre y Seguridad Vial

V: Voltios

VCI: Vehículo de Combustión Interna

VE: Vehículo Eléctrico

Wh: Vatio por hora



CAPÍTULO I

VEHÍCULOS ELÉCTRICOS VERSUS AUTOS DE COMBUSTIÓN INTERNA

1.1. Principios de funcionamiento de los vehículos eléctricos

Un vehículo eléctrico (VE) es aquel cuyo movimiento es producido por un motor que funciona eléctricamente (García Ruíz, 2015). Asimismo, se define como un medio de transporte que emplea energía química concentrada en baterías recargables, siendo necesario que mientras el automotor no se encuentre en movimiento, sean recargadas mediante una conexión a la red eléctrica, necesitando obligatoriamente de la infraestructura adecuada (Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico, 2016).

Se considera que el primer ensayo respecto a la idea de crear un vehículo eléctrico se le atribuye al norteamericano Thomas Davenport, quien construyó un vehículo miniaturizado durante el año de 1834, cuyo movimiento se limitaba a círculos sobre una superficie, el cual no soporta el propio peso de su batería sin embargo, se presenta como el primer prototipo de vehículo equipado con motor eléctrico, con un adelanto de 50 años respecto al motor de combustión (Electromovilidad, 2017). En 1835, el holandés Sibrandus Stratingh diseñó un pequeño modelo a escala de automóvil propulsado por pilas eléctricas no recargables, siendo su asistente Christopher Becker el encargado de construirlo (YouBioit, 2015).



Figura 1.1: Vehículo eléctrico del holandés Sibrandus Stratingh del año 1835. (*YouBioit*)

El químico británico, Robert Davidson construyó un pequeño motor eléctrico en 1837. Davidson produjo una serie de pequeños motores eléctricos basados en baterías de celdas galvánicas, las cuales generan electricidad a partir de una reacción electroquímica, de reducción y oxidación, producida entre dos metales como el zinc y el cobre. De forma paralela y sin haberse conocido, en Estados Unidos, William H. Taylor también construía motores eléctricos galvánicos similares a los de Davidson, quien en 1841 construye una locomotora eléctrica que bautizó con el nombre de Galvani, la cual podía soportar una carga de 6 toneladas a una velocidad de 6 km/h, por una distancia de 2,5 kilómetros (*YouBioit*, 2015).

Entre 1832 y 1839 Robert Anderson fue el impulsor del primer VE mientras, como se mencionó anteriormente, Stratingh en Holanda diseñó con la ayuda de Christopher Becker vehículos eléctricos a escala. La mejora de la pila eléctrica, propuesta por Planté en 1865 y Faure en 1881 plasma una línea base para los vehículos eléctricos; por otra parte, previo al auge de los motores a gasolina, los VE presentaron registros importantes en cuanto a la velocidad y distancia recorrida (ruptura de la barrera de los 100 km/h) (*Casaravilla & otros*, 2012).



Figura 1.2: Coche eléctrico de Thomas Edison, año 1913 (*Casaravilla & otros*).

En 1879, el ingeniero alemán Werner von Siemens elaboró el primer tren eléctrico, considerado como el primer metro del mundo, el cual funcionó por el lapso de cuatro meses en la Exposición Universal de Berlín; este transporte eléctrico llevó vagones con pasajeros alrededor del lugar en el que se realizaba la exposición, por otra parte su trayecto circular fue de 300 metros (Treneando, 2015). De igual manera, en 1881 se puso en marcha el primer tranvía eléctrico del mundo, en la ciudad de Berlín, Alemania (DEKRA, 2014). Por lo tanto, la historia de los vehículos eléctricos abarca casi la totalidad del transporte terrestre conocido como lo son el automóvil y el tren, siendo las variedades de este último el tranvía y el metro.

A finales del siglo XX, ya se aprecian vehículos eléctricos junto a los vehículos de vapor, puesto que fueron aceptados antes que los VCI, los últimos tuvieron aceptación en el año de 1920, cuando las condiciones de prestación y precio que tenían los motores de combustión interna limitaron el auge de los VE (Carreño, Vacca, & Lugo, 2012).

A propósito, la fabricación de los automóviles eléctricos se encuentra orientada básicamente al turismo, puesto que, los mismos no alcanzaban velocidades superiores a los 30 Km/h y su autonomía es limitada. Los VE aparecieron en Europa en el año de 1880 y en América durante el año de 1920; sin embargo, su producción se detuvo por el surgimiento de la Primera Guerra Mundial y por los altos costos en la fabricación del

vehículo, así como por el desarrollo de la Segunda Guerra Mundial, en la cual se dirigió todo el esfuerzo tecnológico hacia el combate armado. Hacia 1970, los VE comenzaron a ser fabricados de nuevo y han continuado hasta la actualidad, a pesar de los inconvenientes de autonomía y precio, resultan una alternativa para el uso de energías limpias y renovables (Casaravilla & otros, 2012). En este sentido, según investigación de Martínez Gutiérrez (Martínez, 2012), en las décadas de los años 1960 y 1970 se originó la revalorización del vehículo eléctrico, considerándolo como una alternativa para el transporte masivo, debido a las tendencias ecológicas de la época, las discusiones ambientales y las estimaciones limitadas de petróleo en el mercado.

Se presentó, entonces un nuevo modelo de autos eléctricos puesto que los fabricantes apuntaban sus características a que sea barato y que cubriese más distancia con una sola carga, a pesar de ello la batería y la duración de la carga siguen siendo un serio inconveniente. Uno de los autos que se vendieron mejor en aquella época fue el CityCar, producido entre 1974 y 1976 por Sebring-Vanguard Company en Sebring, Florida (Casaravilla & otros, 2012).



Figura 1.3: CitiCar año 1976 (Casaravilla & otros).

A partir de esa época nació el concepto de movilidad sostenible, debido a los problemas del medio ambiente, sociales y energéticos, originados por los modelos de transporte urbano de la segunda mitad del siglo XX y, particularmente, del uso del vehículo particular como instrumento para el transporte de personas y mercancías (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2015).



General Motors produjo su primer vehículo eléctrico en masa para el año de 1996, llamado General Motors EV1; era un biplaza de estilo deportivo capaz de recorrer hasta 190 Km con una sola recarga de batería, sin el empleo de gasolina para ello, que se vendió en diversas ciudades del estado de California en Estados Unidos de América debido a que la ciudad acoge desde 1990 al proyecto de ley Vehículo de Emisión Cero, lo cual se terminó en abril de 2003, marcando un retraso en los avances sociales en materia de protección al medio ambiente (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2015). Del modelo EV1 se fabricaron aproximadamente 1100 unidades entre 1996 y 1999; el cual utilizaba 26 baterías de plomo y ácido las que había que sustituir cada 450 cargas (Murias, 2015).

En 2003 se funda la compañía Tesla Motors por Elon Musk, año en el cual se produjo el modelo Roadster, un deportivo totalmente eléctrico que podría viajar 200 millas (320 Km, aproximadamente) con una sola carga (Blog-MERME, 2017). Sin embargo, la viabilidad económico-financiera de la empresa puso en peligro la continuidad de la misma en el año 2009, cuando Daimler de Mercedes-Benz, Smart y compañía, compraron varios millones de dólares de acciones de Tesla, salvándola de la quiebra (Ibáñez, 2013).

González (2016) afirma que los VE en el año 2016 tenían una tendencia creciente, pues la tecnología tras este tipo de vehículos ha evolucionado, básicamente en darles mayor autonomía, gracias a baterías con mayor capacidad. Las baterías en un VE, son lo que, en un vehículo a gasolina, sería el depósito del combustible; y su carga es lo que sustituye al carburante, esta energía se aprovecha mediante un motor que es el que lleva la energía a los ejes para su movimiento, sea para el eje delantero, trasero o un sistema de tracción total.

Con la finalidad de promover una producción que llegue a los 500.000 vehículos para el año en 2018, Tesla Motors, por ejemplo, busca el desarrollo de sistemas de producción cuya característica principal es la automatización avanzada (Tesla, 2017).

1.2. Tipos de vehículos eléctricos

Hace poco tiempo, los vehículos con mayor producción y que contaban con propulsión eléctrica son los HEV (Hybrid Electric Vehicles, por sus siglas en inglés), la característica de estos automóviles, se basa, en que tienen un motor a gasolina y un conjunto eléctrico compuesto por un generador, motor y baterías (Mateo, 2010). A los HEV se los encuentra de dos tipos:

- Híbrido paralelo.
- Híbrido serie.

Híbrido paralelo: Este tipo de vehículo es el que más ha sido empleado, los dos sistemas de propulsión que posee permiten el movimiento de las ruedas, el motor térmico puede desplazar el automóvil, además, se puede mover a través de un motor eléctrico. Ambos sistemas pueden colaborar para desplazar al vehículo. Con ello, se han identificado dos formas de utilizar este tipo de tecnología, la primera desde una autonomía eléctrica, que incluye el inicio de la marcha, supeditado a que el motor térmico sea su principal ejecutor y la electricidad sea su soporte según la disponibilidad de carga de las baterías de propulsión. Los HEV en paralelo pueden disponer de un cargador que puede ir conectado a la red casera o a una red especializada “*plug in*” (Autatastec, 2014).

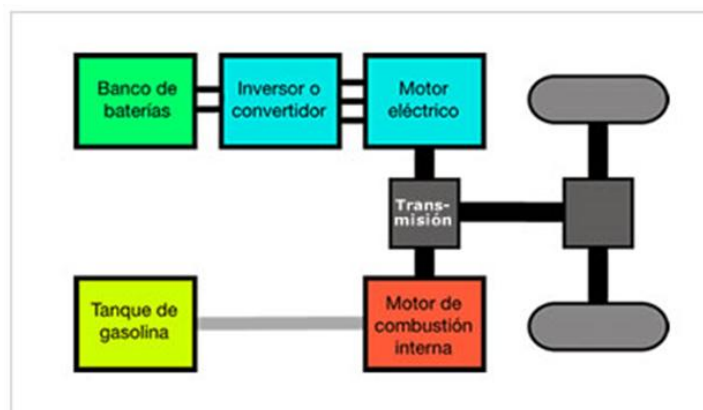


Figura 1.4: Esquema de funcionamiento HEV en paralelo (Dani).

Al respecto, se reflexiona que este tipo de tecnología usa básicamente la tracción eléctrica para mejorar la eficiencia energética del motor a combustión interna, se consigue

utilizando el motor a gasolina en los sistemas de giro en los que tiene mayor rendimiento, el conjunto eléctrico gestiona la energía sobrante o faltante, es decir, la tracción eléctrica sirve para dar movimiento al automóvil, almacenar energía en bajadas y frenadas, otorgando al motor térmico un funcionamiento óptimo.

Híbridos serie: En esta tecnología, solo la parte eléctrica da tracción, el motor a combustión se usa para crear electricidad. Es decir, utilizan un motor a gasolina para recargar las baterías que alimentan el motor eléctrico con ello, el motor de combustión interna solo funciona en su punto óptimo y el motor eléctrico es el que mueve al vehículo.

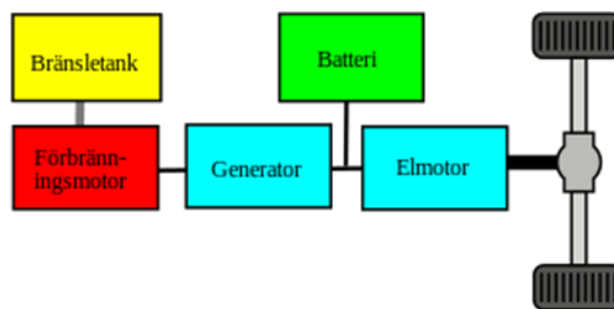


Figura 1.5: Cadena cinemática vehículo híbrido en serie (Dani).

Clasificación de los vehículos de accionamiento eléctrico: Este tipo de automóviles tienen como principal fuente de energía a la electricidad, cuya implementación en algunos casos es útil para mejorar la eficiencia de los diseños vehiculares convencionales. Se dividen en tres categorías:

- Hybrid Electric Vehicle (HEV).
- Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV).
- Electric Vehicle (EV).

Todos ellos tienen un reto enorme ligado a la disminución del uso de combustibles fósiles como: el petróleo y gas licuado de petróleo y su consecuente emisión de gases.

Los PHEV comúnmente conocidos como vehículos eléctricos de autonomía extendida, requieren de baterías para impulsar un motor eléctrico y utilizan otro combustible como lo es la gasolina para impulsar un motor de combustión interna. Estos automóviles pueden



conectarse a la red eléctrica para cargar las baterías, a la vez, se pueden también cargar mediante un motor de combustión interna y de frenado regenerativo (ENERGY, 2015).

Los vehículos híbridos enchufables, disponen de baterías más grandes que los HEV. Permitiendo un desplazamiento con electricidad autónoma de entre 16 y 65 kilómetros, pudiendo ser más el desplazamiento dependiendo del modelo y de carga ligera. Es importante señalar que, mientras la batería este cargada, el modelo PHEV funciona de manera eléctrica gracias a la energía que almacena su batería cuando es utilizado en zonas urbanas. Asimismo, el motor de combustión interna se encargará de impulsar el automóvil cuando la batería carezca de energía, cuando sea necesaria una aceleración rápida a altas velocidades o cuando el usuario necesite activar la calefacción.

Los PHEV cuando funcionan solo con la batería no emiten gases, aun cuando el motor a gasolina esté en funcionamiento, teniendo como característica la de tener menor consumo de gasolina y emitir menos gases contaminantes. Con respecto, al consumo de gasolina esto dependerá de la distancia recorrida entre una carga y la siguiente (ENERGY, 2015).

Electric Vehicles (EV): Estos automóviles utilizan baterías para almacenar la energía eléctrica que impulsa a uno o más motores. Las mismas se cargan al conectarse a las redes eléctricas. Los EV también tienen la opción de cargarse a través de un frenado regenerativo, no disponen de un motor de combustión interna, razón por la cual no emiten gases de escape a pesar de ello, existen emisiones que se las calcula durante el conocido ciclo de vida, que están implícitos en la mayoría de los sistemas de producción de electricidad (ENERGY, 2015).

Para ENERGY (2015) la autonomía de este tipo de vehículos es menor que la de los automóviles convencionales por cada tanque de gasolina, su autonomía va entre 112 y 145 kilómetros con una batería totalmente cargada, dependiendo del modelo, la misma, puede ser mayor. Entre los factores asociados que inciden en la autonomía son: los hábitos de manejo, la temperatura ambiente puede reducirla puesto que, la energía de la batería debe alimentar los sistemas de acondicionamiento, además de impulsar el motor.



Figura 1.6: Vehículo totalmente eléctrico (*Dreamstime*)

La mayoría de las fábricas automotrices orientan su producción a modelos HEV, PHEV y EV de carga liviana.

1.3. Tipos de baterías de los vehículos eléctricos

La batería es uno de los componentes más importantes de los vehículos eléctricos puesto que la autonomía y el valor en el mercado del automóvil dependen de la tipología y las dimensiones de la misma. La batería almacena electricidad a través de sustancias electroquímicas, y una eficiencia que se acerca al 100 % (Electromovilidad, 2017).

Entre los principales parámetros a tener en cuenta en una batería diseñada para vehículos eléctricos, se tienen los presentados en la siguiente tabla:

Tabla 1.1: Parámetros elementales de la batería (*Electromovilidad, 2017*) y (*Renault.es, 2017*)

Parámetro	Definición	Unidad de medida / Rango Normal
Densidad energética	Es la energía que puede suministrar la batería por cada kg, es decir, es cantidad de energía que es capaz de almacenar una batería en relación a su peso. Cuanto mayor sea su medida mayor será la autonomía que tendrá el vehículo.	Wh/kg Las baterías para coche eléctrico de última generación tienen una densidad de 100 a 150 Wh/Kg.
Potencia	Es la capacidad de proporcionar potencia (amperaje máximo) en el proceso de descarga. A mayor potencia mejores prestaciones para el vehículo eléctrico.	Wh/kg
Eficiencia	Es el rendimiento de la batería, la energía que realmente aprovecha.	Porcentaje (%)
Costo	Valor de mercado.	USD / EUR / etc.
Ciclo de vida	Ciclos completos de carga y descarga que soporta la batería antes de ser sustituida. Cuantos más ciclos mejor, ya que será más duradera.	Número de Cargas

1.4. Sistemas de carga de los vehículos eléctricos

La infraestructura de recarga es uno de los aspectos clave de ventas, referidos habitualmente por los usuarios que desean adquirir un vehículo eléctrico, a pesar de que la mayoría de los conductores recargan sus vehículos en casa (Nava, 2017). Uno de los principales desconocimientos sobre el coche eléctrico tiene que ver con su recarga, particularmente por la falta de difusión y que la recarga pública todavía no está desarrollada, incluso en los países europeos donde existe una mayor construcción y promoción del automóvil eléctrico. Sin embargo, existe la posibilidad de realizar la instalación del sistema de recarga en la vivienda con un contador de consumo especial, lo cual representa un impacto en costo; en los países pertenecientes a la European Economic Community (EEC) se calcula que, una buena aproximación, podría ser de entre 1000 y 1600 Euros, es decir, entre unos 1186 USD y 1900 USD, dependiendo de la obra necesaria para la instalación (MotorPasion, 2016).



Figura 1.7: Sistema de recarga para VE en vivienda (*MotorPasion, 2016*)

En los países donde se promueve el uso de los vehículos eléctricos, se ha desarrollado paulatinamente un sistema de electrolineras, las cuales son espacios de carga rápida para vehículos eléctricos, las cuales pueden depender del sistema eléctrico interconectado público o de sistemas alternativos sostenibles, tales como los paneles solares (*Electrolineras Sostenibles S.L., 2017*).



Figura 1.8: Electrolineras de carga con paneles solares (*Electrolineras Sostenibles S.L.*)

En Segovia, España, se realizó la instalación de la primera electrolinera sostenible, construida con 90 módulos solares, una estructura metálica de cinco metros de altura y ocho surtidores componen esta electrolinera que permiten cargar hasta veinte vehículos de forma simultánea, siendo reconocida como la primera totalmente sostenible, con una inversión de 160000 euros (190000 USD) (*Autosae, 2017*).



Figura 1.9: Conexión entre vehículo eléctrico y estación de carga, (Blanco Jiménez).

1.5. Ventajas y desventajas del uso de vehículos eléctricos frente a los autos de combustión interna

Las ventajas de los automóviles eléctricos con respecto a los convencionales (motor de combustión interna), se fundamentan en que se puede recuperar energía cinética en el frenado y energía potencial cuando se recorren caminos con pendientes. Esta característica, lleva a que el uso de VE sea una opción para minimizar los efectos negativos relacionados a la transportación de las personas, como son: la contaminación del entorno, el calentamiento global y la reducción en la disponibilidad de combustibles fósiles todo ello, sin descuidar los efectos sociales y económicos (Durán, Gudiño, Charre, & Alcalá, 2014).

Según González (2016), las ventajas mecánicas de los VE versus los de combustión interna, se fundamenta en que el 90 % de la energía que consumen se convierte en movimiento, suponiendo una eficiencia mayor con respecto a los autos a gasolina y también frente a los híbridos. Otra característica, es que su par de motor ofrece una curva casi plana considerando la misma potencia al inicio de la aceleración hasta que esté al fondo. Por otra parte, reducen notablemente los costos de mantenimiento, porque, tienen menos piezas móviles en su estructura y en cuanto a su beneficio, la mayoría está supeditada por las propias baterías, que son aspectos que determinan su autonomía.

El sector público de los Estados Unidos de América, ha desempeñado un papel clave en el desarrollo del mercado de vehículos eléctricos. A principios de 2017, existían 28 programas en el ámbito federal de este país, en los cuales se abordan distintos aspectos



relacionados con los vehículos eléctricos tales como el transporte público, infraestructuras para recarga, la fabricación de equipos y flotas federales (Nava, 2017).

Según Gómez (2015), el uso de la energía puede ser considerado como sostenible siempre y cuando sus beneficios sean dirigidos a los pilares del desarrollo sustentable como lo es la economía, el ambiente y la sociedad. En opinión de Ovidio Espínola, citado por Gómez (2015), al poner en circulación un mayor número de vehículos eléctricos, los cuales no emiten gases nocivos para el medio ambiente, se minimizará masivamente el empleo de hidrocarburos provenientes del petróleo, que se presentan como altamente contaminantes y no renovables.



CAPÍTULO II

VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN LA CIUDAD DE LOJA

2.1. El sistema de transporte público en la ciudad de Loja

La ciudad de Loja se encuentra al extremo sur del Ecuador, pertenece a la provincia que lleva el mismo nombre y es considerada la capital cultural del país, debido a sus grandes aportes en las artes musicales y por su arquitectura. Se encuentra a una altitud de 2060 metros sobre el nivel del mar y posee un clima temperado-ecuatorial subhúmedo con un promedio de 17 °C durante el día. Las coordenadas geográficas corresponden a 3°59'26"S 79°12'18"O. Sus actividades comerciales se centran en la agricultura, ganadería y educación.

La ciudad de Loja tiene una conformación urbana lineal, tiene un valor mayor en lo referente a la longitud que en anchura. De acuerdo a esto, en la ciudad se determinó dos corredores principales para la distribución del sistema de transporte público. Estas vías van paralelas al río Malacatos y al río Zamora respectivamente. Según los estudios realizados por el Gobierno autónomo descentralizado (GAD) Municipal durante el año 2005, un 45 % de la totalidad de la población utiliza el transporte urbano en la ciudad. Asimismo, desde 1995 hasta el 2005 el parque automotor de la ciudad creció en un porcentaje de 237 %. Si bien es cierto que el crecimiento del parque automotor privado disminuye el uso del transporte público, esto genera consecuencias ambientales (Programa de las naciones unidas para el medio ambiente, 2007).

En este sentido, la movilidad representa uno de los servicios de mayor uso, ya sea mediante diferentes medios o sistemas de transporte como el automóvil, transporte público, o incluso caminando todo con la finalidad de desplazarse de un lugar a otro (Ecologistasenaccion, 2007).

De esta forma, se identifica que el objetivo inicial del transporte es facilitar la accesibilidad a determinadas zonas para satisfacer una necesidad mediante diferentes medios de transporte; sin embargo, existen algunos factores que intervienen en la transportación, por ejemplo: el incremento poblacional. De acuerdo con el último censo

poblacional realizado en la ciudad de Loja, se ha identificado una población de 214.855 habitantes, en donde la Población Económicamente Activa es de 91.978 personas (INEC, 2011).

Según análisis previos al Plan de Movilidad del Cantón de Loja elaborado por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja (2012), la competencia del transporte público y colectivo se encuentra a cargo de la unidad municipal terminal terrestre, que a la vez conglomerada a 13 entidades que brindan transporte inter parroquial, inter-cantonal, interprovincial e internacional, siempre y cuando tengan su punto de partida en esta ciudad. El plan tiene entre sus objetivos principales el propiciar las condiciones necesarias para la mejora de la calidad de vida de la población a través de un sistema de transporte público que ofrezca las condiciones de movilidad responsable requeridas.

Para el año 2012, el Cantón de Loja contaba con un total de 33.374 vehículos de todas las clasificaciones. Según registros de la Unidad Municipal de Tránsito, Transporte Terrestre y Seguridad Vial (UMTTTSV), en el año 2012, el transporte público estaba cubierto por un total de 2.481 vehículos, de los cuales se destaca que el 48,8 % son taxis convencionales y un 18,4 % son taxis ejecutivos, por lo tanto, solo el sector de taxis abarca un 67,2 %, es decir, 2 de cada 3 unidades de transporte público en el Cantón Loja son taxis.

La Figura 2.1 muestra la distribución de la oferta de transporte público del Cantón Loja:

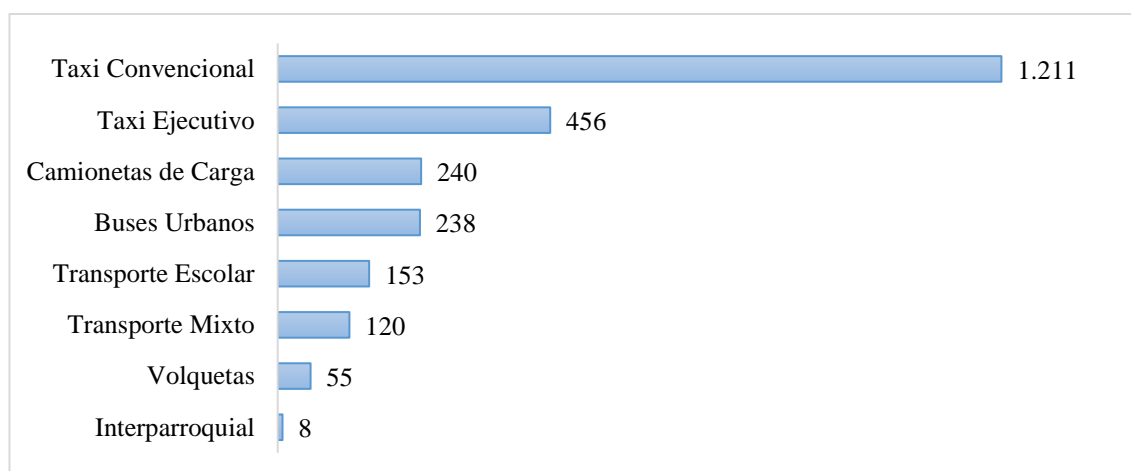


Figura 2.1: Oferta de transporte público, Cantón Loja años 2012 (*Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja*)

2.2. Incentivos para el uso de los autos eléctricos

Los incentivos como reducción de aranceles a VE, facilidades de pago en cuanto a la energía consumida y exoneraciones para transportistas públicos que ocupen este tipo de vehículos, tienen por finalidad promover la adquisición y uso de VE. Los incentivos se encuentran fundamentados en políticas públicas que los países, interesados en reducir las emisiones de gases contaminantes, diseñan para disminuir el impacto ambiental causado por las unidades de transporte basadas en carburantes (Observatorio Tecnológico de la Energía, España, 2012).

Entre los casos más recientes de apoyo al transporte sustentable se tiene el proyecto Sistemas Integrados de Recarga de Vehículo Eléctrico (SIRVE), de España, el cual forma parte de una iniciativa financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad para promover el despliegue del vehículo eléctrico (Híbridos y Eléctricos, 2015).



Figura 2.2: Estación de carga para vehículos eléctricos (*Híbridos y Eléctricos*)

Respecto a América Latina, en México se han dado avances en materia de promoción del uso de vehículos eléctricos, puesto que se ha presentado un compromiso eficiente en cuanto a la participación de gobiernos y empresas privadas para promocionar y promover el uso de tecnologías amigables con el medio ambiente. De esta forma se han generado incentivos, campañas de promoción y tarifas eléctricas reducidas, fomentando el uso de vehículos eléctricos (ChargeNow, 2017).



A continuación, se presenta la lista de incentivos al uso de energía limpia para la transportación en México:

Tabla 2.1: Lista de incentivos para promover el uso de autos eléctricos en México (Freddy León - Máximo Salinas)

INCENTIVOS	DETALLE
Incentivos federales	Exención del Impuesto ISAN
	Apoyos CFE
Incentivos estatales	Exención del Pago de la Tenencia
	Exención de la Verificación Ambiental
	Engomado E (para identificar a los vehículos eléctricos)
	Placas Verdes
	Estacionamientos Preferentes
Incentivos en el pago de energía consumida	Tarifa diferenciada en el pago de energía en domicilio por parte de la CFE

En el contexto nacional, de acuerdo con información del Ministerio Coordinador de la Producción (MCPEC), los usuarios que adquieran autos eléctricos tendrán 0 % de arancel para la importación de los modelos cuyo valor sea menor a USD 40.000; así mismo, no pagarán IVA e ICE los carros eléctricos cuyo precio de venta al público sea inferior a USD 35.000. Otros incentivos, considerados por el MCPEC, se refieren a que los consumidores de este tipo de vehículos accederán a una tarifa diferenciada en el costo de la energía eléctrica, a través de un medidor exclusivo (Araujo, 2015). En el Anexo 2.1 se puede visualizar el pliego tarifario, aprobado por la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL) del 1 de enero del 2018 hasta el 31 de diciembre del 2018.

2.3. Rentabilidad del uso de los autos eléctricos

Múltiples análisis respecto a la rentabilidad de los VE se han presentado durante los últimos años, con el fin de evaluar la evolución de esta industria en función de la accesibilidad por parte de los usuarios.

En opinión de Sanz (2015), Europa se muestra mucho más respetuosa con el medio ambiente, a través de regulaciones más exigentes, las cuales se puede definir en dos grupos: aquellas que tienden al desarrollo de diseños urbanísticos que minimicen las



necesidades de movilidad de los ciudadanos y las que incentivan formas o modalidades de transporte sostenibles y sustentables como el transporte público o la bicicleta.

En cuanto al nivel de rentabilidad del uso del VE, según el informe presentado por la empresa investigadora “*McKinsey*”, se señala que se necesitarán entre dos y tres ciclos evolutivos de las baterías para que aumenten la rentabilidad del automóvil eléctrico, algo que ocurrirá entre los años 2025 a 2030; a pesar de que el costo del kWh (Kilovatios por Hora) de baterías de ion-litio con electrólito líquido han descendido de \$1000/kWh (Kilovatios por Hora) en 2010 a \$227/kWh (Kilovatios por Hora) en 2016 (Movilidadeléctrica, 2017).

En cuanto a la rentabilidad económica del sistema eléctrico, que en principio será el soporte del cambio a una movilidad sustentable, es necesario destacar que las autoridades deben poseer conocimientos y competencias en materia de electricidad y ambiente, con la finalidad de realizar estudios, profundos, integrales y efectivos respecto al impacto que los sistemas mencionados tendrán en la oferta de energía eléctrica para los VE. En ese sentido, se plantea la necesidad de realizar un examen riguroso de las capacidades del Sistema Eléctrico Nacional, así como el regional, que permita estimar el nivel de afectación sobre el sistema debido a la nueva demanda para los VE y, además, se ofrezcan las soluciones pertinentes en función de la promoción de políticas públicas orientadas al uso de energías limpias y renovables.

En países como España, por ejemplo, la instalación de un punto de servicio de electrolinera, para un punto de recarga de 50 kilovatios, requiere de un desembolso de 4000 Euros, en promedio; en los puntos de recarga rápida, los cuales tienen una potencia media de 350 kilovatios, el costo es mucho mayor, cercano a los 20000 Euros. Sin embargo, se prevé que la amortización de esta inversión se vuelve difícil considerando el bajo nivel del parque automovilístico (Navas, 2016).



2.4. Expectativas para la sostenibilidad del servicio de autos eléctricos en la transportación pública de Loja

El concepto de movilidad sostenible nació a partir de la preocupación global acerca del deterioro del medio ambiente y las inequidades sociales ocasionados por el uso masivo del vehículo como medio de transporte para particulares (Observatorio Tecnológico de la Energía, España, 2012). Es por ello, que, para las entidades de planificación y decisión gubernamental, interesadas en el uso y desarrollo de energías renovables y sostenibles que contribuyan a la reducción del impacto ambiental, es de suma importancia el análisis de la viabilidad física y económica del uso de vehículos eléctricos en el sistema de transporte público y, posteriormente, para la promoción del uso de VE particulares.

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2013), en materia de movilidad se debe buscar favorecer la integración de políticas y normativas involucrando, además, la participación de actores públicos y privados vinculados al transporte, mediante mecanismos efectivos y participativos de toma de decisiones.

En este sentido, las políticas para impulsar la movilidad sostenible se centran en los siguientes objetivos (CEPAL, 2013):

- Configurar un modelo de transporte más eficiente para mejorar la competitividad del sistema productivo.
- Mejorar la integración social de los ciudadanos, proporcionando accesibilidad a todos los ciudadanos.
- Incrementar la calidad de vida de los ciudadanos.
- No comprometer las condiciones de salud de los ciudadanos.
- Aportar más seguridad en los desplazamientos.

Para tal efecto, la implementación de un sistema de transporte público sostenible precisa las siguientes evaluaciones: el avance tecnológico de los medios de transporte y la distancia total recorrida por cada uno de ellos; las repercusiones de la construcción, uso y mantenimiento de infraestructuras para las distintas modalidades; y el suministro y uso de instalaciones de transporte y energía (Parlamento Europeo, 2010).

En consecuencia, para la transición de un sistema de transporte público contaminante hacia uno basado en energía limpia, sin emisiones contaminantes, en las ciudades ecuatorianas se deben llevar a cabo diversas investigaciones y valoraciones sobre la viabilidad y sostenibilidad del sistema, de manera que se evite la pérdida de recursos, se minimicen los impactos que dicha implementación pueda causar y se optimice la protección al sistema eléctrico, con el fin de garantizar la durabilidad del servicio.

De acuerdo a lo redactado por Diario El Telégrafo (2017), la empresa china Build Your Dreams Electric Motors (BYD) está realizando las gestiones para implementar una planta de buses eléctricos en el Ecuador, con una inversión inicial de 60 millones USD. Adicionalmente, BYD E Motors ya ha suministrado un total de 30 vehículos a miembros de la cooperativa Ecotaxi, en la ciudad de Loja, convirtiéndose en la urbe con la segunda flota de taxis eléctricos más grande de Sudamérica, después de Bogotá; los mismos son parte de una política pública del Cabildo y que fueron asignados mediante créditos de la Corporación Financiera Nacional (CFN) en favor del desarrollo y promoción del uso de energía limpia y renovable. Los vehículos tienen una autonomía de hasta 300 kilómetros de recorrido y pueden circular a una velocidad máxima de 130 kilómetros por hora.



Figura 2.3: Bus eléctrico en fase de prueba en Loja (sur andino), (*Andes.info.ec*).



Figura 2.4 Auto eléctrico de la cooperativa ECOTAXI de la ciudad de Loja, (El Telégrafo, 2017).

2.5. Análisis de los requerimientos energéticos en el Sistema Eléctrico Ecuatoriano

2.5.1 Plan maestro de Electrificación

En el Plan Maestro de Electrificación 2016-2025 en primer lugar se expone que con base a los objetivos nacionales de desarrollo y del Buen Vivir, la energía eléctrica se presenta como uno de los ejes sustanciales para el abastecimiento, dinamización y optimización de los servicios públicos, así como la mejora de los procesos industriales, comerciales y residenciales del estado ecuatoriano. En este sentido, el plan nacional tiene por objetivo primordial aprovechar el potencial energético del país, fundamentado en el empleo de recursos renovables, implementado políticas orientadas a la eficiencia y ahorro de energía sin descuidar la cobertura, calidad y seguridad. Asimismo, el plan busca mejorar el desarrollo del país mediante la inclusión de tecnologías que empleen los recursos de una manera eficiente, económica y amigable con el medio ambiente, todo esto con la finalidad de implementar un sistema inteligente y sostenible para la población (CELEC, 2017).



El objetivo general del plan es exponer un estudio de proyección acerca de la demanda que tendrá el país para el período de años 2016-2025 sustentado en datos históricos, políticas, información económica, demográfica y tecnológica. Asimismo, plantea objetivos específicos, entre los cuales se tiene a:

- Determinar la información histórica de los usuarios del sistema eléctrico interconectado, así como los factores que influyen en el crecimiento de la demanda energética, relacionándola con variables macroeconómicas y demográficas.
- Exponer una proyección de potencia, usuarios, y la energía producida para las empresas que distribuyen la misma.
- Determinar el impacto que tiene la demanda y la carga de los diferentes proyectos estatales en la red.
- Socializar el estudio de la demanda y las variaciones de potencia y energía que se han presentado en el estudio.

Dichos objetivos están enmarcados en la Constitución de la República del Ecuador del 2008, así como en el Plan Nacional para el Buen Vivir y la Agenda Sectorial de los Sectores Estratégicos por lo que el plan, en efecto, genera nuevas políticas que consideran aspectos como: las realidades y políticas de todos los sectores de la economía, el crecimiento tendencial de la población y del consumo, los proyectos de expansión en los sectores productivos del Estado, el desarrollo de megaproyectos, articulación entre el sector eléctrico y el sector petrolero, el desarrollo de los proyectos emblemáticos y, como factor de control, considerar los niveles mínimos de reserva para garantizar el abastecimiento interno, todo en pro de la expansión de la transmisión y distribución de la energía eléctrica.

Entre los proyectos de desarrollo considerados en el plan de expansión, que demandarán importantes cargas en el sistema, se encuentran:

- Proyectos mineros.
- Petroquímica.



- Transporte.
- Sistemas petroleros aislados.
- Refinería del Pacífico.
- Industrias básicas.
- Cambio de la matriz energética productiva del país.
- Migración de consumos de gas licuado de petróleo y derivados, a electricidad.

Según lo planteado anteriormente, el plan contempla el transporte dentro de sus objetivos por lo que en el análisis de la demanda se tendrá en cuenta la implementación de estaciones de recarga para vehículos eléctricos o híbridos.

2.5.2 Experiencias en el sitio

La ciudad de Loja se ha presentado como una de las pioneras en la implementación de un servicio de transporte público eléctrico, teniendo como finalidad la puesta en marcha de proyectos que sean amigables con el ambiente. Para lograr este objetivo, la alcaldía de la ciudad aprobó 50 cupos adicionales para el funcionamiento de taxis eléctricos. La cooperativa conformada por este tipo de vehículos asumió el nombre de “ECO Taxi”. El financiamiento para la adquisición del vehículo eléctrico fue realizado a través de la CFN, la cual brindó el apoyo y los créditos necesarios para que los conductores puedan acceder a los autos. Una de las marcas que tuvo mayor aceptación por parte de los usuarios fue BYD, que proporcionó 30 de los 48 taxis que se encuentran circulando por la ciudad de Loja; el número restante, pertenece a la compañía KIA motors (Alvarado, 2017). La empresa BYD E Motors, cuya matriz central se ubica en Shenzhen, China, es una de las mayores distribuidoras de autos eléctricos en el mundo, teniendo sucursales en los cinco continentes y un promedio de 180 mil empleados repartidos alrededor del mundo; durante el año 2016 había vendido 165 mil autos eléctricos. Además, BYD E Motors, entregó al Gobierno Autónomo Descentralizado de Loja 3 electrolinerías de carga rápida, que tienen una capacidad de 380 voltios y 40 kilovatios cada una (VEC, 2017).

El proyecto que ha puesto en marcha el Gobierno Autónomo Descentralizado de Loja, encaja dentro del proyecto nacional de cambio de matriz productiva mediante la



diversificación. Es en el apartado de la infraestructura nacional en donde se explícita que la inversión pública debe ser destinada a la educación básica, desarrollo científico, conectividad, telecomunicaciones, carreteras y sobre todo en lo que respecta a la energía renovable que sea sostenible a largo plazo (SENPLADES, 2012).

De esta forma, con la implementación de una cooperativa de taxis eléctricos, surge la necesidad de llevar a cabo mejoras en el sistema de distribución de energía para brindar las facilidades requeridas para el correcto funcionamiento de estos vehículos.

La ciudad cuenta actualmente con un total de 48 vehículos y una sola electrolinera disponible para las jornadas laborales de los taxistas. Esta ha sido ubicada en la Avenida Emiliano Ortega y calle Azuay. No obstante, no será la única de su tipo, ya que BYD E Motors en conjunto con la dirección de planificación y la unidad de tránsito se encuentran estudiando la posibilidad y viabilidad de implementar dos electrolineras en el terminal terrestre y en el parque lineal “La Tebaida”, sin embargo, uno de los puntos centrales para esta implementación es la obtención de los permisos emitidos por la empresa eléctrica, para lo cual se deben cumplir ciertos requisitos técnicos. Ante esto, la existencia temporal de una sola electrolinera puede generar un problema de abastecimiento durante el horario de trabajo de los conductores puesto que la mayoría carga sus vehículos en el hogar. Cabe mencionar que, cargar los vehículos en el domicilio puede resultar beneficioso para los conductores, ya que se acogen a las facilidades brindados por el Estado como es el valor de 5 a 10 centavos el kilovatio hora para la recarga; de acuerdo a esto, la necesidad de las electrolineras se presenta en momentos de emergencia o recarga rápida para cubrir largas distancias (Díaz, 2017). En efecto, el 90 % de los taxis eléctricos en Loja se recargan en los propios domicilios de sus propietarios, como se detalla en la sección 2.8.

2.6. Análisis de la demanda energética del sistema de distribución de Loja

2.6.1 Demanda energética Nacional

La producción de energía eléctrica en el Ecuador es uno de los ejes estratégicos para el desarrollo político, social y ambiental, por lo que el sistema debe brindar las garantías necesarias para suministrar energía eficientemente a todo el país. Con esto se busca



incrementar la participación de la generación hidroeléctrica, la cual es una de las principales fuentes de energía renovable. Esto tiene por finalidad, reducir la dependencia de otras fuentes como la generación termoeléctrica (CELEC, 2017).

El Ecuador en la actualidad se encuentra en uno de los mejores momentos en cuanto a la generación y distribución de energía se refiere. Mediante el plan maestro de electrificación año 2016-2025 se considera la demanda energética en relación al crecimiento poblacional y el consumo, la implementación de instituciones que requieren un alto nivel de demanda energética como lo es la refinería del pacífico, los sectores mineros y el proyecto de cambio de matriz energética del país. Dentro de este plan se contempla el cambio de transporte sustentado en combustible de petróleo hacia un transporte eléctrico. Mediante este plan, se busca ofrecer un abastecimiento de energía eléctrica que brinde condiciones de seguridad, calidad y confianza, mediante normativas técnicas, económicas, sociales, ambientales y administrativas. Todo esto inmerso en una visión centrada en el uso de recursos renovables que el país tiene a su disposición, para el desarrollo de proyectos energéticos de corto, mediano y largo plazo (CELEC, 2017).

En lo referente a la distribución, el plan tiene previsto realizar mejoras en la infraestructura encargada de suministrar la energía generada con lo que se busca una reducción sustancial de la pérdida de energía en esta etapa del proceso. Para lograr esto, es necesaria la tecnificación de las empresas eléctricas encargadas de la distribución de energía a las diferentes regiones del país, sin dejar a un lado la implementación de tecnologías adecuadas y actualizadas para cumplir dicho cometido. En este contexto se busca la eficiencia de la administración, una adecuada gestión económica y de talento humano y el principal cuidado del medio ambiente. Esto brinda al plan una perspectiva de sustentabilidad, además de contemplar todas las dimensiones de la sociedad, en lo social, económica y ambiental. Por otra parte, en lo referente a lo económico, el plan busca brindar un servicio equitativo en cuanto a las tarifas, las cuales deben ser equitativas para todos los usuarios del sistema (CELEC, 2017).

De acuerdo con el Plan Maestro de Electrificación 2007-2016 la demanda de energía presentó tres escenarios, menor, medio y mayor, que responden a la evolución de las



variables macroeconómicas y de los diferentes sectores del país. De esta manera, en el año 2007 la demanda de energía fue de 15000 GWh (Giga Vatio por hora), mientras que en el 2012 la demanda de energía a nivel nacional había llegado hasta 18.170 GWh (Giga Vatio por hora). Asimismo, para el 2016 la demanda de energía había alcanzado el valor de 23000 GWh.

En base a estos datos el plan maestro de electrificación año 2016-2025, mediante modelos econométricos y variables como el Producto Interno Bruto (PIB) y el crecimiento poblacional del país, realiza estimaciones acerca de la demanda energética desde el 2016 al 2025. Así, en el sector residencial con un ritmo de crecimiento de 2.5 %, la demanda de energía en el período 2016-2025 alcanzará los 9497 GWh (Giga Vatio por hora). En el sector comercial la demanda de energía alcanza 5872 GWh (Giga Vatio por hora) con un crecimiento del sector del 3.99 %. En el sector industrial, con un crecimiento del 4.3 % la estimación de la demanda energética se ubica en el valor de 10375 GWh (Giga Vatio por hora). En cuanto al alumbrado público, la demanda de energía ascienda a 1310 GWh (Giga Vatio por hora). Esto da como resultado una demanda de energía nacional de 27054 GWh (Giga Vatio por hora) para el año 2025.

2.6.2 Demanda energética local

En la ciudad de Loja gracias a la generación de políticas públicas y medio ambientales se ha buscado implementar sistemas alternativos de transporte, fundamentados en la oferta energética que puede brindar el país. Si bien es cierto, la demanda por parte de los vehículos eléctricos en la ciudad es baja debido a la reducida cantidad que existe en esta localidad, en un contexto ideal, se busca la generalización del uso de automóviles eléctricos en la ciudad, lo cual tendrá repercusiones sociales y económicas para la localidad.

De esta forma, la implementación de autos eléctricos en una ciudad conlleva la necesidad de un estudio que demuestre que las redes de distribución de energía son las adecuadas, además de revelar si la infraestructura eléctrica cumple con los requisitos para ofrecer un servicio eficiente de carga diaria para este tipo de automóviles.



En este contexto, de acuerdo a la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica, corresponde a las empresas distribuidoras la actividad de distribución y comercialización, expansión, mejoras de su sistema eléctrico bajo los lineamientos de los organismos de control del sector eléctrico.

Para establecer la demanda energética de la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A., se debe considerar el crecimiento de los clientes de acuerdo a las particularidades de cada categoría, lo que determina que método, variables o criterios se debe utilizar para dicha proyección; así se tiene:

Tabla 2.2 Proyección de clientes totales Empresa Eléctrica Regional Sur (PME 2013-2022)

Empresa	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
E.E. Sur	169.431	174.100	178.759	183.339	188.505	194.031	199.475	203.902	208.355	212.797	217.122
Crec. (%)	2,97	2,76	2,68	2,56	2,82	2,93	2,81	2,22	2,18	2,13	2,03

Para la estimación de la demanda y su proyección se deben analizar las variables históricas en relación a la cantidad de clientes y energía que cada grupo consume (residencial, comercial, industrial, alumbrado público, transporte) y con base a este comportamiento se debe elegir un método de estimación y proyección.

Con estas consideraciones se ha determinado el balance de energía para la Empresa Eléctrica Regional Sur:

Tabla 2.3 Balance de energía para la Empresa Eléctrica Regional del Sur (PME 2013-2022)

Concepto	Unidad	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Energía Disponible	GWh	296,7	307,9	319,1	330,7	343,0	355,8	368,1	380,2	392,6	406,0
Pérdidas Líneas AT	GWh	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2
Pe AT	%	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Venta AT	GWh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Energía Ingresada en MT	GWh	295,0	306,2	317,3	328,8	341,1	353,8	366,1	378,1	390,4	403,8
Pérdidas Líneas MT	GWh	6,8	6,9	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3	7,6	7,8	8,1
Pe MT	%	2,30	2,24	2,19	2,13	2,08	2,02	2,00	2,00	2,00	2,00
Venta MT	GWh	4,9	5,2	5,5	5,8	6,1	6,4	6,7	7,0	7,3	7,7
Energía Ingresada en TMB	GWh	283,3	294,1	304,9	316,1	328,0	340,3	352,1	363,5	375,3	388,0
Pe TMB	GWh	7,8	7,9	8,0	8,1	8,2	8,3	8,3	8,3	8,4	8,4
Pe TMB	%	2,76	2,70	2,63	2,56	2,50	2,43	2,36	2,30	2,23	2,16
Energía Ingresada en BT	GWh	275,5	286,2	296,9	308,0	319,8	332,1	343,8	355,2	366,9	379,6
Pe BT	GWh	8,4	8,5	8,5	8,5	8,6	8,6	8,5	8,2	8,0	7,7
Pe BT	%	3,05	2,95	2,86	2,77	2,68	2,59	2,46	2,32	2,17	2,02
Venta BT	GWh	237,3	247,5	257,6	268,1	279,3	290,9	302,4	313,6	325,2	337,8
Venta AP	GWh	26,8	27,2	27,6	28,0	28,5	29,0	29,3	29,5	29,8	30,1
Pérdidas No Técnicas	GWh	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,6	3,7	3,8	3,9	4,1

Para el caso de transporte se ha proyectado la incorporación de vehículos livianos al sistema eléctrico de la distribuidora, con el siguiente consumo a lo largo del periodo:

Tabla 2.4 Consumo eléctrico por introducción de vehículos eléctricos (PME 2013-2022)

Empresa	Unidad	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
E.E. Sur	MWh	111	111	111	111	111	111	111	111

Con el objetivo de cubrir la demanda proyectada, se han establecido planes de expansión y mejoras del sistema de distribución como el Plan de Mejoramiento de los Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica (PMD), Plan de Reducción de Pérdidas de Energía Eléctrica (PLANREP) y el Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal (FERUM), los mismos que anualmente se están ejecutando en diversas áreas de las empresas de distribución.

Tabla 2.5 Desglose anual de inversiones por programa para todos los distribuidores (PME 2013-2022)

PROGRAMA	2013 (MUS D)	2014 (MUS D)	2015 (MUS D)	2016 (MUS D)	2017 (MUS D)	2018 (MUS D)	2019 (MUS D)	2020 (MUS D)	2021 (MUS D)	2022 (MUS D)
FERUM	46,37	54,46	26,41	17,65	15,97	7,06	7,40	7,75	7,38	7,60
PMD	73,81	102,30	119,7	89,80	81,79	81,52	79,64	77,29	84,61	93,42
PLANREP	40,49	45,76	33,69	46,88	43,72	30,44	30,51	31,37	31,53	31,09
COCCIÓN	107,7	107,80	124,49	96,38	79,55	122,15	132,62	106,36	122,30	135,52
SOTERRAMIENTO	62,97	185,83	311,8	234,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	331,3	496,1	616,1	485,4	221,03	241,1	250,1	222,77	245,83	267,63

Tabla 2.6 Inversiones aprobadas para la Empresa Eléctrica Regional Sur (PME 2013-2022)

PLAN DE INVERSIÓN	2013 (MUSD)	2014 (MUSD)	2015 (MUSD)	2016 (MUSD)	2017 (MUSD)	2018 (MUSD)	2019 (MUSD)	2020 (MUSD)	2021 (MUSD)	2022 (MUSD)
PMD	5,90	0,00	2,73	0,33	0,33	0,31	0,00	0,34	1,24	2,11
FERUM	4,65	1,71	0,94	1,25	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PLANREP	5,00	0,84	0,00	0,00	2,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Totales	40,49	45,76	33,69	46,88	43,72	30,44	30,51	31,37	31,53	31,09

Dentro de las actividades a intervenir en el Plan de Expansión de Distribución tenemos las siguientes (PME 2013-2022):

- Adquisición e implementación de equipos de medición.
- Instalación y reposición de acometidas y medidores para clientes nuevos (Media Tensión y/o Baja Tensión).
- Reubicación de equipos de medición y/o acometidas (Media Tensión y/o Baja Tensión).
- Cambio de redes desnudas a pre ensambladas o anti hurto.
- Estudios relacionados a la planificación y operación de los Sistemas de Distribución.
- Instalación de transformadores nuevos.
- Reconfiguración y/o incremento de calibre del conductor en Media Tensión.
- Red nueva de expansión en Media Tensión.
- Redes nuevas en Baja Tensión.

- Remodelación de redes de Baja Tensión existentes.
- Reposición de transformadores.

2.7. Impactos en la red de distribución de Loja

El área de estudio la constituyó la Cooperativa “ECOTAXI” conformada por vehículos eléctricos que actualmente están funcionando en la ciudad de Loja; esta cuenta con 48 unidades eléctricas, cuyos propietarios viven en diferentes sectores de la ciudad e incluso en el cantón Catamayo ubicado a 36 km de Loja.

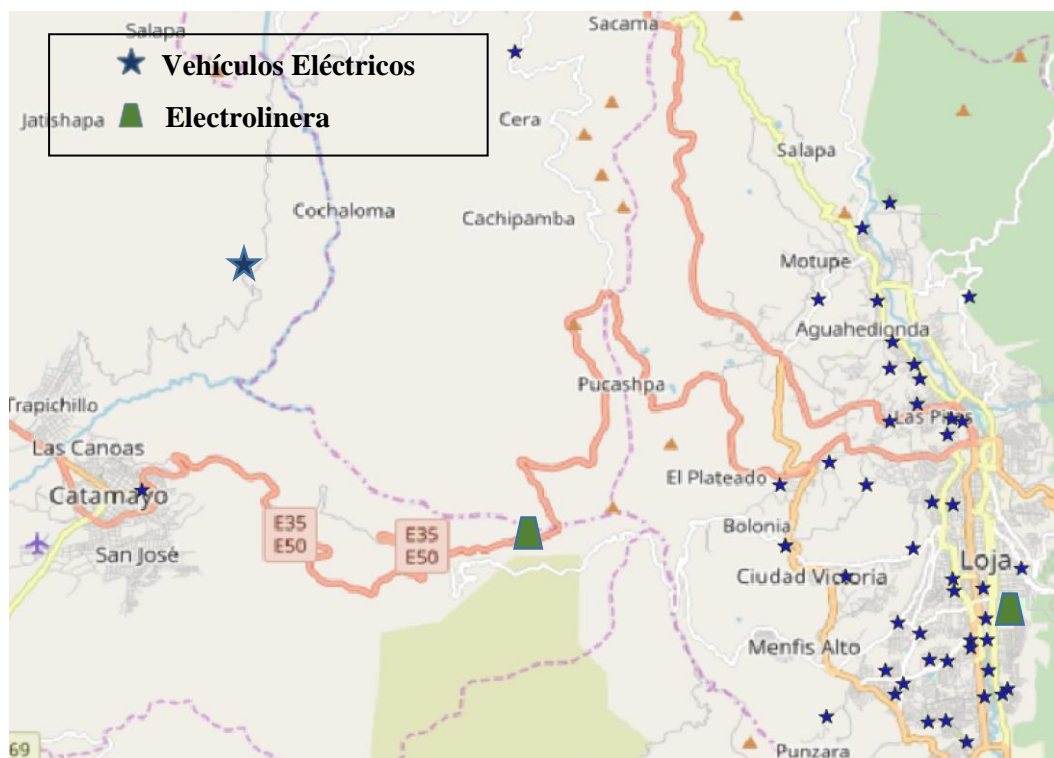


Figura 2.5: Ubicación geográfica de las residencias de los propietarios de Vehículos Eléctricos y Electrolinerías en la ciudad de Loja (Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A. – EERSSA)

Como se observa en la Figura 2.5 existe una gran dispersión de los hogares de los propietarios de los VE, razón por la cual, el análisis del impacto de la introducción de los vehículos, no se realizó a nivel de alimentadores primarios de distribución, por lo que, el estudio fundamenta la observación a nivel de transformadores de distribución, es decir a nivel del punto de carga de los VE.

Para las valoraciones técnicas se utilizó el programa de análisis de flujo de carga Electrical Power System Analysis Software (ETAP, versión 12.6), el que sirvió para determinar los flujos de carga y caídas de voltajes de los transformadores y redes que sirven a los puntos de cargas de los 48 VE. Adicionalmente, para la modelación de las redes eléctricas se estableció dos escenarios: el estado actual y el escenario para el cual se tenga un incremento de los VE en un 30 %.

La modelación se orienta con base a los criterios de las Normas Técnicas para el Diseño de Redes Eléctricas Urbanas y Rurales de la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A. (EERSSA), las cuales determinan la Demanda Máxima Unitaria (DMU), de acuerdo al área de los lotes y tipo de usuario, para el estudio se considera una DMU de 0,82 kVA (Kilo Voltio Amperio), con un factor del potencia de 95 % y con un 5 % de caída máxima calculada desde el transformador a la vivienda más alejada; y para los VE se estableció una potencia de 3,6 kVA (Kilo Voltio Amperio) con un factor de potencia del 85 %.

A continuación, se muestra el análisis para el transformador No. 11493

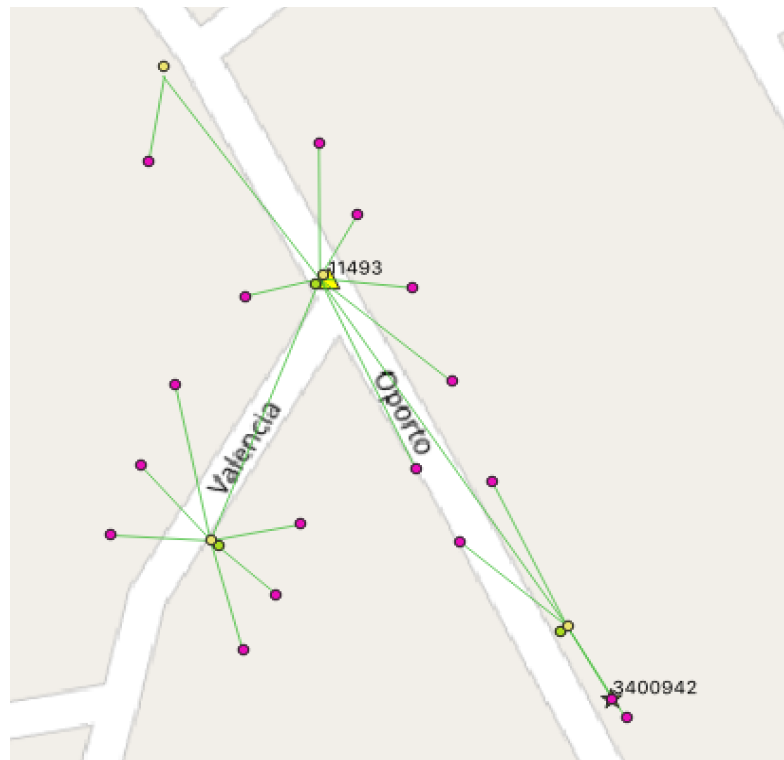


Figura 2.6: Ubicación geográfica del transformador No. 11493 y Cliente No. 3400942 (Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A. – EERSSA)

Para esta modelación, se registra en el programa Electrical Power System Analysis Software (ETAP, versión 12.6), los datos de las redes en el diagrama unifilar:

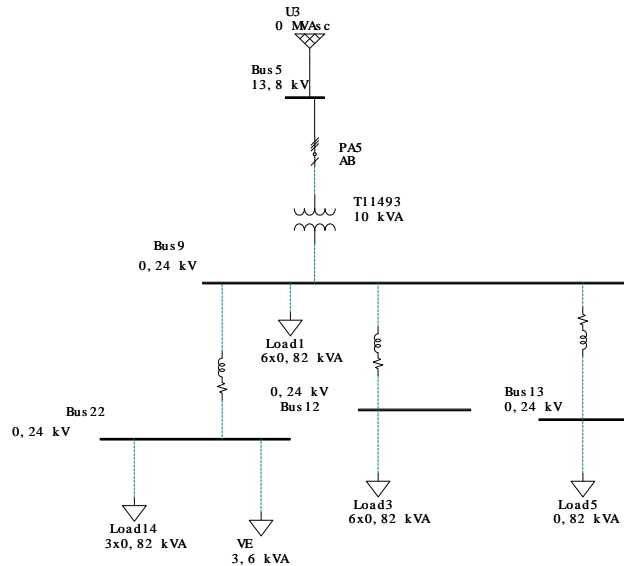


Figura 2.7: Diagrama unifilar del transformador No. 11493

La red de media tensión que abastecen los 47 transformadores es a 13.8 kV, existiendo 44 transformadores monofásicos y tres trifásicos.

Para la modelación se tomó como barra infinita la red de media tensión, con un voltaje de 13.8 kV (Kilo Voltio) desde la cual se insertó los diferentes transformadores con sus respectivos datos técnicos como la impedancia, parámetros de temperatura ambiente, entre otros. Las redes de baja tensión se modelaron para una configuración monofásica trifilar 120/240 V (Voltios), con neutro sólido a tierra, para un conductor número 2/0 American Wire Gauge (AWG) para las fases y 1/0 para el neutro, para el caso de los transformadores monofásicos y un sistema tetrafilar 120/208 V (Voltios) para los transformadores trifásicos.

Los voltajes nominales de las barras de baja tensión, por lo anteriormente citado, se estableció en 240 V (Voltios), adicionalmente se consideró que los transformadores tienen el tap en la posición “0”.

Una vez ingresado el diagrama unifilar se procedió con el análisis del flujo de carga del transformador, tanto para el estado actual, como para un incremento del 30 % de los VE. Los resultados se muestran a continuación:

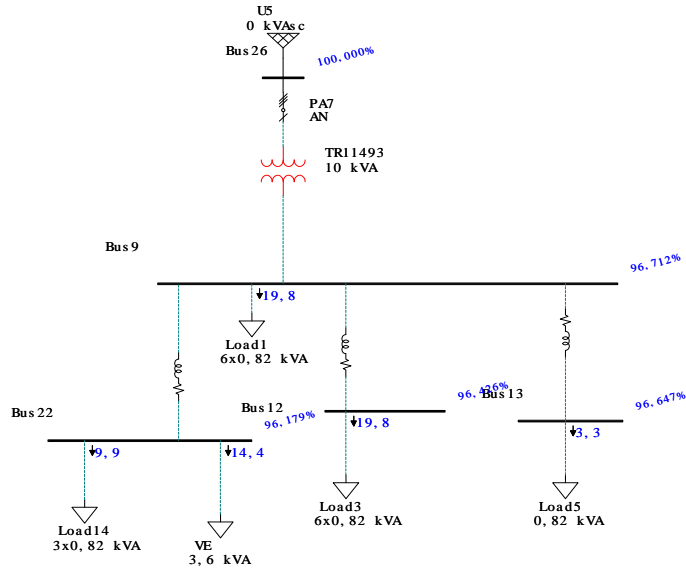


Figura 2.8: Flujo de carga del transformador No. 11493 – Estado Actual.

Con base a los resultados del flujo de carga se puede indicar, para la figura anterior, que todos los nodos o barras de la red de baja tensión del transformador No. 11493 están dentro del límite por caída de voltaje establecido, esto es menor que el 5 %.

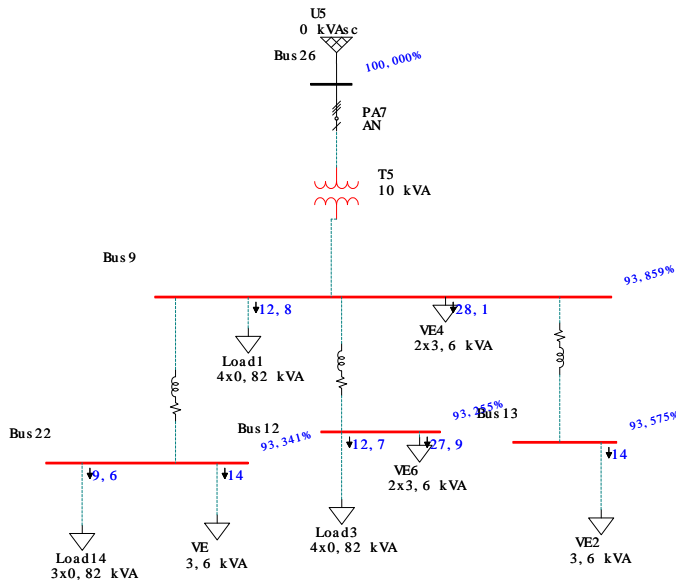


Figura 2.9: Flujo de carga del transformador No. 11493 – Incremento del 30 % de VE.



Como se puede observar en el diagrama anterior, todas las barras de la red de bajo voltaje presentan una caída de voltaje mayor al 5 % establecido, lo que implica una operación fuera de los rangos para un servicio de calidad, ya que se tiene un incremento en las pérdidas técnicas de energía, variaciones de voltajes, incremento de fallas en la red.

Para el caso del transformador No. 11493, un incremento del 30 % de los VE, representa una caída de voltaje del 6.75 % en el punto más lejano del transformador, lo cual, podría ser técnicamente manejable con la variación de los taps del transformador.

Este mismo análisis se realizó a los 47 transformadores que abastece a los puntos de carga en las viviendas de los propietarios de los VE; en los Anexos del 2.2 al 2.12, se muestran los flujos de carga de los 47 transformadores para los dos estados considerados, a continuación, la tabla 2.7 presenta dichos resultados.

Tabla 2.7: Caídas de voltaje de los 47 transformadores que alimentan a los VE.

ITEM	POTENCIA kVA	TRAFO ID	NUMERO DE ABONADOS	% CAIDA VOL ACTUAL EXTREMO DE RED	CUMPLE 5% MAX EXTREMO DE RED	% CAIDA VOL EXTREMO DE RED CON INCREMENTO 30% VE	CUMPLE 5% MAX EXTREMO DE RED
1	25	39	29	96,287	SI	92,703	NO
2	10	53	47	85,05	NO	74,271	NO
3	15	65	34	93,018	NO	86,986	NO
4	5	71	3	96,187	SI	94,203	NO
5	37,5	80	38	96,268	SI	93,74	NO
6	25	97	38	95,62	SI	94,481	NO
7	15	133	19	95,677	SI	93,365	NO
8	25	458	24	97,558	SI	95,291	SI
9	15	632	39	92,308	NO	86,08	NO
10	37,5	638	32	95,445	SI	91,042	NO
11	25	785	9	98,727	SI	97,965	SI
12	37,5	1425	78	92,004	NO	83,356	NO
13	25	1455	40	95,621	SI	92,588	NO
14	25	3779	24	96,97	SI	94,2	NO
15	37,5	4228	24	97,479	SI	95,411	SI
16	37,5	5983	30	97,467	SI	95,531	SI
17	37,5	6114	26	97,647	SI	95,268	SI
18	10	6715	26	94,697	NO	89,509	NO
19	25	6944	28	95,009	SI	90,381	NO
20	15	7158	24	93,108	NO	90,282	NO
21	25	7370	23	96,557	SI	92,838	NO
22	25	7501	41	94,835	NO	89,674	NO
23	25	7512	33	96,402	SI	91,536	NO
24	15	7937	61	89,475	NO	79,459	NO
25	25	8818	57	93,137	NO	84,83	NO
26	25	9328	52	94,031	NO	86,879	NO
27	15	9395	23	94,734	NO	89,775	NO
28	10	9935	13	96,331	SI	92,93	NO
30	25	10232	29	96,21	SI	92,65	NO
31	37,5	10422	40	96,073	SI	91,544	NO
32	10	11493	17	96,179	SI	93,255	NO
33	300	12395	1	100	SI	100	SI
34	15	13114	13	97,914	SI	96,329	SI
35	25	13342	22	96,787	SI	95,007	SI
36	37,5	13411	54	91,168	NO	84,127	NO
37	10	14176	20	95,34	SI	91,838	NO
38	37,5	16381	41	96,757	SI	93,317	NO
39	25	17370	43	94,234	NO	88,328	NO
40	37,5	18623	64	88,564	NO	79,676	NO
41	37,5	19878	33	97,3	SI	95,244	SI
42	37,5	19882	57	90,733	NO	85,482	NO
43	37,5	20779	23	97,949	SI	96,231	SI
44	25	20839	16	97,858	SI	97,179	SI
45	25	21116	29	95,675	SI	90,711	NO
46	45	338-0339-034	30	96,526	SI	94,154	NO
47	40	1083-16893	47	93,725	NO	88,582	NO

- El 64 % de los transformadores en el estado actual, cumplen con el criterio de que la vivienda más alejada del circuito eléctrico presenta una caída de voltaje menor al 5 % del voltaje nominal.
- Un 23 % de los transformadores estarían en la capacidad de abastecer, en condiciones normales al incremento del 30 % de los VE.
- Es necesario realizar una repotenciación de las redes de distribución en el 36 % de los transformadores para cumplir con la máxima caída de voltaje permitida en el extremo de la red en el estado actual y repotenciar el 77 % de las redes en el escenario de incremento de VE.
- Se observa transformadores que abastecen a un excesivo número de usuarios.

- En promedio, para la muestra considerada, el incremento en el 30 % de los VE inciden en un 4 % en las caídas de voltaje.

Adicionalmente, se realizó la modelación para los casos de incremento de los VE al 50 % y 100 % respecto a la cantidad de usuarios conectados a los diferentes transformadores analizados (Tabla 2.8).

Tabla 2.8 Caídas de voltaje de los 47 transformadores que alimentan a los VE, para los escenarios del 50 % y 100 % de incremento en los VE.

ITEM	POTENCIA kVA	TRAFO ID	NUMERO DE ABONADOS	% CAIDA VOL EXTREMO DE RED CON INCREMENTO 50% VE	CUMPLE 5% MAX EXTREMO DE RED	% CAIDA VOL EXTREMO DE RED CON INCREMENTO 100% VE	CUMPLE 5% MAX EXTREMO DE RED
1	25	39	29	90,708	NO	85,426	NO
2	10	53	47	65,325	NO	54,89	NO
3	15	65	34	82,863	NO	74,336	NO
4	5	71	3	91,519	NO	91,519	NO
5	37,5	80	38	91,315	NO	86,708	NO
6	25	97	38	90,158	NO	81,414	NO
7	15	133	19	91,622	NO	86,762	NO
8	25	458	24	93,659	NO	89,585	NO
9	15	632	39	82,284	NO	71,973	NO
10	37,5	638	32	88,727	NO	82,364	NO
11	25	785	9	97,889	SI	96,127	SI
12	37,5	1425	78	78,692	NO	70,566	NO
13	25	1455	40	90,867	NO	85,234	NO
14	25	3779	24	91,94	NO	88,173	NO
15	37,5	4228	24	94,103	NO	90,371	NO
16	37,5	5983	30	93,051	NO	91,052	NO
17	37,5	6114	26	93,383	NO	90,203	NO
18	10	6715	26	85,95	NO	78,039	NO
19	25	6944	28	87,79	NO	82,386	NO
28	10	9935	13	90,341	NO	86,571	NO
32	10	11493	17	91,48	NO	87,01	NO
34	15	13114	13	94,968	NO	92,379	NO
46	45	338-0339-034	30	92,194	NO	88,132	NO
47	40	1083-16893	47	84,883	NO	75,993	NO

Para los incrementos del 50 % y 100 % de los VE, de acuerdo a los datos de las simulaciones, se tiene que únicamente un transformador (transformador sobredimensionado) estaría en la capacidad asumir dichos incrementos de carga, para el resto de transformadores se debería realizar una reconfiguración de las redes de distribución, los que implicaría una división de circuitos de baja tensión, instalación de nuevos transformadores, cambio de conductores, es decir, ejecutar una repotenciación de redes existentes.

Por otra parte, a nivel de subestaciones y alimentadores primarios, se tiene que la ciudad de Loja está servida por cuatro subestaciones de distribución con los siguientes alimentadores primarios:

- Subestación Norte: posee cuatro alimentadores primarios, sirve especialmente a la zona industrial y rural norte de la ciudad de Loja.
- Subestación Obrapia: posee seis alimentadores primarios, sirve a la zona céntrica y occidental de la ciudad de Loja.
- Subestación San Cayetano: posee seis alimentadores primarios, sirve a la zona céntrica y oriental de la ciudad de Loja.
- Subestación Sur: posee tres alimentadores primarios, sirve a la zona sur de la ciudad de Loja.



Figura 2.10 Ubicación geográfica de las Subestaciones Eléctricas en la ciudad de Loja Empresa (Eléctrica Regional del Sur S.A. – EERSSA)

Para realizar el análisis del impacto de la introducción de los VE a nivel del alimentador primario, se procedió a seleccionar el primario denominado IV Centenario de la S/E Obrapia, el mismo que alimenta a un sector céntrico de la ciudad de Loja.

Debido a que no se tiene datos de la cargabilidad de los transformadores del alimentador primario en estudios previos, se procedió a calcular la Demanda Máxima de Diseño (DMD), con el número de usuarios y la carga de alumbrado público de cada transformador, para lo cual se utilizó las siguientes fórmulas:

$$\text{DMP} = \text{DMUp} * \text{N} * \text{FC}$$

Donde:

DMP = Demanda máxima proyectada en el punto dado (kVA).

DMUp = Demanda máxima unitaria proyectada 0,82 kVA para usuarios tipo “D”

N = Número de usuarios.

FC = Factor de coincidencia. Donde $\text{FC} = \text{N}^{-0.0944}$

$$\text{DMD} = \text{DMP} + \text{AP} + \text{Ce}$$

Donde:

DMD = Demanda máxima de Diseño (kVA).

AP = Carga de alumbrado público (kVA).

Ce = Cargas Especiales (puntuales) (kVA).

Con los valores de número de usuarios y la carga por alumbrado público se obtuvo los siguientes resultados para los transformadores del alimentador primario IV Centenario:

Tabla 2.10 Total de Transformadores de 10 kVA del alimentador primario IV Centenario

Potencia (kva)	Propiedad	Voltaje	Voltaje Secundario	SUMAPOTENCIA LUMINARIAS	TOTAL CLIENTES	DMP	FC	AP	DMD
10	EERSSA	7960	240	1250	28	16.76	0.73	1.39	18.15
10	EERSSA	7960	240	940	21	12.92	0.75	1.04	13.96
10	PARTICULAR	7960	240	0	1	0.82	1.00	-	0.82
10	PARTICULAR	7960	240	570	24	14.58	0.74	0.63	15.21
10	PARTICULAR	7960	240	300	18	11.24	0.76	0.33	11.57
10	EERSSA	7960	240	300	19	11.80	0.76	0.33	12.13
10	EERSSA	7960	240	690	27	16.22	0.73	0.77	16.99
10	EERSSA	7960	240	1230	45	25.76	0.70	1.37	27.13
10	EERSSA	7960	240	500	46	26.28	0.70	0.56	26.83
10	EERSSA	7960	240	1150	9	6.00	0.81	1.28	7.28
10	EERSSA	7960	240	1750	40	23.15	0.71	1.94	25.10
10	EERSSA	7960	240	1450	23	14.03	0.74	1.61	15.64



Tabla 2.11 Total de Transformadores de 15 kVA del alimentador primario IV Centenario

Potencia (kva)	Propiedad	Voltaje	Voltaje Secundario	SUMAPOTENCIA LUMINARIAS	TOTAL CLIENTES	DMP	FC	AP	DMD
25	EERSSA	7960	240	1750	42	24.20	0.70	1.94	26.15
25	EERSSA	7960	240	800	42	24.20	0.70	0.89	25.09
25	EERSSA	7960	240	650	50	28.34	0.69	0.72	29.06
25	EERSSA	7960	240	1120	77	41.90	0.66	1.24	43.15
25	EERSSA	7960	240	1090	79	42.88	0.66	1.21	44.10
25	EERSSA	7960	240	1000	44	25.24	0.70	1.11	26.35
25	PARTICULAR	7960	240	1090	46	26.28	0.70	1.21	27.49
25	EERSSA	7960	240	800	68	37.44	0.67	0.89	38.33
25	EERSSA	7960	240	800	57	31.91	0.68	0.89	32.80
25	EERSSA	7960	240	350	40	23.15	0.71	0.39	23.54
25	EERSSA	7960	240	900	53	29.88	0.69	1.00	30.88
25	EERSSA	7960	240	1100	64	35.44	0.68	1.22	36.66
25	EERSSA	7960	240	400	45	25.76	0.70	0.44	26.21
25	EERSSA	7960	240	800	44	25.24	0.70	0.89	26.13
25	EERSSA	7960	240	650	58	32.42	0.68	0.72	33.14
25	EERSSA	7960	240	1250	34	19.99	0.72	1.39	21.37
25	EERSSA	7960	240	1820	49	27.83	0.69	2.02	29.85
25	PARTICULAR	7960	240	0	1	0.82	1.00	-	0.82
25	EERSSA	7960	240	1000	23	14.03	0.74	1.11	15.14
25	PARTICULAR	7960	240	1500	52	29.36	0.69	1.67	31.03
25	EERSSA	7960	240	400	7	4.78	0.83	0.44	5.22
25	EERSSA	7960	240	6600	67	36.94	0.67	7.33	44.27
25	EERSSA	7960	240	2850	38	22.10	0.71	3.17	25.27
25	EERSSA	7960	240	2500	18	11.24	0.76	2.78	14.01
25	EERSSA	7960	240	640	35	20.52	0.71	0.71	21.23
25	EERSSA	7960	240	1400	63	34.94	0.68	1.56	36.49
25	EERSSA	7960	240	200	28	16.76	0.73	0.22	16.99
25	EERSSA	7960	240	800	77	41.90	0.66	0.89	42.79
25	EERSSA	7960	240	900	59	32.92	0.68	1.00	33.92
25	EERSSA	7960	240	550	35	20.52	0.71	0.61	21.13
25	EERSSA	7960	240	1050	51	28.85	0.69	1.17	30.02
25	PARTICULAR	7960	240	900	50	28.34	0.69	1.00	29.34
25	EERSSA	7960	240	2150	29	17.30	0.73	2.39	19.69
25	EERSSA	7960	240	1940	67	36.94	0.67	2.16	39.10
25	EERSSA	7960	240	920	71	38.93	0.67	1.02	39.95
25	EERSSA	7960	240	600	35	20.52	0.71	0.67	21.18
25	EERSSA	7960	240	670	56	31.40	0.68	0.74	32.15
25	EERSSA	7960	240	400	54	30.39	0.69	0.44	30.83
25	PARTICULAR	7960	240	0	9	6.00	0.81	-	6.00
25	PARTICULAR	7960	240	0	1	0.82	1.00	-	0.82
25	PARTICULAR	7960	240	0	2	1.54	0.94	-	1.54
25	PARTICULAR	7960	240	0	2	1.54	0.94	-	1.54
25	EERSSA	7960	240	1520	25	15.13	0.74	1.69	16.82
25	EERSSA	7960	240	450	26	15.68	0.74	0.50	16.18
25	EERSSA	7960	240	600	21	12.92	0.75	0.67	13.59
25	PARTICULAR	7960	240	0	1	0.82	1.00	-	0.82

Tabla 2.12 Total de Transformadores de 25 kVA del alimentador primario IV Centenario

Potencia (kva)	Propiedad	Voltaje	Voltaje Secundario	SUMAPOTENCIA LUMINARIAS	TOTAL CLIENTES	DMP	FC	AP	DMD
15	EERSSA	7960	240	600	37	21.58	0.71	0.67	22.24
15	EERSSA	7960	240	0	8	5.39	0.82	-	5.39
15	EERSSA	7960	240	1024	44	25.24	0.70	1.14	26.38
15	PARTICULAR	7960	240	670	31	18.38	0.72	0.74	19.13
15	EERSSA	7960	240	300	45	25.76	0.70	0.33	26.09
15	EERSSA	7960	240	1500	33	19.45	0.72	1.67	21.12
15	EERSSA	7960	240	1250	29	17.30	0.73	1.39	18.69
15	PARTICULAR	7960	240	0	9	6.00	0.81	-	6.00
15	EERSSA	7960	240	700	53	29.88	0.69	0.78	30.65
15	EERSSA	7960	240	500	15	9.53	0.77	0.56	10.08
15	EERSSA	7960	240	720	54	30.39	0.69	0.80	31.19
15	EERSSA	7960	240	400	36	21.05	0.71	0.44	21.49
15	EERSSA	7960	240	600	26	15.68	0.74	0.67	16.34
15	EERSSA	7960	240	5400	31	18.38	0.72	6.00	24.38
15	EERSSA	7960	240	450	40	23.15	0.71	0.50	23.65
15	EERSSA	7960	240	600	33	19.45	0.72	0.67	20.12
15	EERSSA	7960	240	1750	19	11.80	0.76	1.94	13.74
15	EERSSA	7960	240	1350	63	34.94	0.68	1.50	36.44
15	PARTICULAR	7960	240	940	64	35.44	0.68	1.04	36.48
15	PARTICULAR	7960	240	0	1	0.82	1.00	-	0.82
15	PARTICULAR	7960	240	0	7	4.78	0.83	-	4.78
15	PARTICULAR	7960	240	0	3	2.22	0.90	-	2.22
15	PARTICULAR	7960	240	100	1	0.82	1.00	0.11	0.93
15	PARTICULAR	7960	240	0	1	0.82	1.00	-	0.82
15	PARTICULAR	7960	240	0	12	7.78	0.79	-	7.78
15	PARTICULAR	7960	240	0	4	2.88	0.88	-	2.88
15	EERSSA	7960	240	1500	31	18.38	0.72	1.67	20.05
15	PARTICULAR	7960	240	0	5	3.52	0.86	-	3.52
15	PARTICULAR	7960	240	0	8	5.39	0.82	-	5.39

Tabla 2.13 Total de Transformadores de 37,5 kVA del alimentador primario IV Centenario

Potencia (kva)	Propiedad	Voltaje	Voltaje Secundario	SUMAPOTENCIA LUMINARIAS	TOTAL CLIENTES	DMP	FC	AP	DMD
37,5	EERSSA	7960	240	1800	77	41.90	0.66	2.00	43.90
37,5	EERSSA	7960	240	1050	83	44.85	0.66	1.17	46.01
37,5	PARTICULAR	7960	240	1994	70	38.44	0.67	2.22	40.65
37,5	PARTICULAR	7960	240	1250	35	20.52	0.71	1.39	21.91
37,5	EERSSA	7960	240	850	47	26.80	0.70	0.94	27.74
37,5	EERSSA	7960	240	1250	84	45.34	0.66	1.39	46.72
37,5	EERSSA	7960	240	1600	98	52.13	0.65	1.78	53.91
37,5	EERSSA	7960	240	1000	83	44.85	0.66	1.11	45.96
37,5	EERSSA	7960	240	2050	81	43.87	0.66	2.28	46.14
37,5	EERSSA	7960	240	1050	128	66.39	0.63	1.17	67.56
37,5	PARTICULAR	7960	240	0	1	0.82	1.00	-	0.82
37,5	PARTICULAR	7960	240	0	3	2.22	0.90	-	2.22
37,5	PARTICULAR	7960	240	0	17	10.67	0.77	-	10.67
37,5	EERSSA	7960	240	3350	34	19.99	0.72	3.72	23.71
37,5	PARTICULAR	7960	240	0	19	11.80	0.76	-	11.80
37,5	EERSSA	7960	240	300	23	14.03	0.74	0.33	14.36
37,5	EERSSA	7960	240	400	27	16.22	0.73	0.44	16.66
37,5	PARTICULAR	7960	240	0	5	3.52	0.86	-	3.52
37,5	EERSSA	7960	240	500	38	22.10	0.71	0.56	22.66
37,5	EERSSA	7960	240	400	21	12.92	0.75	0.44	13.36
37,5	EERSSA	7960	240	900	26	15.68	0.74	1.00	16.68

Como se puede observar en las tablas anteriores (2.10 a la 2.13), en la columna correspondiente a la Demanda Máxima de Diseño (DMD), se obtiene los siguientes porcentajes de sobrecarga de los transformadores:

Tabla 2.14 Transformadores sobrecargados del alimentador primario IV Centenario

Potencia Transformadores (kVA)	Total Transformadores	DMD > Potencia (Nominal)	% Transferencia con sobrecarga
10	12	10	83%
15	29	16	55%
25	46	27	59%
37,5	21	8	38%
Total	108	61	56%

En la Tabla 2.14, se tiene que el 56 % de los transformadores de las potencias especificadas presentan sobrecarga, lo que implica que los mismos no estarían en la capacidad de suministrar energía a cargas adicionales.

2.8 Percepción del uso de los vehículos eléctricos en la ciudad de Loja

2.8.1 Recolección de datos en la ciudad de Loja

Para la recolección de la información se recurrido a diversas técnicas o instrumentos los mismos que se detallan a continuación:

- Observación directa: visita a la estación de taxis con el objeto de verificar si existe preferencias por los usuarios al momento de contratar los servicios para movilizarse en taxis eléctricos o normales.



Figura 2.12 Autos eléctricos de la ciudad de Loja (Freddy León - Máximo Salinas)

- Encuestas: el propósito de este instrumento es recopilar información sobre la percepción de los vehículos eléctricos, la cual fue realizada el 17 de abril del 2018 a 48 conductores de vehículos eléctricos pertenecientes a la cooperativa de taxis ECOTAXI de la ciudad de Loja. La encuesta sobre la implementación y uso de autos eléctricos en el transporte público y su impacto en la red de distribución de la ciudad de Loja (Anexo 1.1) contemplo 12 apartados, de los cuales, los tres primeros se refieren a datos personales de los encuestados, del apartado 4 al 9, las preguntas se encuentran elaboradas de tal forma que permitan recoger información acerca de la recarga del vehículo, el consumo, la eficiencia para recorrido, costos de mantenimiento y los inconvenientes. Por otra parte, la pregunta 10 se subdivide en 8 secciones que buscan evaluar los factores que influyen al momento de adquirir un auto eléctrico; finalmente en las preguntas 11 y 12 se recoge información acerca de la eficiencia del sistema eléctrico nacional para la implementación de autos eléctricos.

- Recopilación de información: análisis de bibliografía científica, artículos publicados en internet.

2.8.2 Resultados

Los resultados obtenidos a través de la encuesta realizada en la ciudad de Loja a 48 conductores de vehículos eléctricos de la cooperativa de taxis ECOTAXI, se exponen a continuación.

Tabla 2.15 Lugar donde realiza la recarga del vehículo eléctrico (Freddy León - Máximo Salinas)

Sitio de carga	%
Domicilio	90.0
Electrolinera	4.0
Domicilio y Electrolinera (ambos)	6.0
Total	100.0

De acuerdo a la Tabla 2.15, el 90 % de los encuestados afirman que realizan la carga de sus vehículos en sus hogares y solo un 4 % asiste a la electrolinera para realizar la carga. Esto puede deberse a que, al existir un solo punto de carga no resulta factible para los conductores desplazarse hasta este punto, además que un solo distribuidor de energía puede resultar insuficiente para las 48 unidades de las que dispone la ciudad.

Por otro lado, es importante considerar el tiempo de carga de cada vehículo.

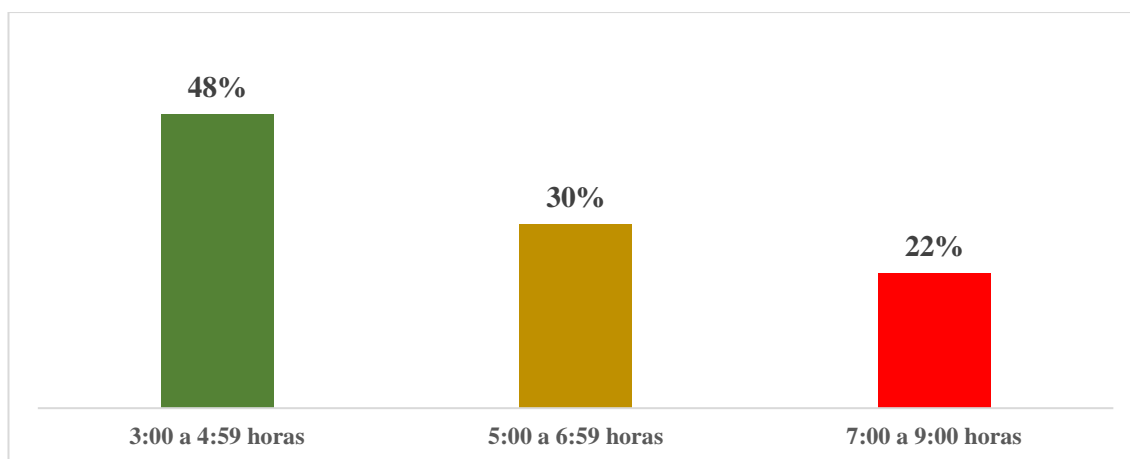


Figura 2.13 Distribución de taxis eléctricos según tiempo de recarga (Freddy León - Máximo Salinas).

Como podemos apreciar en la Figura 2.13, El 48 % de los encuestados se demora un promedio de 3 a 5 horas en cargar su vehículo al 100 %.

Con el automóvil cargado al 100 % ciertos conductores proporcionaron cifras acerca del consumo diario de los autos. Si bien es cierto, el consumo diario de los autos que funcionan a gasolina se mide en galones, para el caso de los autos eléctricos el consumo debe ser medido en kWh (Kilovatios por hora).

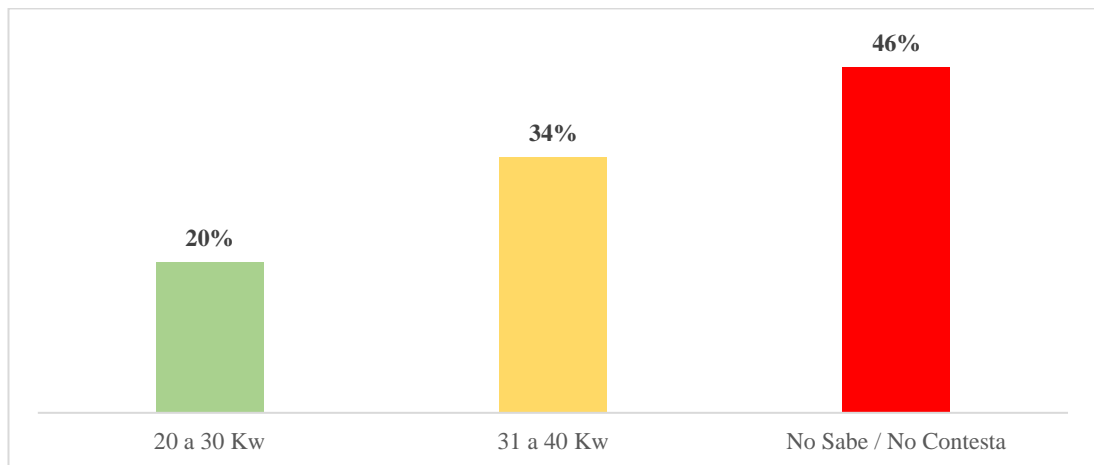


Figura 2.14 Distribución de taxis eléctricos según consumo diario promedio (KWh), (Freddy León - Máximo Salinas).

La Figura 2.14 muestra que el 34 % de los encuestados asegura que su vehículo consume diariamente una cantidad de energía comprendida entre los 31 y 40 kWh (Kilovatios por hora), no obstante, un 20 % de los encuestados asegura que su vehículo consume de 20 a 30 kWh. Estas diferencias pueden deberse al tipo de uso que se le dé al vehículo, ya que diferencias en el peso, aceleración o geografía por la que transite el automotor pueden determinar el factor de consumo diario.

Además, otro factor importante es el tiempo que dura la carga completa del vehículo, ya que al ser un medio de transporte público y por otro lado ser un medio de trabajo; el automotor debe satisfacer las condiciones de uso para estas circunstancias.

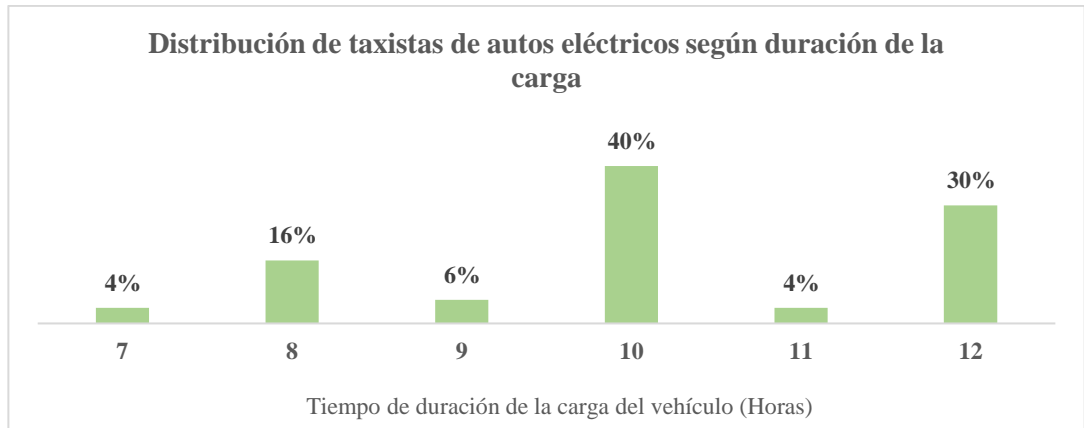


Figura 2.15 Distribución de taxistas de autos eléctricos según duración de la carga (Freddy León - Máximo Salinas)

La Figura 2.15 expone que para un grupo mayoritario representado por el 40 % de los encuestados, la duración de una carga completa es de 10 horas y para un 30 % es de 12 horas. Las diferencias entre los tiempos de duración de la carga del vehículo se deben a diferencias en los componentes del auto y la batería, así como al tiempo que posee el vehículo y cuantos kilómetros recorre al día.

En el siguiente gráfico se presenta los promedios de recorrido que realizan los conductores en un día laboral.

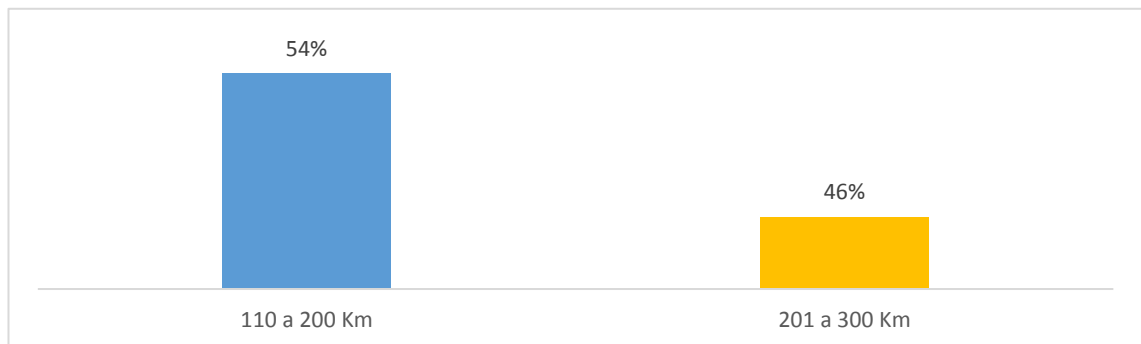


Figura 2.16 Distribución de taxistas de autos eléctricos según recorrido promedio diario (Freddy León - Máximo Salinas).

Como se puede apreciar en la figura 2.16, el 54 % de los encuestados realizan un recorrido de 110 a 200 km. diarios, mientras que un 46 % realiza un recorrido de 201 a 300 km. La diferencia entre los km recorridos es variable ya que depende de la carga de trabajo del conductor y de las distancias exigidas por el usuario.

Ante el uso continuo del vehículo, es inevitable el desgaste y por lo tanto se hace necesario el mantenimiento.

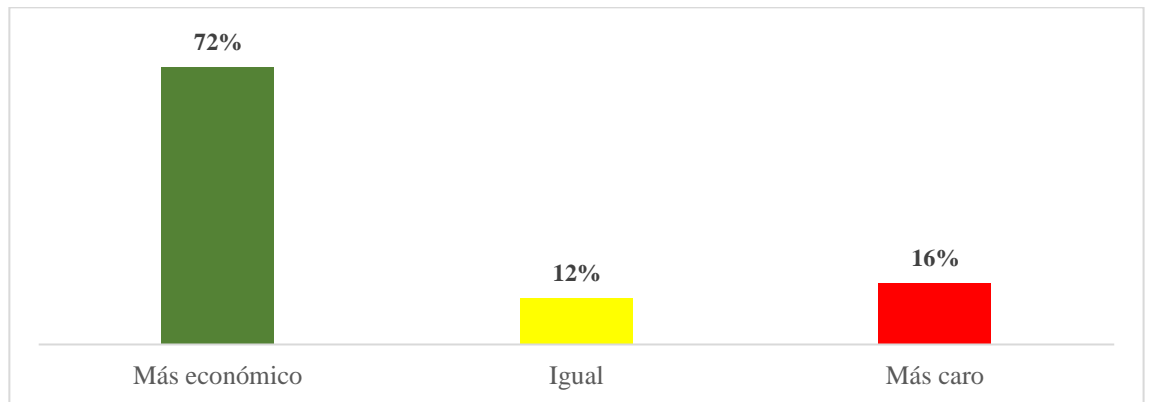


Figura 2.17 Costo de mantenimiento en comparación a un vehículo de gasolina (Freddy León - Máximo Salinas)

De acuerdo a la Figura 2.17, el 72 % de los encuestados consideran que el auto eléctrico resulta más económico que el auto que funciona a gasolina en lo que se refiere a su mantenimiento. Por otra parte, el 16 % consideran que es más caro y un 12 % que resulta igual. Los porcentajes menores pueden tener esta opinión debido a fallos graves en el funcionamiento o defectos de fábrica, no obstante, la mayoría piensa que es más barato el mantenimiento de un auto eléctrico ya que los autos que funcionan mediante procesos de combustión están compuestos por diversos sistemas, los cuales ante una falla perjudican a la totalidad del motor. En cambio, los motores eléctricos no necesitan sistemas complementarios y su precio es inferior al de combustión.

No obstante, el auto eléctrico no está exento de problemas, los cuales, en opinión de los encuestados se representan en la figura 2.16.

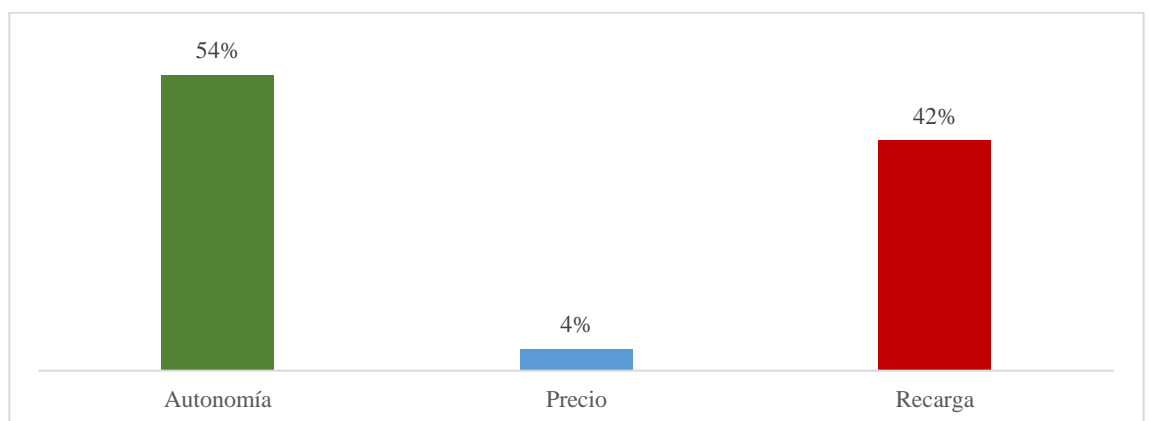


Figura 2.18 Inconvenientes del vehículo eléctrico (Freddy León - Máximo Salinas)



De acuerdo a la Figura 2.18, el menor de los problemas para los propietarios de autos eléctricos es el precio, ya que mediante políticas públicas se han brindado facilidades para que cualquier persona pueda acceder a este tipo de automóviles a precios preferenciales. No obstante, los problemas se suscitan en otros campos, así, el 54 % de los encuestados considera que el problema mayoritario es la autonomía y un 42 % considera que es el proceso de recarga. En lo referente a la autonomía, los propietarios del vehículo argumentan que no pueden salir de la ciudad debido no existen electrolinerías en las carreteras. Por otra parte, el tiempo de carga en contraste al tiempo que un auto de combustión interna se demora en cargar gasolina es superior, lo que dificulta el funcionamiento continuo del auto accionado por electricidad.

2.8.3 Opinión de los encuestados acerca de los vehículos eléctricos

Existen diversos motivos detectados por las personas entrevistadas y confirmado por la literatura científica acerca de ciertas inquietudes que tienen las personas sobre el funcionamiento, mantenimiento, vida útil, disponibilidad diaria del VE, tiempo de carga, disposición final de las baterías, costos de reposición de baterías, cuyas opiniones se enuncian a continuación:

Datos tomados de la encuesta realizada a los propietarios de los VE en la ciudad de Loja el día 17 de abril del 2018:

- Tiempo de recarga del VE: De acuerdo con la encuesta realizada a los 48 propietarios de los VE en la ciudad de Loja, se tiene que el 48 % de los VE necesitan entre 3 y 5 horas para recargar los autos, el 30 % de VE recargan entre 5 y 7 horas; el 22 % entre 7 y 9 horas.
- En comparación con los vehículos a gasolina, la percepción sobre el costo de mantenimiento es un 72 % más económico, el 12 % tienen la percepción que es igual y el 16 % piensa que es más caro.
- Respecto a la pregunta si los propietarios conocen cuanto es el consumo en kWh (Kilovatios por hora) en un VE, se tuvieron los siguientes resultados: un 20 % indicó que consumen entre 20 y 30 kWh (Kilovatios por hora); un 34 % que su VE



consume entre 30 y 40 kWh (Kilovatios por hora); y 46 % desconoce cuánto consume diario su VE.

- En relación al recorrido durante una jornada normal de trabajo, se tiene que el 54 % de los propietarios indicaron que tienen un recorrido promedio entre 110 a 200 km, y el 46 % entre 201 y 300 km.
- Respecto a la evaluación del impacto que tiene el uso de transporte público con vehículos eléctricos en la ciudad de Loja, la percepción de la ciudadanía es de que el 44 % piensa que es muy bueno; un 34 % piensa que es bueno; el 16 % es indiferente y un 6 % piensa que es malo.
- El 54 % de los encuestados considera que el sistema eléctrico nacional no está preparado para cubrir la demanda de los vehículos eléctricos.
- Existe preferencia respecto a la utilización de los VE por parte de los usuarios del transporte público de taxis, con un 65 %.
- Existe temor acerca de quedarse varado debido a que se agote la batería, lo cual se podría reducirse con la implementación de puntos de carga, ya sea en estaciones públicas, en el lugar de trabajo o en residencia.



CAPÍTULO III

ACCIONES PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL USO DE AUTOS ELÉCTRICOS

3.1 Acciones relacionadas con el cuidado del medio ambiente

Los autos que funcionan mediante combustión interna poseen gran aceptación en el mercado, no obstante, las crisis económicas y del petróleo han demostrado la urgencia de buscar alternativas sustentables para la movilización del ser humano. Además, para el cuidado del planeta es urgente buscar medios no contaminantes; los autos eléctricos surgen como una de las opciones más viables para frenar los daños que se han producido gracias al uso de transportes basados en hidrocarburos. Asimismo, al hablar de políticas que busquen un transporte sustentable, la implementación de autos eléctricos es solo el primer paso, ya que el ideal al que se desea llegar es la reducción de la demanda de transportes motorizados y el uso de transportes alternativos. Sin embargo, de acuerdo a Ceña y Santamaría (2009) el uso de vehículos de combustión interna irá en aumento, sobre todo con el desarrollo de países como China e India. Según las cifras expuestas por los autores, para el año 2030 existirán el mundo 1500 millones de autos circulantes, mientras que para el 2050 se encontrarán en circulación una cantidad aproximada de 3000 millones de autos. Estas cifras demuestran que la necesidad de realizar un cambio progresivo del auto de combustión interna hacia un auto que funcione de forma eléctrica, para reducir las emisiones contaminantes que están afectando al planeta es preponderante.

La implementación de autos eléctricos, sobre todo en territorios urbanos se presenta como una solución viable y sustentable, siempre y cuando la red que distribuye la energía eléctrica, provenga de una fuente que no produzca emisiones nocivas para el ambiente. No tendría sentido implementar el uso de autos eléctricos si se necesita a la vez la implementación de centrales energéticas basadas en el combustible. Por lo que, para que esta idea sea sustentable, la energía debe provenir de fuentes limpias como lo son las represas hidroeléctricas, los generadores eólicos, entre otros.



Además, el uso de energía limpia no debe corresponder solamente a la implementación de autos eléctricos como alternativa para el parqueadero automotor de un país, sino también debe ser considerada para servicios como el calentamiento de agua, iluminación, elaboración de productos y servicios (Ceña & Santamaría, 2009).

De esta forma, la implementación de autos eléctricos exige un aumento en la disposición de redes eléctricas así como de baterías, lo que puede traer como consecuencia un descenso en la demanda de petróleo para la elaboración de combustibles (Roca, 2017). Estas acciones van encaminadas a la protección ambiental, reestructuración del parqueadero automotor, sustentabilidad, crecimiento económico y acorde al proyecto de cambio de la matriz productiva del estado.

3.1.1 Fabricación de VE

A pesar de que los autos eléctricos pueden disminuir considerablemente las emisiones de gases provocados por los autos que funcionan con combustibles, estos también pueden resultar contaminantes y poco amigables con el medio ambiente. Si bien los automóviles eléctricos no emiten gases contaminantes, su proceso de fabricación es el que resulta nocivo para el medioambiente. Así la industria que produce este tipo de automóviles emite una gran cantidad de desechos tóxicos en contraste al disminuido nivel de contaminación que produce la industria automotriz común. Esto se debe principalmente a que los elementos que se ocupan para la fabricación de las baterías tiene un alto nivel de toxicidad. Según Navarro (2012), al término de la fabricación de un automóvil eléctrico, el proceso ha contaminado más que un automóvil a combustión que circule normalmente. Además, las emisiones de gases pueden aumentar notablemente con el uso de autos eléctricos, en el sentido de que, si en una región específica no se cuenta con los medios para generar electricidad de una manera sustentable y se utilizan medios como el uso de combustibles para dicha generación, el impacto medio ambiental puede ser aún más nocivo.

En este sentido, se vuelve necesaria la innovación tecnológica para solventar estos problemas, para lo cual, es necesario el accionar del estado, generando políticas públicas de educación orientada al desarrollo tecnológico y a la industrialización efectiva de



entidades que se orientan a la producción de insumos que respondan a los desafíos que se presentan para la implementación de autos eléctricos a gran escala.

Además, la implementación de vehículos eléctricos conlleva un cambio profundo en los sistemas de distribución eléctrica de una región, influenciando desde la generación, redes para el transporte de energía, la distribución y como esta es ofertada para aquellos que disponen del servicio. En este sentido, las acciones deben estar encaminadas a la capacitación del personal encargado de la implementación de las redes eléctricas, la construcción de infraestructura que permita abastecer a los proyectos, y a la gestión efectiva de la oferta y demanda de electricidad. En contraste, según Fernández (2018) una de las mejores maneras de abordar la implementación de este tipo de proyectos sin afectar en su mayoría al sistema eléctrico de una región es lo que llama “recarga inteligente”. De acuerdo al autor, las recargas de los coches deben ser hechas de forma ordenada y en tiempos en los que el consumo de energía se reduce al mínimo posible, como lo es en horas nocturnas. Las recargas nocturnas permiten evitar problemas en las redes de distribución eléctrica beneficiando el uso de energías renovables (Fernández, 2018).

3.1.2 Beneficios en cuanto a mantenimiento de VE

Para tener una idea general acerca de los costos de mantenimiento de los vehículos eléctricos, se realiza una comparación de las diferentes partes y piezas que frecuentemente se cambian tanto en los VE como en los vehículos convencionales. Así tenemos:

- Líquido de frenos: cambio cada 50000 km.
- Cambio del filtro del aire acondicionado cada 12000 km.
- Cambio del líquido refrigerante de la batería a los 170000 km, a partir de ahí se debe cambiar cada 120000 km.
- No hay cambios de aceite o filtros, ni correas de distribución.
- Las pastillas de frenos prácticamente no se cambian en estos vehículos, ya que el frenado es regenerativo, esto es, invirtiendo el alternador para recargar las baterías.
- Menor posibilidad de averías mecánicas.
- Rotación de los neumáticos cada 6 meses.



Con estas consideraciones, el costo de mantenimiento de un VE es un 42 % menor que un auto a gasolina o diésel (Renault).

Las ventajas de los motores eléctricos en comparación con los motores convencionales se las puede enumerar en:

- Fabricación más sencilla.
- Alta eficiencia energética, prácticamente el doble que un motor de combustión interna.
- Mayor vida útil, excluyendo las baterías.
- Los componentes mecánicos que friccionan y varían su temperatura son más reducidos por lo que el desgaste también es mucho menor.
- No requieren revisiones regulares como los motores de combustión.
- No requieren de transmisión ni embrague, no necesitan un turbo ni silenciador, ni un catalizador para el combustible.

Como se puede apreciar, los beneficios económicos en cuanto a mantenimiento de los vehículos eléctricos es considerable, no obstante la falta de información de los mismos, así como la generación de políticas públicas que brinden facilidades para el establecimiento de negocios de distribución de repuestos y mantenimiento de este tipo de automotores es deficiente, por lo que las acciones deben estar encaminadas a solventar estos vacíos con el objetivo de que la población cambie su perspectiva de temor a los autos eléctricos.

3.2 Acciones normativas

A nivel de normativa legal vigente, el país no cuenta con una ley de incentivos para el uso de vehículos eléctricos. Lo que se tiene son resoluciones a nivel de ministerio u organismos de control las mismas que se describen a continuación:

- Mediante la Resolución 009-2015, del Comité de Comercio Exterior (Comex), se resolvió exonerar de todo tipo de gravamen a la importación de vehículos



eléctricos que posean un valor de hasta \$35000, esto se traduce en 0 % de aranceles, 0 % de impuestos a los consumos especiales, 0 % del IVA, 0 % del impuesto verde. Adicionalmente se dará crédito tributario para el impuesto del 5 % a la salida de divisas producidas por importación de vehículos eléctricos.

- Importación de repuestos para vehículos eléctricos libre de impuestos.
- En lo referente a los costos de la energía, la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL) ha establecido incentivos en cuanto a los precios de la energía eléctrica, para lo cual, en el pliego tarifario vigente, se ha creado una tarifa general de baja tensión con registrador de demanda horaria para vehículos eléctricos, lo cual permite mediante un medidor especial, registrar la demanda de potencia y energía consumida en los diferentes periodos de demanda. Esta tarifa se aplica únicamente a nivel usuario con carga lenta, para un nivel de baja tensión y hasta 12 kW de potencia.
- A nivel de municipios se han aprobado ordenanzas que incentivan el uso de transporte público y autos que funcionan con electricidad, así tenemos que el Municipio de Guayaquil ha implementados dos incentivos tributarios, un nivel de las fábricas de VE tendrán un descuento del 50 % en la tasa que deben cancelar al municipio y a nivel de propietarios un descuento del 50 % en los valores por matriculación.

Sin embargo, no se tiene una ley para promover el uso de VE a través de incentivos y beneficios para los propietarios, que consideren además de los aspectos antes citados lo siguiente:

- La obligatoriedad por parte de los municipios de instalación de estaciones de carga rápida.
- Descuentos en la revisión técnica – mecánica.
- Exoneración en las tasas o impuestos que normalmente pagan todos los vehículos convencionales.
- Establecimiento de parqueaderos y tasas preferentes para VE.
- Exoneración de los VE en cuanto a las restricciones de circulación (pico y placa).



- Iniciativa a nivel del sector público para el uso de VE, ya sea promoviendo la sustitución del parque automotor por VE o su contratación.
- Exoneraciones en impuestos para el establecimiento de concesionarias de VE.
- Promover la capacitación de técnicos nacionales para el mantenimiento y reparación de VE.
- Promover las relaciones comerciales a nivel de gobiernos para la adquisición de VE.

3.3 Acciones en torno a la infraestructura eléctrica

De acuerdo a los resultados de la modelación de los transformadores que dan el servicio a los propietarios de los VE, se tienen las siguientes acciones con el objeto de mejorar las condiciones actuales de las redes e infraestructura eléctrica:

- Elaboración de estudios relacionados con la operación de los sistemas de distribución.
- Reposición de transformadores, remodelación de redes de baja tensión y media tensión.
- Reconfiguración / cambio de circuitos de medio y bajo voltajes.
- Expansión de nuevas redes, instalación de nuevos transformadores.
- Establecimiento de estaciones de carga rápida por parte de las empresas distribuidoras.

3.4 Acciones socios ambientales

Latinoamérica es una de las regiones que mayor cantidad de habitantes posee por región urbana en el mundo lo que provoca un alto grado de contaminación en las ciudades. En México, el costo generado al estado por enfermedades causadas por la contaminación del aire supera los cuarenta mil millones de dólares, siendo la mitad de estas patologías ocasionadas de manera directa por el sector referente al transporte motorizado. Además, mediante una proyección, se estimó que el número de automóviles podría triplicarse en unos 25 años, lo que conlleva el aumento de demanda de combustibles, aumento de las



emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y otro tipo de contaminaciones producidas en este campo, como pueden ser aceites, consumo de agua y los procesos de producción de automotores.

En el Ecuador ha surgido la creciente preocupación acerca de estos temas por lo que la construcción de hidroeléctricas y subsidios a los combustibles de transporte públicos presentan a la movilidad eléctrica como una de las mejores alternativas para el estado. En este contexto, el gobierno ecuatoriano ha implementado incentivos de carácter tributario para permitir la entrada al país de Vehículos Eléctricos; además existe planes piloto para implementar el transporte público eléctrico a gran escala.

No obstante, no existen compañías dedicadas a la manufactura de vehículos eléctricos en el país, esto genera la posibilidad de que, al momento de adquirir un VE, no se paguen tributos al estado. Como se puede apreciar, la gestión y las políticas han sido puestas en marcha para generalizar el uso de estos autos; y en el caso concreto de Loja, el gobierno financió mediante créditos la adquisición de los mismos.

A pesar de esto, no se han considerado aspectos relacionados con:

- Establecer un sistema de compensación para los propietarios de VE por la no emisión de gases de efecto invernadero y reducción del ruido.
- Establecer líneas de créditos preferenciales para la posterior renovación de partes y piezas de los VE, especialmente de las baterías.
- Establecer la normativa para el desecho de las baterías proveniente de los VE.

3.5 Implementación de electrolineras

El establecimiento de estaciones de carga o “electrolineras” es uno de los puntos principales para la ejecución de proyectos orientados a la implementación de vehículos eléctricos a gran escala, puesto que, a pesar de que se puedan brindar facilidades domiciliarias para la recarga de la batería del vehículo, el tiempo que toma la misma es la que marca la diferencia entre el auge de vehículos basados en hidrocarburos cuya carga de gasolina es inmediata, y los vehículos eléctricos. En este sentido, las electrolineras pueden brindar una carga con un lapso de tiempo mínimo para el usuario, lo que, en el



caso de transportistas público, no generará pérdidas comerciales. No obstante, en el Ecuador no se cuenta con una entidad reguladora que determine cuáles son las características y los estándares para la instalación de una electrolinera, ya sea esta de carácter comercial o las que deberán ser instaladas en el domicilio. Esto hace necesario que el gobierno ejecute políticas públicas para solventar los vacíos administrativos que se van presentando con base al dinamismo de la sociedad.

En el Ecuador se están realizando estudios para la implementación de electrolineras de manera progresiva en ciudades como Cuenca por parte de la compañía Koreana Power and Energy Solutions (PNE), por otra parte, ciudades como Quito y Guayaquil ya cuentan con sistemas de electrolineras ubicadas en los centros comerciales más importantes de cada ciudad; esto ha conllevado una inversión aproximada de 3 a 4 millones de USD. Esto se fundamenta en la capacidad que posee el país en lo referente a recursos hídricos y a los diferentes proyectos hidroeléctricos que se han implementa en la nación. Esto idealmente puede solventar la demandad las necesidades que se puedan generar al implementar un parqueadero automotor eléctrico (Albornoz, 2013).

Además, de acuerdo a las proyecciones, en el país para el año 2022 los vehículos eléctricos tendrán una participación en el mercado de un 15 % a un 20 % aproximadamente, lo que conduce a suponer que el número de VE aumentará hasta la cifra de 330000 unidades circulantes. Esto demuestra la necesidad de la implementación de electrolineras en las urbes del país así como en las carreteras inter parroquiales y provinciales, lo que brindará comodidad y seguridad al usuario de vehículo eléctrico para el transporte efectivo ya sea doméstico o comercial (Orbea, Toapaxi, & Guano, 2017).

De acuerdo a la información del Geo Portal de la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A. (EERSSA), en la vía Loja – Catamayo se tiene tres sitios donde existe red de media tensión para la instalación de una electrolinera.



Figura 3.1 Red de media tensión vía Loja-Catamayo (OpenStreetMap)

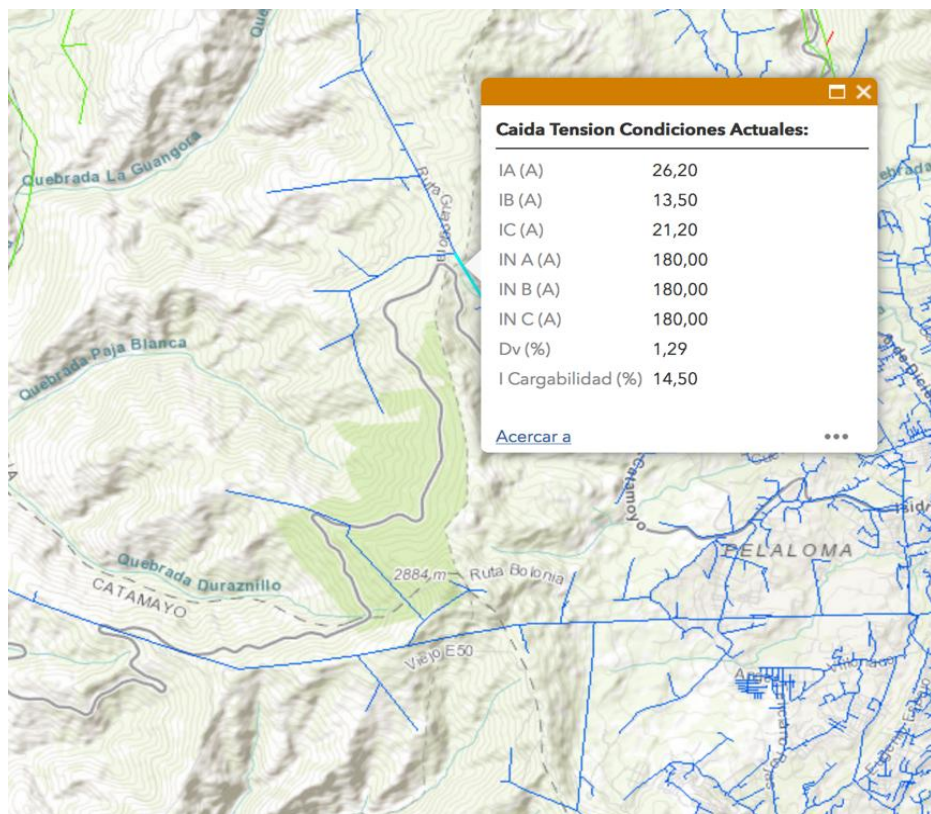


Figura 3.2 Caídas de tensión tramos media tensión vía Loja-Catamayo (Geoportal EERSSA)

El sitio denominado como “A” en la Figura 3.2, brindaría las facilidades para la instalación de la electrolinera, ya que, se dispone de red trifásica.

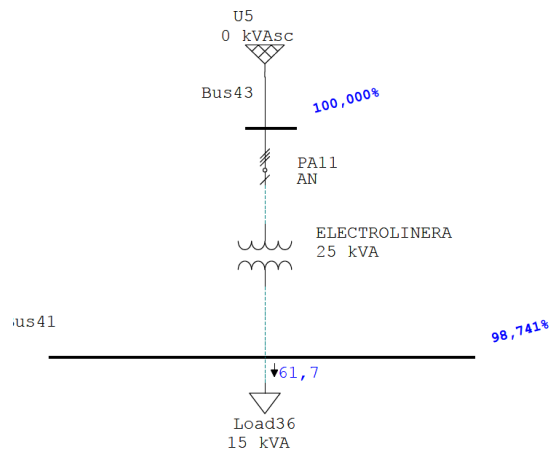


Figura 3.3 Caída de Voltaje

Como se puede observar en la figura 3.3, se tiene una caída de voltaje 1,29 %, valor que está dentro de los parámetros normales de operación de la red eléctrica. Se realizó la simulación para una carga de 15 KVA con un factor de potencia del 90 %.

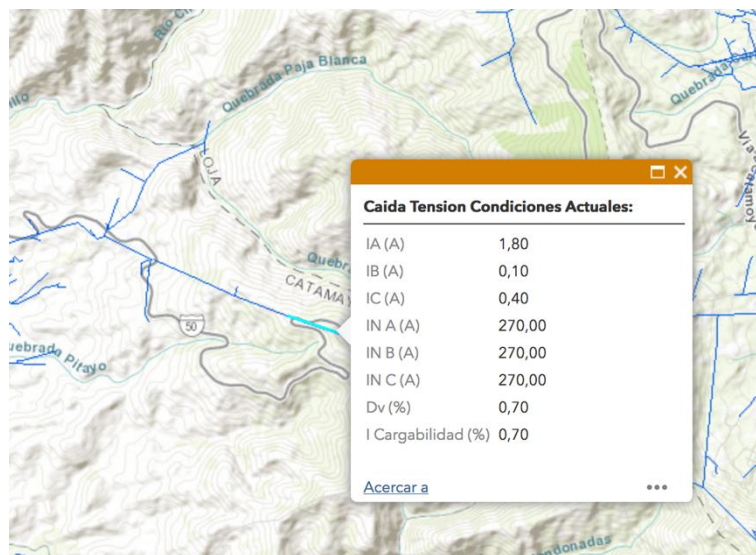


Figura 3.4 Caída de tensión carga 15KVA-nueva electrolinera (Geoportal EERSSA)

Se descarta el sitio “C” expuesto en la figura 3.4, puesto que se encuentra cerca de la ciudad de Catamayo y la propuesta se fundamenta en contar con una electrolinera al menos a la mitad de la vía, con el propósito de brindar el servicio a los VE que circulan por esta vía.

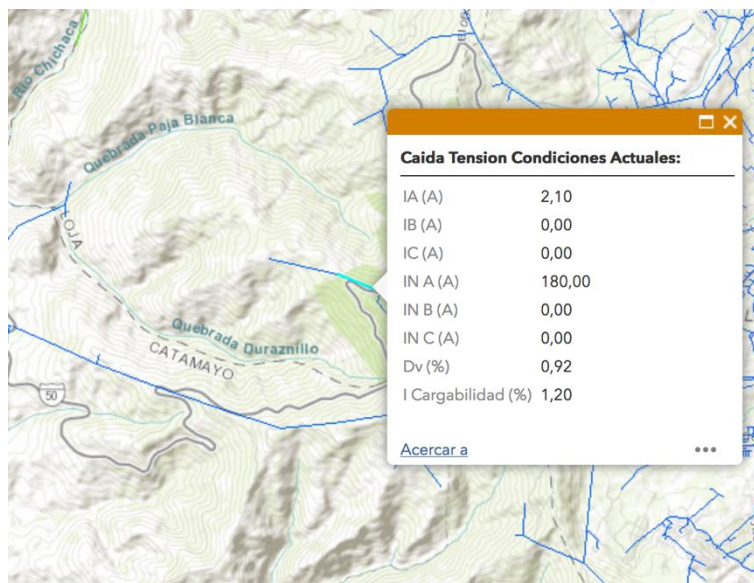


Figura 3.5 Caída de Tensión tramos nueva electrolinera (Geoportal EERSSA)

El sitio denominado “B” en la Figura 3.5, constituye la mitad del trayecto entre Loja y Catamayo, sería el sitio ideal para la instalación de la electrolinera, pero, se descarta el mismo porque el sector posee una red monofásica.

3.6 Acciones de Sostenibilidad

A nivel latinoamericano se han presentado diversos proyectos que buscan la sostenibilidad energética social y ambiental. Uno de los programas más importantes es la implementación de la Red de Energía Dinámica (ENERNET) el cual se presenta como una alternativa de red eléctrica viable para el futuro. Este proyecto es una red eléctrica que provee energía eléctrica de forma eficiente, sustentable, con altos estándares de seguridad y con grandes beneficios económicos para todo aquel que se encuentre conectado a la misma. Esta red proporciona un alto beneficio para la lucha contra el cambio climático, para la optimización de las infraestructuras referidas a la administración eficiente de la red minimizando la inversión y garantizando el suministro constante y efectivo de electricidad para los consumidores. No obstante, este no es un proyecto aceptado globalmente por lo que muy pocos países han implementado este proyecto, siendo uno de los pocos, España, el cual se ha encargado de ejecutar la infraestructura eco inteligente para la implantación del proyecto eléctrico en el estado (Concepto y Definiciones: Definición de ENERNET, 2018).



Por otra parte, para lograr la sostenibilidad energética en Latinoamérica se expuso en la jornada académica de redes inteligentes y sostenibilidad energética que las redes de Latinoamérica debería basarse en la tecnología Smarth Grid, la cual brinda diversos tipo de funcionalidades para resolver los problemas eléctricos que se presentan en la región referidos a la falta de garantías y la pérdida de alta energía (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2018).

En el Ecuador, mediante el plan maestro de Electrificación se busca la distribución eficiente de energía para toda la población, brindando garantías y eficiencia con un mínimo impacto socio ambiental en lo que respecta a la instalación y operación de las redes eléctricas que se pretende implementar en los años venideros. En este sentido, las políticas generadas dentro de este plan se orientan a la protección del medio ambiente y a la equidad en cuanto acceso a los recursos eléctricos generados por el país. Además, conjuntamente con el plan nacional de desarrollo y el Plan Nacional para el Buen Vivir se implementaron políticas para la expansión del sector energético con el objetivo de disminuir la generación eléctrica proveniente de la transformación térmica. Asimismo, el plan contempla el fortalecimiento de las redes de transmisión y subtransmisión, teniendo en cuenta las proyecciones de oferta y demanda que se presenten en el país (Consejo Nacional de Electricidad, 2013).

3.7 Relación Costo-Beneficio

La relación entre el costo que genera para el estado la implementación de las condiciones necesarias para obtener un parqueadero automotor 100 % eléctrico no tiene precedentes, puesto que, los beneficios no son solamente económicos, sino sociales y ambientales, ya que estos elementos tienen un valor agregado, el cual se encuentra relacionado con brindar facilidades para el desarrollo de la vida plena de los habitantes de las diferentes regiones que componen al estado ecuatoriano. Además, si se tiene en cuenta que el Ecuador no es un país que cuente con la infraestructura y los recursos tecnológicos para realizar el procesamiento a gran escala de petróleo para transfórmalo en combustible con la finalidad de abastecer a toda la nación, se ha visto como necesaria la implementación de subsidios para los hidrocarburos con el objetivo de que estos sean



accesibles para los habitantes (Consejo Nacional de Electricidad, 2013), representando un alto costo para las arcas del estado.

En contraste, el Ecuador posee los recursos hídricos necesarios para generar electricidad a gran escala y cubrir la demanda de la misma en el caso de la implementación de un parqueadero eléctrico. Esto brindaría la posibilidad de eliminar el gasto público en subsidios por hidrocarburos e invertir el capital en proyectos sociales. Además, la implementación, mantenimiento y expansión de la red eléctrica tiene un costo que ya ha sido contemplado en el presupuesto estatal, asimismo, se genera el acceso equitativo a los recursos del estado, repercutiendo en el crecimiento económico y de desarrollo para comunidades que han sido marginadas durante mucho tiempo (Líderes, 2016).

Finalmente, los beneficios que se adquieren en el campo ambiental son elevados, ya que en un mundo consumista y globalizado enfocado en la extracción y sobre explotación de los recursos naturales, cualquier tipo de política pública orientada a la conservación de la naturaleza es beneficiosa, puesto que, esto brinda la posibilidad de garantizar la satisfacción de necesidades en los tiempos actuales, sin comprometer la satisfacción de las generaciones futuras.



CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. Conclusiones

El transporte público está supeditado a su autonomía para el funcionamiento, el uso de los vehículos eléctricos es una alternativa, que motiva desde el punto de vista ambiental su utilización, a pesar de ello, el sector del transporte tomando sus condiciones particulares del servicio que brinda está sujeto a no depender de condiciones particulares de uso, que los VE requieren.

El tiempo de recarga y la duración de la batería son una de las limitantes que presentan este tipo de unidades eléctricas, no obstante, uno de los criterios favorables que tiene la mayoría de los conductores es la percepción de ahorro con respecto a los vehículos a gasolina, tomando en cuenta, que el recorrido promedio de las unidades es de 207,4 Km en una jornada laboral común. A diferencia, de los otros servicios de transporte de taxis, estos vehículos salen de su parada con carrera fija, no buscan clientes a través de recorrido, con la finalidad de optimizar su uso.

La distribución de los VE en la ciudad e Loja es dispersa, están ubicados a lo largo de la red de distribución eléctrica, razón por la cual, el estudio de carga de las unidades eléctricas se lo realizó a nivel de transformadores. Actualmente, se registran 48 unidades con su respectivo servicio eléctrico.

Con base al análisis de cargabilidad actual de los transformadores que sirven a los usuarios con VE, se identificó que un 23 % estarían en la capacidad de abastecer un incremento del 30 % de las unidades eléctricas. Es decir, en el campo técnico es necesario aplicar criterios para una repotenciación de las redes de distribución en el 36 % de los transformadores, así como, el 77 % de las redes frente a un posible incremento de los VE

Al analizar la modelación con un incremento del 50 y 100 % de los VE, se evidenció que solo un transformador podría abastecer dichas condiciones de servicio, observando,



la necesidad de reconfigurar el resto de las redes de distribución, implicando una división de circuitos en las redes de baja tensión, instalación de nuevos transformadores y cambio de redes eléctricos.

Con estos resultados, es necesario que el Estado a través de los entes rectores de la distribución y comercialización de energía eléctrica en el país, establezcan estrategias conjuntas que permitan fortalecer este tipo de servicios de transporte, considerando que la mejora en el sistema de transporte público, tiene una repercusión en la economía y desarrollo sostenible del país.

Es necesario promulgar normativa legal que incentive el uso de unidades eléctricas, que no solo, se apliquen a través de instrumentos secundarios, sino que establezcan una política de Estado que motive el uso de los VE a todas las personas, desde el contexto técnico de garantía del servicio eléctrico a todos los usuarios, sin afectar la calidad del servicio, así como, un esquema tarifario adecuado que refleje costes asequibles a los propietarios de este tipo de unidades eléctricas.

La introducción de los VE en la ciudad de Loja, ha marcado un hito importante para establecer nuevas modalidades en la traspotación pública eficiente y energéticamente amigables con el ambiente, sin embargo, solo con un posible incremento del 30 % de los VE en la red de distribución, se evidencia la necesidad de repotenciar todo el sistema eléctrico. Los resultados del trabajo, orientan a tomar acciones técnicas a nivel de todo el sistema de distribución, los datos de las simulaciones, reflejan que la implementación de las unidades eléctricas es posible en nuestro país, a pesar de ello, se debería profundizar los aspectos técnicos de los VE, para una posible inyección de energía a la red, a través de estas unidades, lo cual mejoraría los niveles de rentabilidad de los dueños de estos vehículos.



4.2. Recomendaciones

- Se recomienda con base a la información obtenida en el presente estudio, profundizar análisis con respecto a la operación de los sistemas de distribución, a través de acciones integrales que incluyan una repotenciación de la red de distribución de la ciudad de Loja.
- Socializar los resultados obtenidos del estudio con la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A., además, de los propietarios de los VE, esto servirá para retroalimentar información que oriente a conocer las condiciones técnicas de operatividad que tienen las unidades eléctricas con respecto al funcionamiento de la red de distribución.
- Para incrementar nuevas unidades por parte de los transportistas o personas en general, es necesario, profundizar los estudios, pues, la mayoría de los transformadores están sobrecargados.



BIBLIOGRAFÍA

- Albornoz, E. (2013). *El nuevo sector eléctrico Ecuatoriano*. Quito: Ministerio de Electricidad y energía renovable.
- Alvarado, R. (23 de Abril de 2017). *Municipio de Loja: Loja pionera en el servicio de taxi eléctrico*. Obtenido de <http://www.loja.gob.ec/noticia/2017-04/loja-pionera-en-el-servicio-de-taxi-electrico>
- Andes.info.ec. (25 de noviembre de 2017). *Bus eléctrico ensaya funcionamiento en las calles de Loja, Ecuador*. Recuperado el 5 de diciembre de 2017, de <http://www.andes.info.ec/fr/noticias/actualidad/1/bus-electrico-ensaya-funcionamiento-en-las-calles-de-la-ciudad-ecuatoriana-de-loja>
- Araujo, A. (3 de agosto de 2015). *Los vehículos eléctricos vendrán con incentivos*. Recuperado el 5 de diciembre de 2017, de <http://www.elcomercio.com:> <http://www.elcomercio.com/actualidad/vehiculos-electricos-ecuador-incentivos.html>
- Autatastec. (12 de mayo de 2014). <http://autastec.com>. Obtenido de <http://autastec.com/blog/actualidad/hibrido-paralelo-y-serie-en-el-mismo-automovil/>
- Autosae. (25 de marzo de 2017). *LA PRIMERA 'ELECTROLINERA' VERDE ABRE SUS PUERTAS*. Recuperado el 5 de diciembre de 2017, de <http://www.autosae.com/noticia-madrid/autosae-la-primera-electrolinera-verde-abre-sus-puertas-101550>
- Blanco Jiménez, A. (26 de mayo de 2015). *Infraestructura de recarga del vehículo eléctrico*. Recuperado el 4 de diciembre de 2017, de <http://www.revistacesvimap.com/infraestructura-de-recarga-del-vehiculo-electrico/>
- Blog-MERME. (2017). *La evolución de los vehículos eléctricos*. Recuperado el 1 de diciembre de 2017, de <http://www.eoi.es/blogs/merme/la-evolucion-de-los-vehiculos-electricos/>
- Bloomberg Business. (23 de Marzo de 2018). *El economista: El coche eléctrico podría costar menos que el de gasolina en 7 años*. Obtenido de



<http://www.eleconomista.es/economia/noticias/9025022/03/18/El-coche-electrico-podria-costar-menos-que-el-de-gasolina-en-7-anos.html>

- Carreño, E. D., Vacca, E. A., & Lugo, I. (Abril-Junio de 2012). Diseño y fabricación de un vehículo autónomo impulsado por energía solar. *Tecnura*, 16(32), 91-106. doi:10.14483/udistrital.jour.tecnura.2012.2.a08
- Casaravilla, G., & otros. (2012). *Hacia un transporte automotor racional y eficiente: autos híbridos y eléctricos*. Universidad de la República (Uruguay), Facultad de Ingeniería, Montevideo, Uruguay. Recuperado el 29 de noviembre de 2017, de [https://iie.fing.edu.uy/publicaciones/2012/CVOEGSSECTCPZCTHBFCH/Informe%20final_Autos%20H%20y%20E_20121130%20\(1\).pdf](https://iie.fing.edu.uy/publicaciones/2012/CVOEGSSECTCPZCTHBFCH/Informe%20final_Autos%20H%20y%20E_20121130%20(1).pdf)
- CELEC. (2017). *Plan Maestro de Electricidad 2016-2025*. Quito: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.
- Ceña, A., & Santamaría, J. (2009). El coche eléctrico: el futuro del transporte, la energía y el medio ambiente. *World Watch*, 30-43.
- CEPAL. (2013). Políticas integradas y sostenibles de movilidad: revisión y propuesta de un marco conceptual. *Boletín FAL*, 323(7), 1-9. Recuperado el 5 de diciembre de 2017, de http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36168/FAL-323-WEB_es.pdf;jsessionid=314A514113EABADFB68DF25797CB8243?sequence=1
- Chancusig, F. (2014). *Análisis Técnico.Económico para la inserción de vehículos eléctricos en el sistema eléctrico Ecuatoriano*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- ChargeNow. (2017). *ChargeNow: Beneficios para los vehículos eléctricos en México*. Recuperado el 5 de diciembre de 2017, de <http://www.chargenow.mx/incentivos-para-vehiculos-electricos-en-mexico/>
- Concejo Nacional de Electricidad - CENELEC. (diciembre de 2013). *Plan Maestro de Electrificación 2013-2022, Vol. III*. Recuperado el 5 de diciembre de 2017, de <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/Vol3-Perspectiva-y-expansi%C3%B3n-del-sistema-el%C3%A9ctrico-ecuatoriano.pdf>
- Concepto y Definiciones: Definición de ENERNET*. (2018). Obtenido de <http://conceptodefinicion.de/enernet/>



- CONELEC. (2012). *Estadística del Sector Eléctrico Ecuatoriano*. Quito: Consejo Nacional de Electricidad.
- CONELEC. (2013). *Plan Maestro de Electrificación 2013-2022*. Quito: CONELEC.
- Consejo Nacional de Electricidad. (2013). Aspectos de sustentabilidad y sostenibilidad social y ambiental. Quito: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.
- Dani, M. (2014). <http://www.aficionadosalamecanica.net>. Obtenido de <http://www.aficionadosalamecanica.net/hibridos.htm>
- DEKRA. (2014). *Hitos en el transporte de pasajeros*. Recuperado el 1 de diciembre de 2017, de <https://www.dekra-roadsafety.com/es/historie/>
- Díaz, Y. (24 de Agosto de 2017). *Municipio de Loja: BYD colocó dos cargadores para taxis eléctricos*. Obtenido de <http://www.loja.gob.ec/noticia/2017-08/byd-colocados-cargadores-para-taxis-electricos>
- Dreamstime. (2017). *III, Toyota FT-EV*. Recuperado el 27 de noviembre de 2017, de <https://es.dreamstime.com/imagen-editorial-veh%C3%ADculo-el%C3%A9ctrico-del-concepto-de-toyota-ft-ev-iii-image45949760>
- Durán, M. A., Gudiño, J., Charre, S. M., & Alcalá, J. A. (2014). Modelado y Diseño del Controlador para un Sistema de Tracción de un Vehículo Eléctrico. *Información Tecnológica*, 25(6), 101-108. doi:10.4067/S0718-07642014000600013
- Ecologistasenaccion. (noviembre de 2007). *¿Qué entendemos por movilidad?* Recuperado el 5 de diciembre de 2017, de www.ecologistasenaccion.org: <https://www.ecologistasenaccion.org/article9844.html>
- El Telégrafo. (24 de abril de 2017). *Loja es pionera en el transporte eléctrico*. (d. E. Redacción Ciudadana, Productor) Recuperado el 5 de diciembre de 2017, de <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional-sur/1/loja-es-pionera-en-el-transporte-electrico>
- El Telégrafo. (16 de Septiembre de 2017). Taxis eléctricos ya disponen de una electrolinera en Loja. *El Telégrafo*.
- Electrolineras Sostenibles S.L. (2017). *Electrolineras sostenibles*. Recuperado el 5 de diciembre de 2017, de <http://www.electrolinerassostenibles.com>: <http://www.electrolinerassostenibles.com/sobrenosotros/>



- Electromovilidad. (2017). *Historia del vehículo eléctrico*. (J. M. Rabadán, Productor)
Recuperado el 1 de diciembre de 2017, de <http://electromovilidad.net/historia-del-vehiculo-electrico/>
- Electromovilidad. (2017). *Tipos de batería para coche eléctrico*. Recuperado el 4 de diciembre de 2017, de <http://electromovilidad.net/tipos-de-bateria-para-coche-electrico/>
- ENERGY, U. D. (agosto de 2015). <https://www.afdc.energy.gov/>. Obtenido de https://www.afdc.energy.gov/uploads/publication/hpev_spanish.pdf
- Fernández, S. (13 de Marzo de 2018). *Renault: La recarga del coche eléctrico no será un problema para la red eléctrica del futuro*. Obtenido de <https://corrienteelectrica.renault.es/la-recarga-del-coche-electrico-no-sera-un-problema-para-la-red-electrica-en-el-futuro/>
- Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. (2015). *Guía del Vehículo Eléctrico II*. Madrid, España. Recuperado el 1 de diciembre de 2017, de <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-del-Vehiculo-Elctrico-II-fenercom-2015.pdf>
- García Ruíz, M. (2015). *Pasado, presente y futuro de vehículos eléctricos*. Proyecto de grado presentado como requisito para optar el título como Tecnólogo en electricidad, Universidad Tecnológica de Pereira, Escuela de Tecnología Eléctrica. Recuperado el 1 de diciembre de 2017, de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5856/6292293G216.pdf?sequence=1>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja. (2012). *Plan Maestro de Movilidad del Cantón Loja 2012-2022*. Recuperado el 5 de diciembre de 2017, de http://www.loja.gob.ec/files/plan_movilidad_2012_-_2022.pdf
- Gómez, C. (2 de mayo de 2015). *Vehículos eléctricos, hacia un futuro sustentable*. Recuperado el 4 de diciembre de 2017, de [www.conacyt.gov.py: http://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/Autos-electricos.pdf](http://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/Autos-electricos.pdf)
- González, C. (22 de enero de 2016). *¿Cómo funciona un coche eléctrico?* Recuperado el 26 de noviembre de 2017, de https://cincodias.elpais.com/cincodias/2016/01/22/motor/1453453025_865094.html



- Híbridos y Eléctricos. (2 de julio de 2015). *Híbridos y Eléctricos: CIRCE, premiado por un proyecto de carga para vehículos eléctricos*. Recuperado el 4 de diciembre de 2017, de <http://www.hibridosyelectricos.com/articulo/actualidad/circe-premiado-proyecto-carga-vehiculos-electricos/20150702180335009728.html>
- Ibáñez, P. (10 de mayo de 2013). *El largo camino de 10 años de Tesla: invertir para recoger*. Recuperado el 1 de diciembre de 2017, de <https://www.xataka.com/automovil/el-largo-camino-de-10-anos-de-tesla-invertir-para-recoger>
- INEC. (2011). *Base de Datos – Censo de Población y Vivienda*. Recuperado el 5 de diciembre de 2017, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- Líderes. (Julio de 2016). *Líderes Redacción Quito: Cambiar gas por electricidad es viable económica y políticamente*. Obtenido de <https://www.revistalideres.ec/lideres/cambiar-gas-electricidad-viable-economica.html>
- Losada, S. (2014). *La Movilidad Eléctrica en los servicios urbanos: una realidad viable*. pág. 24.
- MAPFRE. (2017). *Cuestionario sobre vehículos eléctricos*. Recuperado el 5 de diciembre de 2017, de http://www.mapfre.com/ccm/content/documentos/cesvimap/ficheros/CUESTIONARIO_SOBRE_EL_VEHICULO_ELECTRICO_Usuario.pdf
- Martínez, J. A. (2012). *Vehículo eléctrico: análisis y prospectiva de factores tecnológicos y económicos*. Proyecto de fin de carrera, Universidad de Valladolid, Escuela de Ingenierías Industriales, Valladolid, España. Recuperado el 1 de diciembre de 2017, de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/6296/1/PFC-P-94.pdf>
- Mateo, A. R. (2010). *Evaluación del impacto de los vehículos eléctricos en las redes de distribución*.
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2018). *Energía.gob: Sector Eléctrico: experiencias de implementación de Smart Grid en América Latina*. Obtenido de <https://www.energia.gob.ec/sector-electrico-experiencias-de-implementacion-de-smart-grid-en-america-latina/>



- MotorPasion. (12 de octubre de 2016). *¿Cualquier casa puede tener un punto de recarga de vehículo eléctrico?* Recuperado el 4 de diciembre de 2017, de <https://www.motorpasion.com/n/cualquier-casa-puede-tener-un-punto-de-recarga-de-vehiculo-electrico>
- Movilidad Eléctrica. (23 de agosto de 2016). *Encuesta sobre el uso de vehículos enchufables en Noruega.* Recuperado el 5 de diciembre de 2017, de [movilidadelectrica.com: https://movilidadelectrica.com/encuesta-uso-vehiculos-enchufables-noruega/](https://movilidadelectrica.com/encuesta-uso-vehiculos-enchufables-noruega/)
- Movilidadelectrica. (1 de febrero de 2017). *Movilidad Electrica.com: La rentabilidad de los coches eléctricos depende del precio de las baterías.* Recuperado el 5 de diciembre de 2017, de <https://movilidadelectrica.com/la-rentabilidad-de-los-coches-electricos/>
- Murias, D. (24 de noviembre de 2015). *Antes de Tesla ya había coches eléctricos, viaja en el tiempo gracias a esta prueba del GM EV1.* Recuperado el 1 de diciembre de 2017, de <https://www.motorpasion.com/chevrolet/antes-de-tesla-ya-habia-coches-electricos-viaja-en-el-tiempo-gracias-a-esta-prueba-del-gm-ev1>
- Nava, M. (16 de febrero de 2017). *El camino de los vehículos eléctricos.* Recuperado el 4 de diciembre de 2017, de [www.bbvaesearch.com: https://www.bbvaesearch.com/wp-content/uploads/2017/02/170216_US_ElectricVehicles_esp.pdf](https://www.bbvaesearch.com/content/uploads/2017/02/170216_US_ElectricVehicles_esp.pdf)
- Navarro, F. (10 de Octubre de 2012). *Los coches eléctricos y su impacto sobre el medioambiente.* Obtenido de <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/los-coches-electricos-y-su-impacto-sobre-el-medioambiente/>
- Navas, N. (26 de diciembre de 2016). *¿Es rentable la red de carga de coches eléctricos?* (Diario El País) Recuperado el 5 de diciembre de 2017, de https://cincodias.elpais.com/cincodias/2016/12/25/empresas/1482664010_445911.html
- Noya, C. (25 de agosto de 2017). *Encuesta: ¿Cuál es la autonomía mínima para un coche eléctrico?* Recuperado el 5 de diciembre de 2017, de <http://forococheselectricos.com/2017/08/cual-es-la-autonomia-minima-para-un-coche-electrico.html>



- Observatorio Tecnológico de la Energía, España. (12 de Enero de 2012). *Mapa tecnológico: Movilidad eléctrica*. Recuperado el 5 de diciembre de 2017, de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Movilidad_Electrica_AC_C_c603f868.pdf
- Orbea, L., Toapaxi, J., & Guano, C. (2017). Análisis de incentivos y proyecciones del vehículo 100% eléctrico en el Ecuador. *INNOVA Research Journal*, 112-124.
- Parlamento Europeo. (2010). *El futuro del transporte sostenible de pasajeros*. Recuperado el 5 de diciembre de 2017, de [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2010/431579/IPOL-TRAN_NT\(2010\)431579_ES.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2010/431579/IPOL-TRAN_NT(2010)431579_ES.pdf)
- Programa de las naciones unidas para el medio ambiente. (2007). *Perspectivas del medio ambiente urbano: GEO Loja*. Loja: PNUMA.
- Renault.es. (2017). *¿Qué tipos de baterías existen en los coches eléctricos?* Recuperado el 4 de diciembre de 2017, de <https://corrienteelectronica.renault.es/tipos-de-bateria-para-coche-electrico/>
- Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico. (2016). *El vehículo eléctrico: definición y tipos*. Recuperado el 1 de diciembre de 2017, de <https://www.evwind.com/sobre-el-vehiculo-electrico/definicion-y-tipos/>
- Roca, J. (18 de Diciembre de 2017). *El periódico de la energía: Así es el impacto de los coches eléctricos en el mercado de baterías, la red eléctrica y la demanda de petróleo*. Obtenido de <https://elperiodicodelaenergia.com/asi-es-el-impacto-de-los-coches-electricos-en-el-mercado-de-baterias-la-red-electrica-y-la-demanda-de-petroleo/>
- Sanz Arnaiz, I. (2015). *Análisis de la evolución y el impacto de los vehículos eléctricos en la economía europea*. Trabajo de Titulación de Maestría, Universidad Pontificia de Comillas, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Madrid, España. Recuperado el 5 de diciembre de 2017, de <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/3803/TFG001112.pdf>
- SENPLADES. (2012). *Transformación de la Matriz Productiva*. Quito: SENPLADES.
- Tesla. (2017). *Tesla Factory*. Recuperado el 1 de diciembre de 2017, de https://www.tesla.com/es_ES/factory



- Treneando. (15 de noviembre de 2015). *Siemens y los 130 años del primer tren eléctrico*. Recuperado el 1 de diciembre de 2017, de <https://treneando.com/2009/11/15/siemens-y-los-130-anos-del-primer-tren-electrico/>
- VEC. (2017). Ecuador se une a la movilidad sostenible con 30 taxis eléctricos BYD. *Movilidad Eléctrica y Sostenible*.
- Vélez , J. (2017). *Análisis y Estimación de la demanda Eléctrica con la implementación de vehículos Eléctricos conectados a una Red de Distribución en Cuenca y el Ecuador*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- YouBioit. (14 de Octubre de 2015). *Historia del automóvil - Parte 3*. Recuperado el 1 de diciembre de 2017, de <https://www.youbioit.com/es/article/informacion-compartida/25509/historia-del-automovil-parte-3>



ANEXOS

Anexo 1.1 Encuesta sobre el uso de VE como transporte público



UNIVERSIDAD DE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**“IMPLEMENTACIÓN Y USO DE AUTOS ELÉCTRICOS EN EL
TRANSPORTE PÚBLICO Y SU IMPACTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN,
LOJA 2017”**

Encuesta sobre el uso de VE como transporte público

Número de Formulario:

P_01 : Nombre y Apellido del Conductor: _____

P_02 : Edad: _____ años

P_03: Sexo: 1. Masculino 2. Femenino

P_04 : ¿Qué tiempo de recarga necesita el vehículo? _____ minutos

P_05 : En comparación con un vehículo a gasolina, considera que el costo del mantenimiento es:

1. Más económico 2. Igual 3. Más caro

P_06 : ¿Cuál es el consumo diario promedio de energía del vehículo? _____ KWh

P_07 : ¿Cuánto dura la carga en su vehículo? _____ horas



P_08 : ¿Cuál es el recorrido diario que realiza usted durante una jornada usual de trabajo con el vehículo?

_____ Km

P_09 : ¿Cuál cree que es el mayor inconveniente del vehículo eléctrico?

1. Autonomía 2. Precio 3. Recarga

P_10 : ¿En qué grado considera usted que afectan los siguientes factores al momento de comprar un auto eléctrico? MARCAR CON X LA RESPUESTA DEL CONDUCTOR ENTREVISTADO

Ítem	¿En qué magnitud considera que afecta la decisión de compra?			
	1. No afecta	2. Afecta un poco	3. Afecta pero no es decisivo	4. Afecta mucho
10.1 Costo del vehículo				
10.2 Duración de la batería				
10.3 Disponibilidad de estaciones de carga				
10.4 Costo del mantenimiento				
10.5 Impacto ecológico de la batería				
10.6 Ausencia del sonido del motor				
10.7 Tiempo de carga de la batería				
10.8 Desconfianza en nuevas tecnologías				

P_11 : ¿Considera usted que el Sistema Eléctrico Nacional está preparado para cubrir la demanda de los vehículos eléctricos si el uso de éstos se masificara en el país?

1. Sí 2. No

P_12 : ¿Cómo evalúa usted el impacto del uso de transporte público con vehículos eléctricos en la ciudad de Loja?

1. Muy Malo 2. Malo 3. Ni malo, Ni bueno 4. Bueno 5. Muy bueno

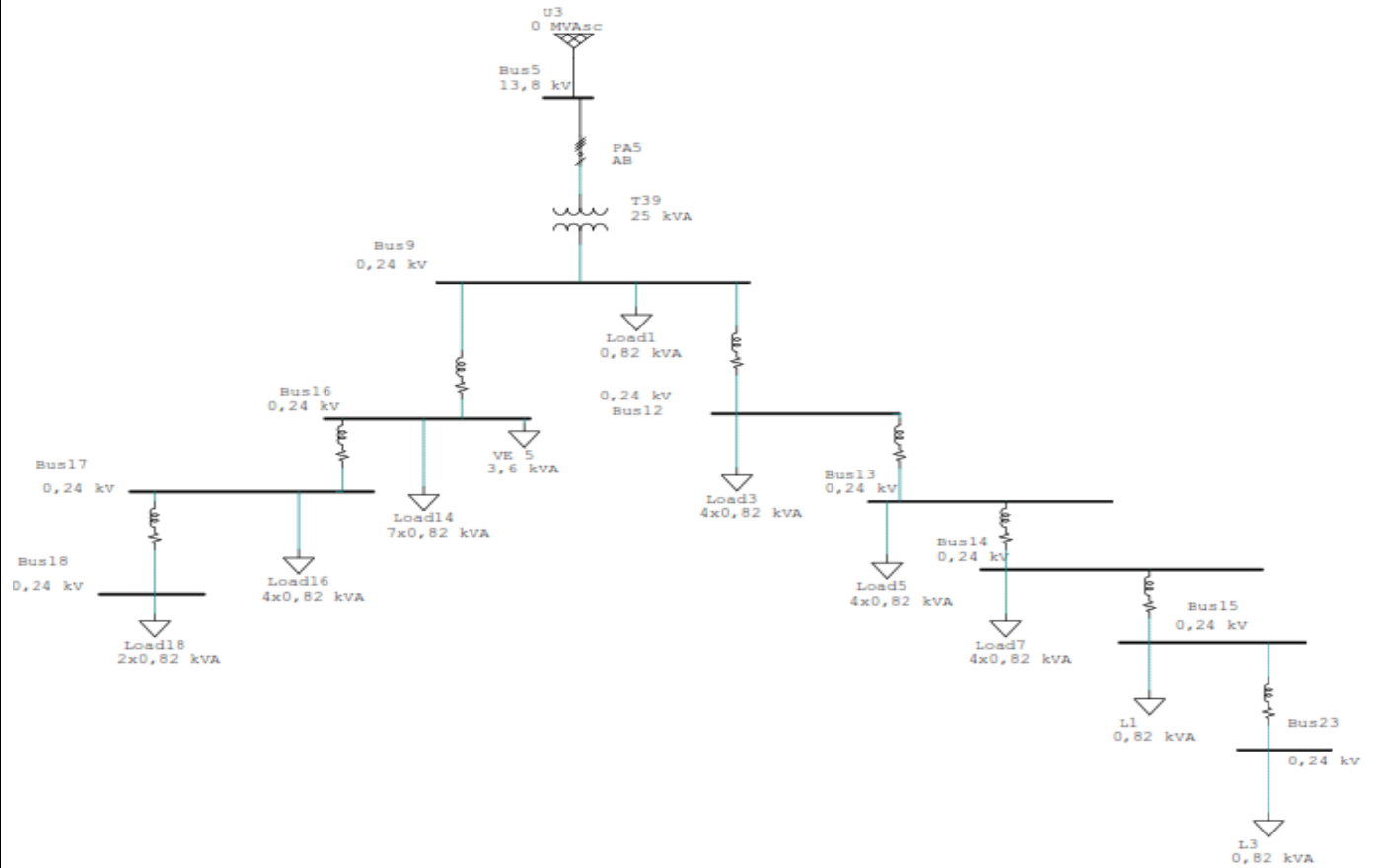
Anexo 2.1 Tarifas Energéticas

RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/kW-mes)	ENERGÍA (USD/kWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/CONSUMIDOR)	
NIVEL TENSIÓN				
BAJA TENSIÓN CON DEMANDA HORARIA				
COMERCIALES				
	4,790		1,414	
07h00 hasta 22h00		0,090		
22h00 hasta 07h00		0,072		
INDUSTRIALES				
	4,790			
07h00 hasta 22h00		0,065		
22h00 hasta 07h00		0,069		
E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS, SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES				
	4,790			
07h00 hasta 22h00		0,080		
22h00 hasta 07h00		0,066		
BOMBEO AGUA				
	4,790			
07h00 hasta 22h00		0,070		
22h00 hasta 07h00		0,056		
NIVEL TENSIÓN				
BAJA TENSIÓN CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA				
BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE				
	2,620		1,414	
L-V 08h00 hasta 18h00		0,056		
L-V 18h00 hasta 22h00		0,095		
L-V 22h00 hasta 08h00		0,045		
S, D 18h00 hasta 22h00		0,056		
VEHICULOS ELÉCTRICOS				
	4,050			
L-V 08h00 hasta 18h00		0,080		
L-D 18h00 hasta 22h00		0,100		
L-D 22h00 hasta 08h00		0,050		
SyD 08h00 hasta 18h00		0,050		
BAJA Y MEDIA TENSIÓN				
BOMBEO AGUA-COMUNIDADES CAMPESINAS DE ESCASOS RECURSOS ECONÓMICOS SIN FINES DE LUCRO				
			0,700	
1 – 300 Superior		0,040		
		0,040		
ASISTENCIA SOCIAL, BENEFICIO PÚBLICO Y CULTO RELIGIOSO CON DEMANDA				
	3,000	0,065	1,414	
ASISTENCIA SOCIAL Y BENEFICIO PÚBLICO CON DEMANDA HORARIA				
	3,000			
07h00 hasta 22h00		0,065		
22h00 hasta 07h00		0,054		
NIVEL TENSIÓN				
MEDIA TENSIÓN CON DEMANDA				
COMERCIALES				
	4,790	0,095	1,414	
INDUSTRIALES				
	4,790	0,083		
E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS, SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES				
	4,790	0,071		
BOMBEO AGUA				

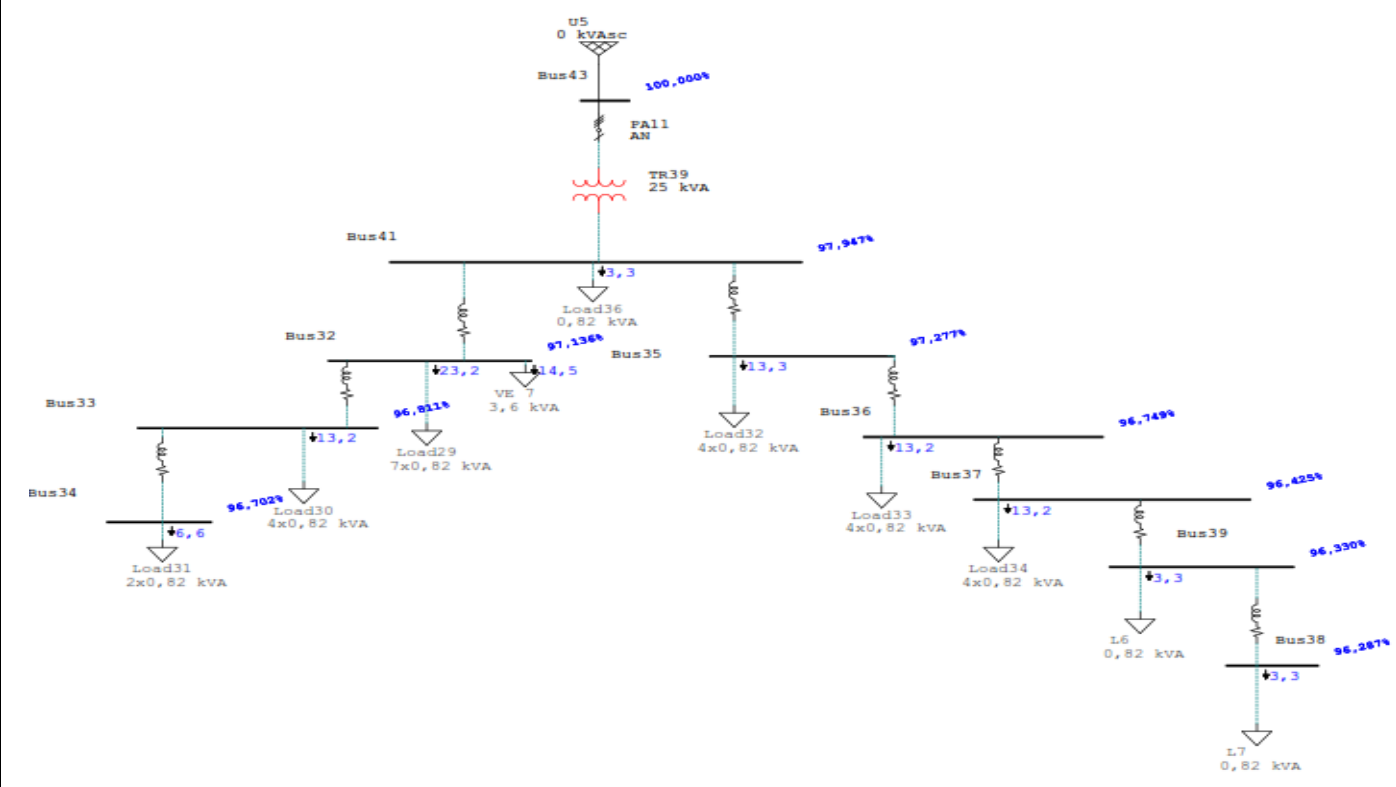
	4,790	0,061	
NIVEL TENSIÓN	MEDIA TENSIÓN CON DEMANDA HORARIA		
	COMERCIALES		
	4,576		1,414
07h00 hasta 22h00		0,095	
22h00 hasta 07h00		0,077	
	E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS, SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES		
	4,576		
07h00 hasta 22h00		0,071	
22h00 hasta 07h00		0,059	
	BOMBEO AGUA		
	4,576		
07h00 hasta 22h00		0,061	
22h00 hasta 07h00		0,049	
NIVEL TENSIÓN	MEDIA TENSIÓN CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA		
	BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE		
	2,620		1,414
L-V 08h00 hasta 18h00		0,043	
L-V 18h00 hasta 22h00		0,073	
L-V 22h00 hasta 08h00		0,034	
S,D 18h00 hasta 22h00		0,043	
	ESTACIÓN DE CARGA RÁPIDA		
	4,050		
L-V 08h00 hasta 18h00		0,069	
L-D 18h00 hasta 22h00		0,086	
L-D 22h00 hasta 08h00		0,043	
SyD 8h00 hasta 18h00			
	INDUSTRIALES		
	4,576		
L-V 08h00 hasta 18h00		0,0897	
L-V 18h00 hasta 22h00		0,1037	
L-V 22h00 hasta 08h00		0,0501	
S,D,F 18h00 hasta 22h00		0,0897	



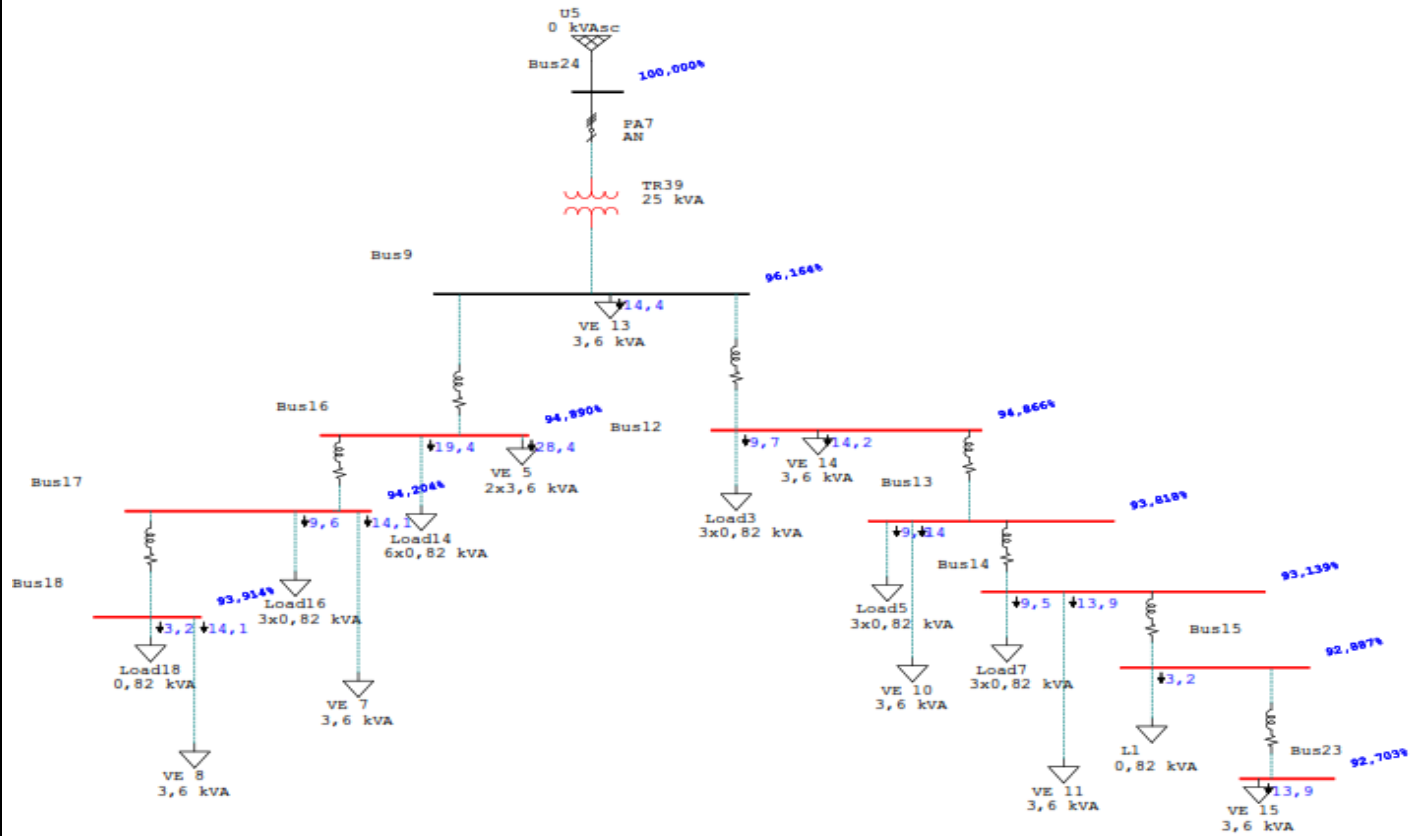
UNIFILAR



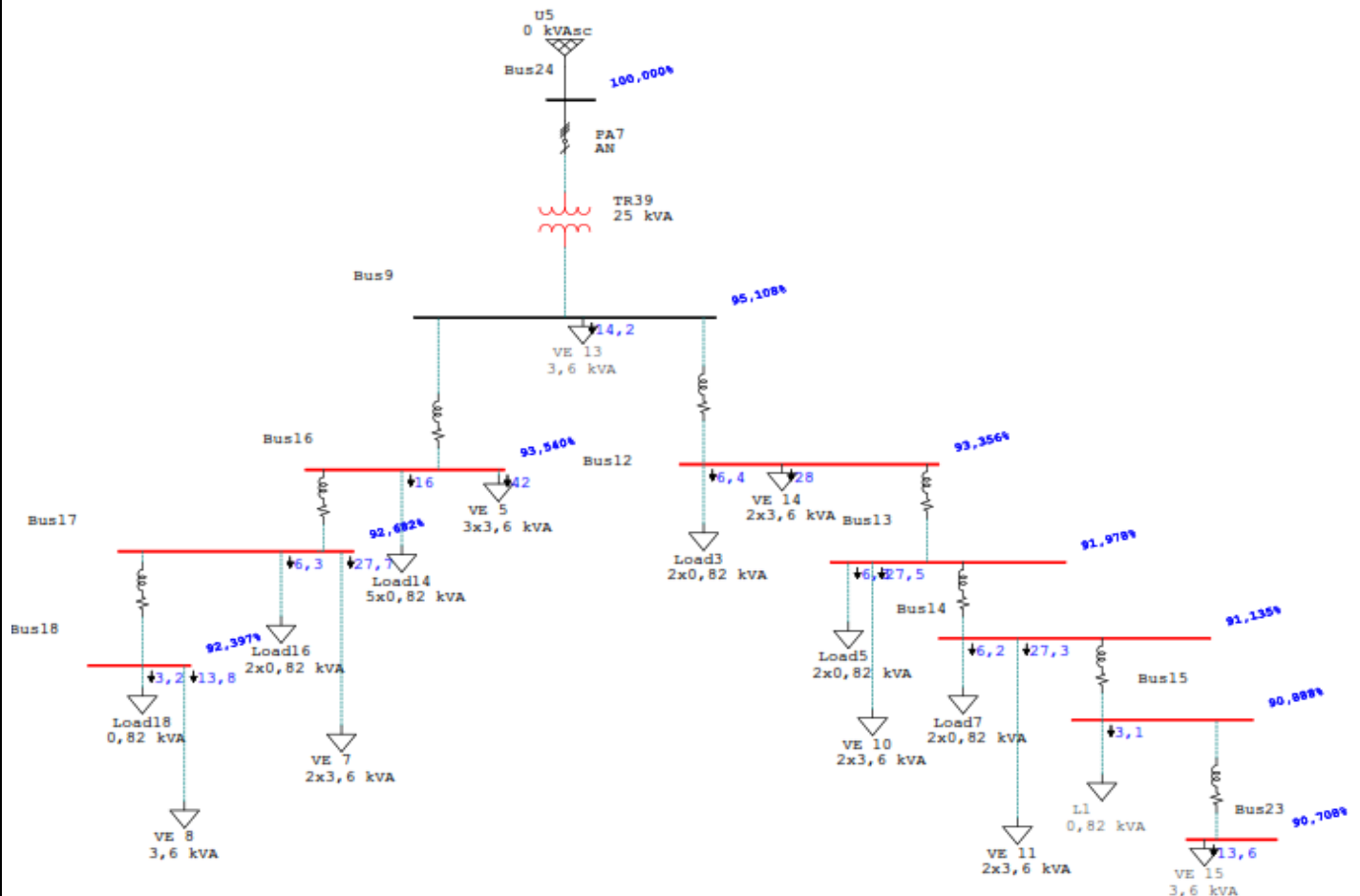
FLUJO ACTUAL



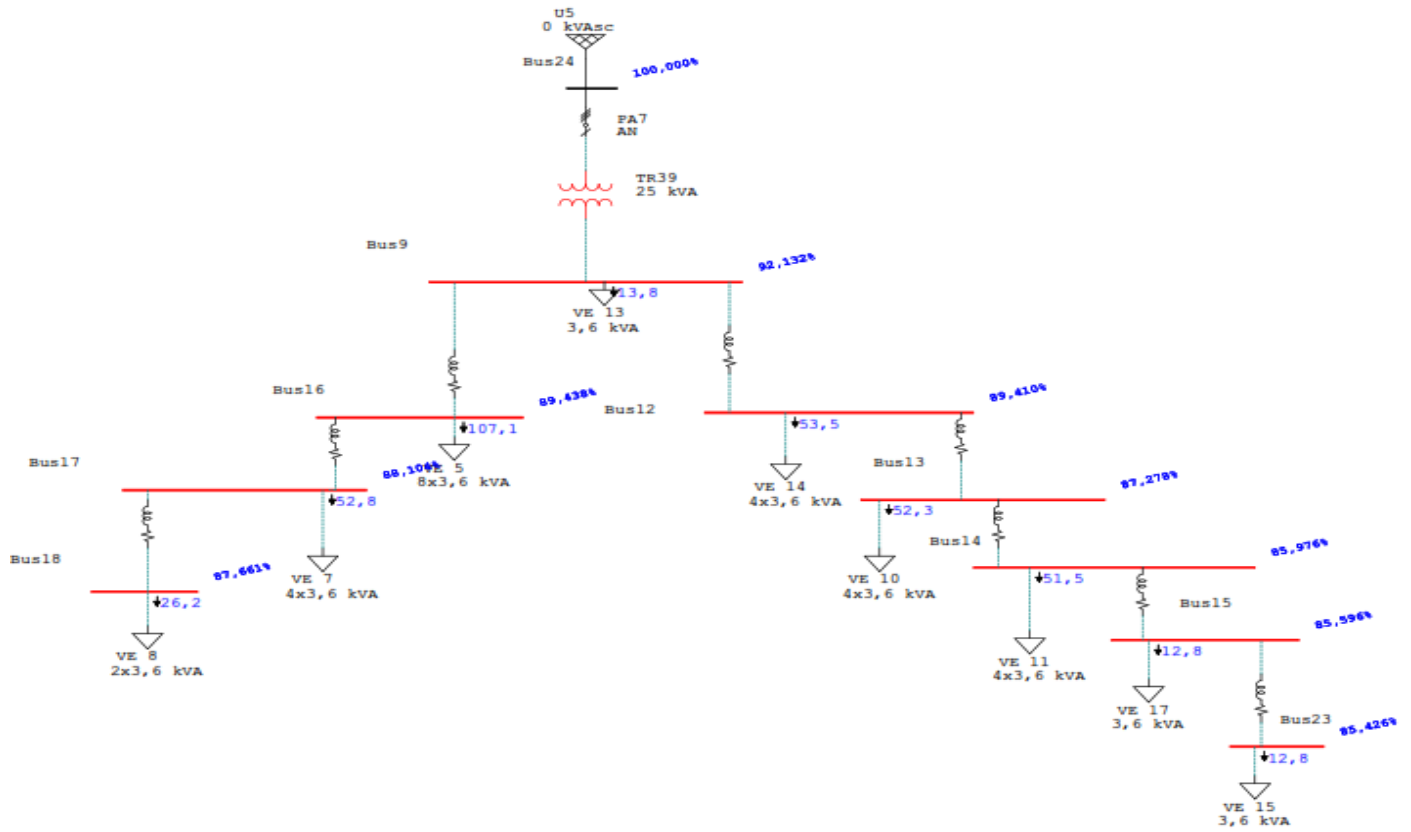
FLUJO 30%



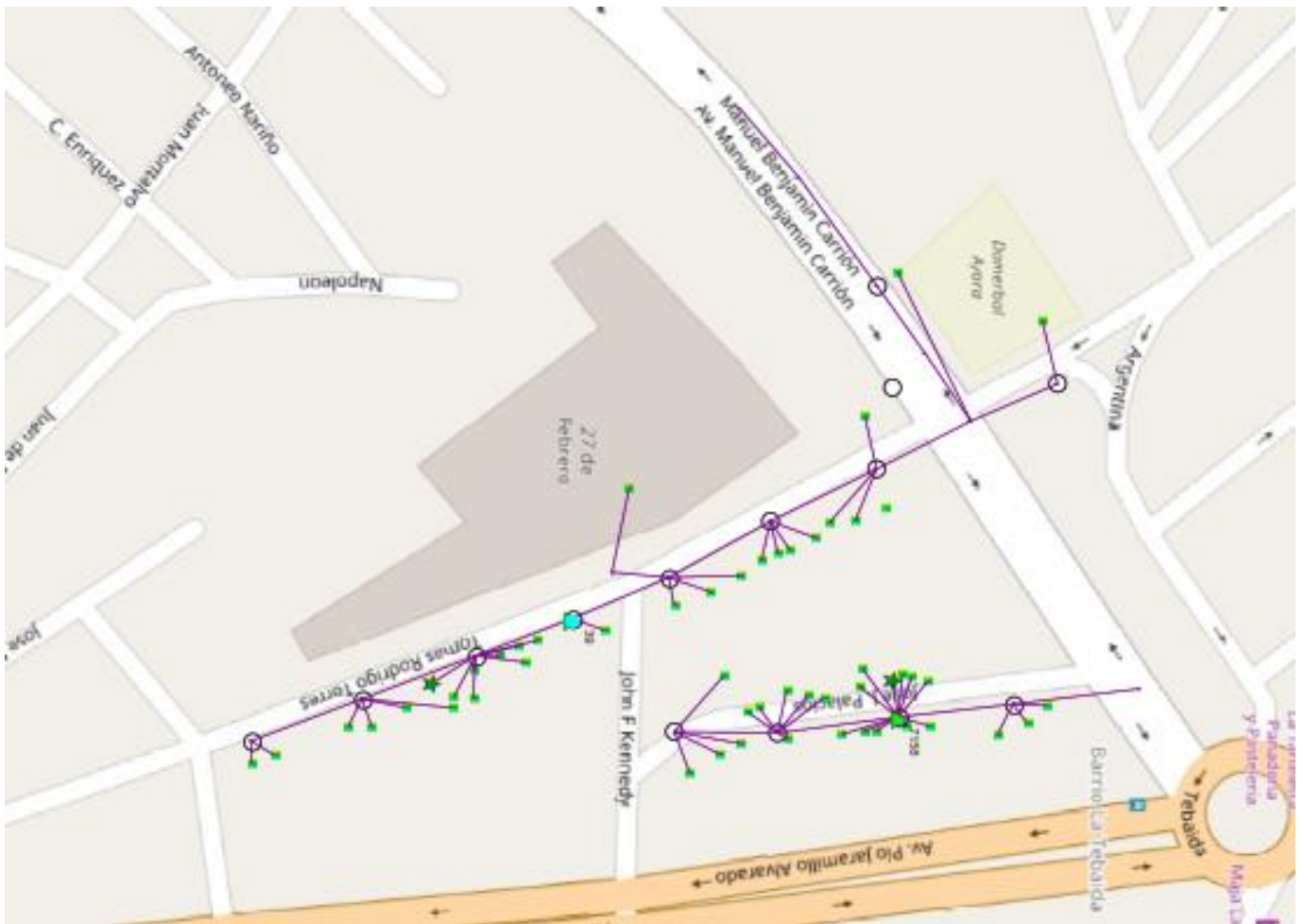
FLUJO 50%



FLUJO 100%

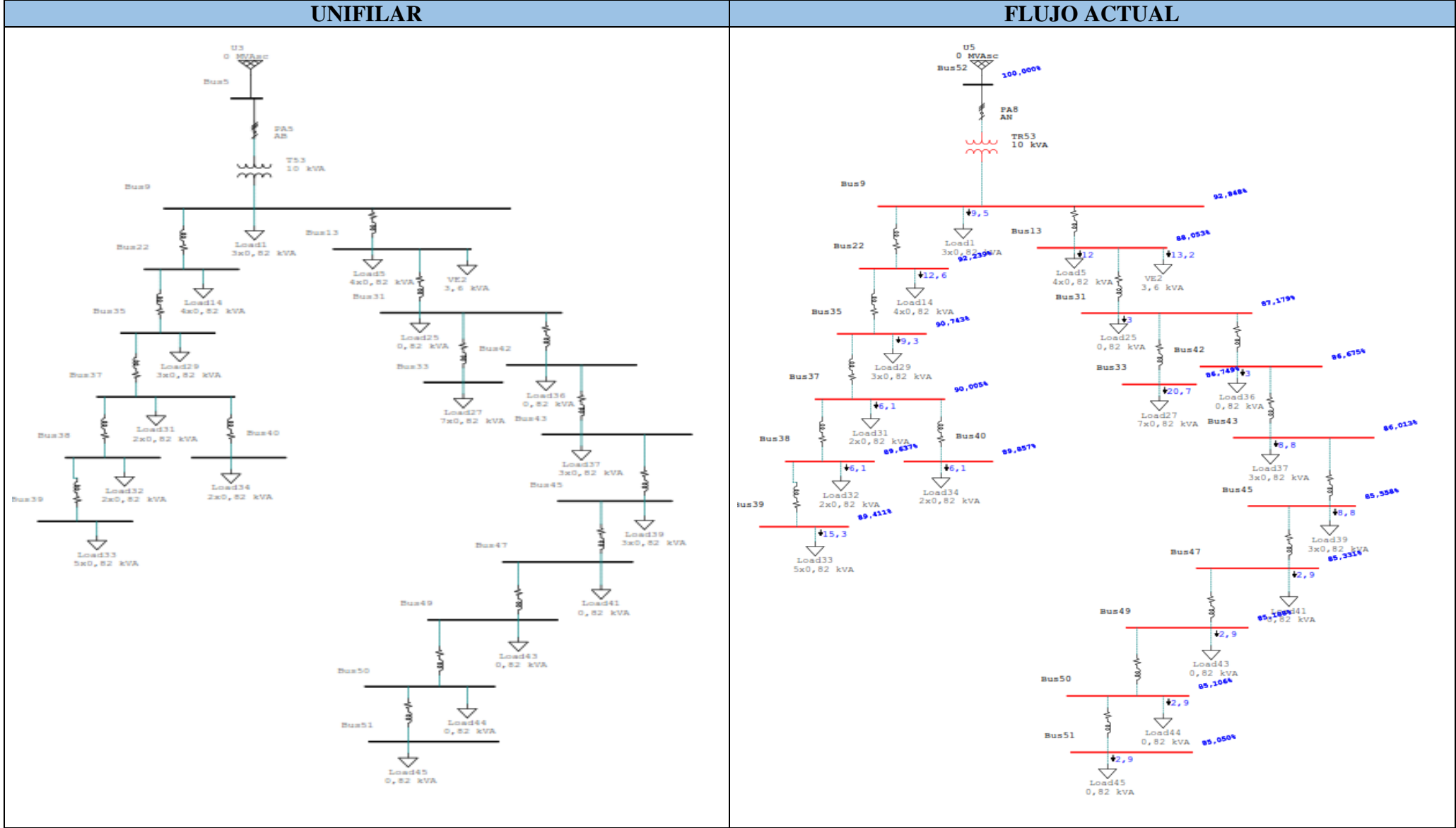


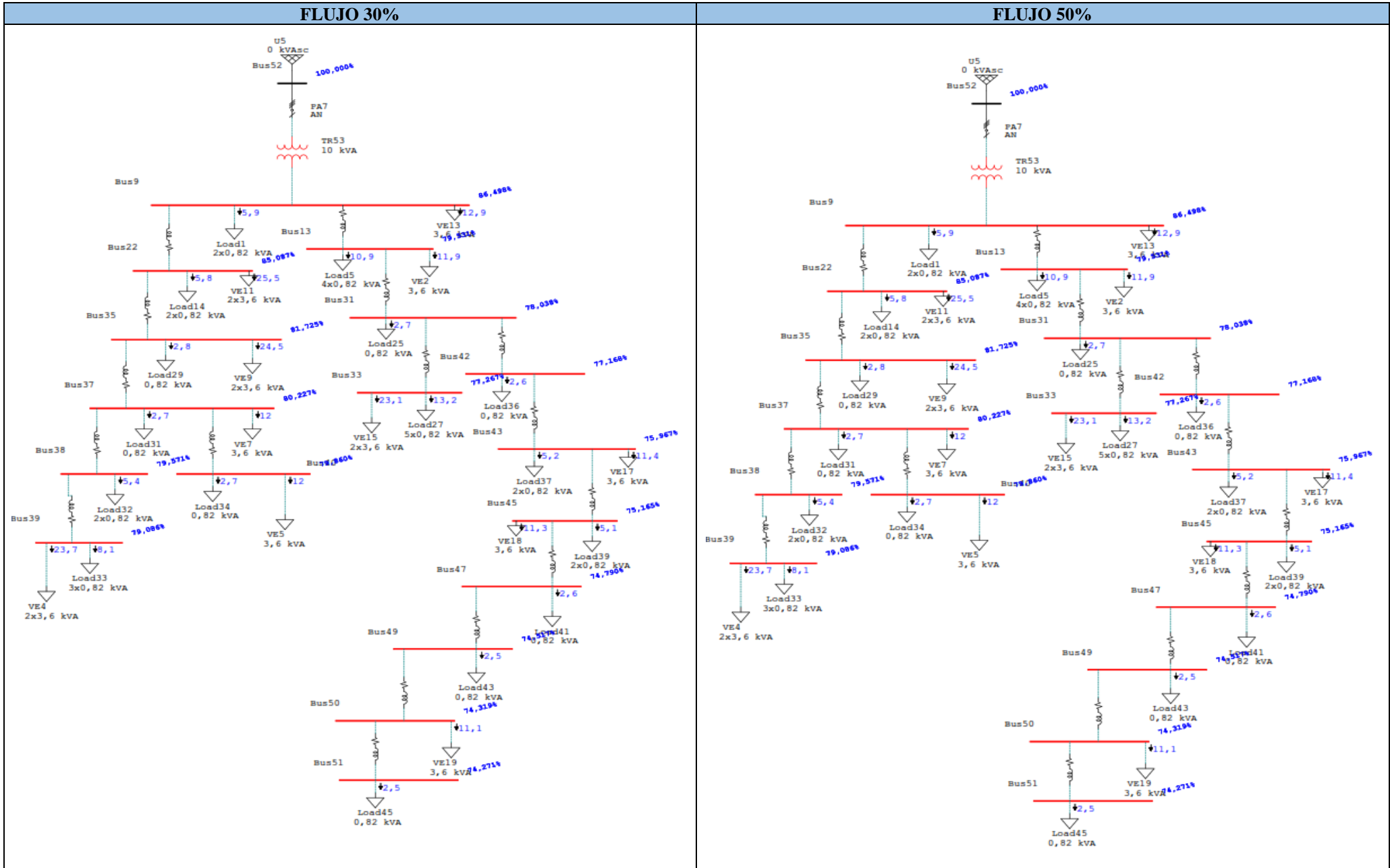
PLANO



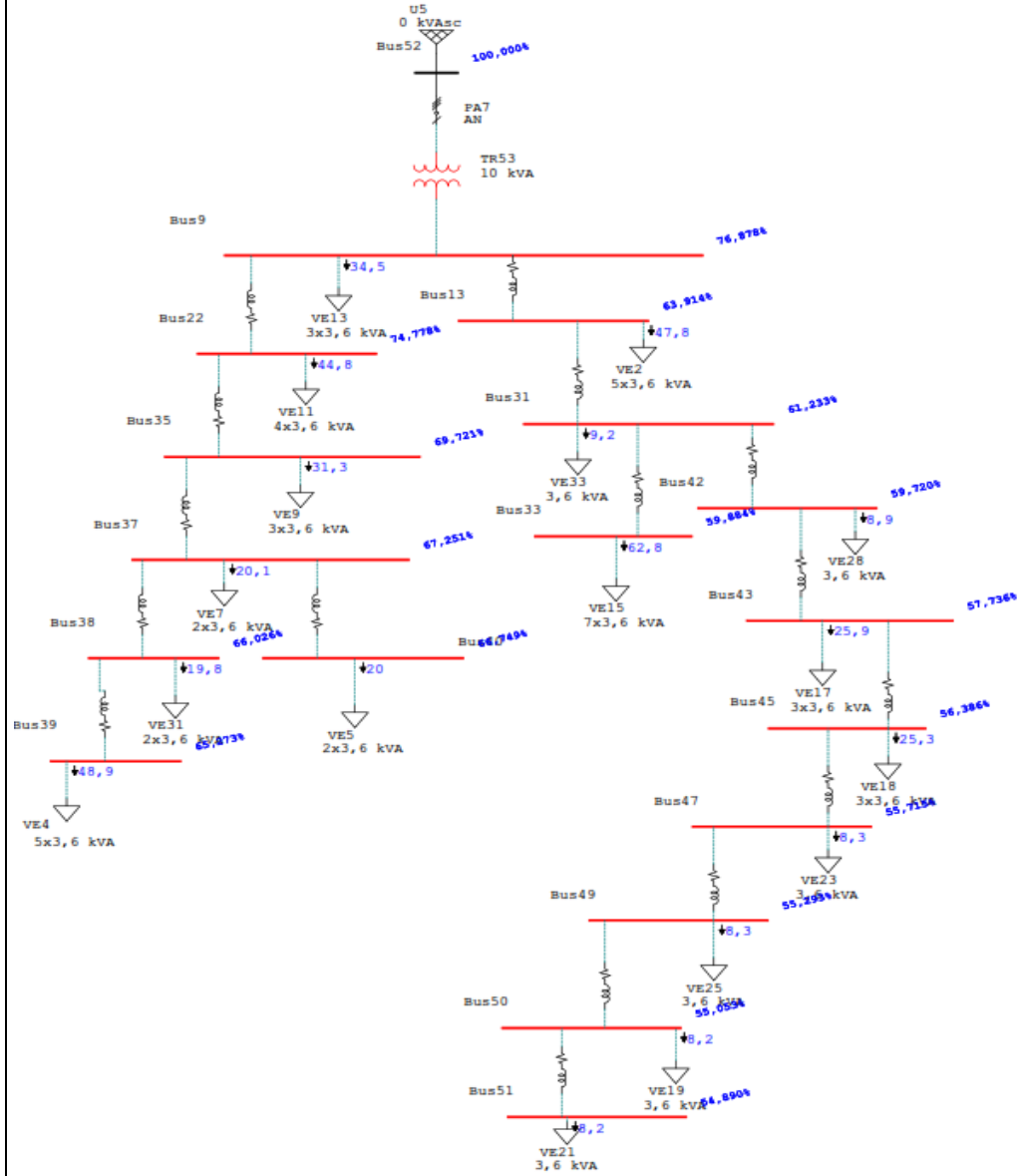


Anexo 2.3 Transformador 53

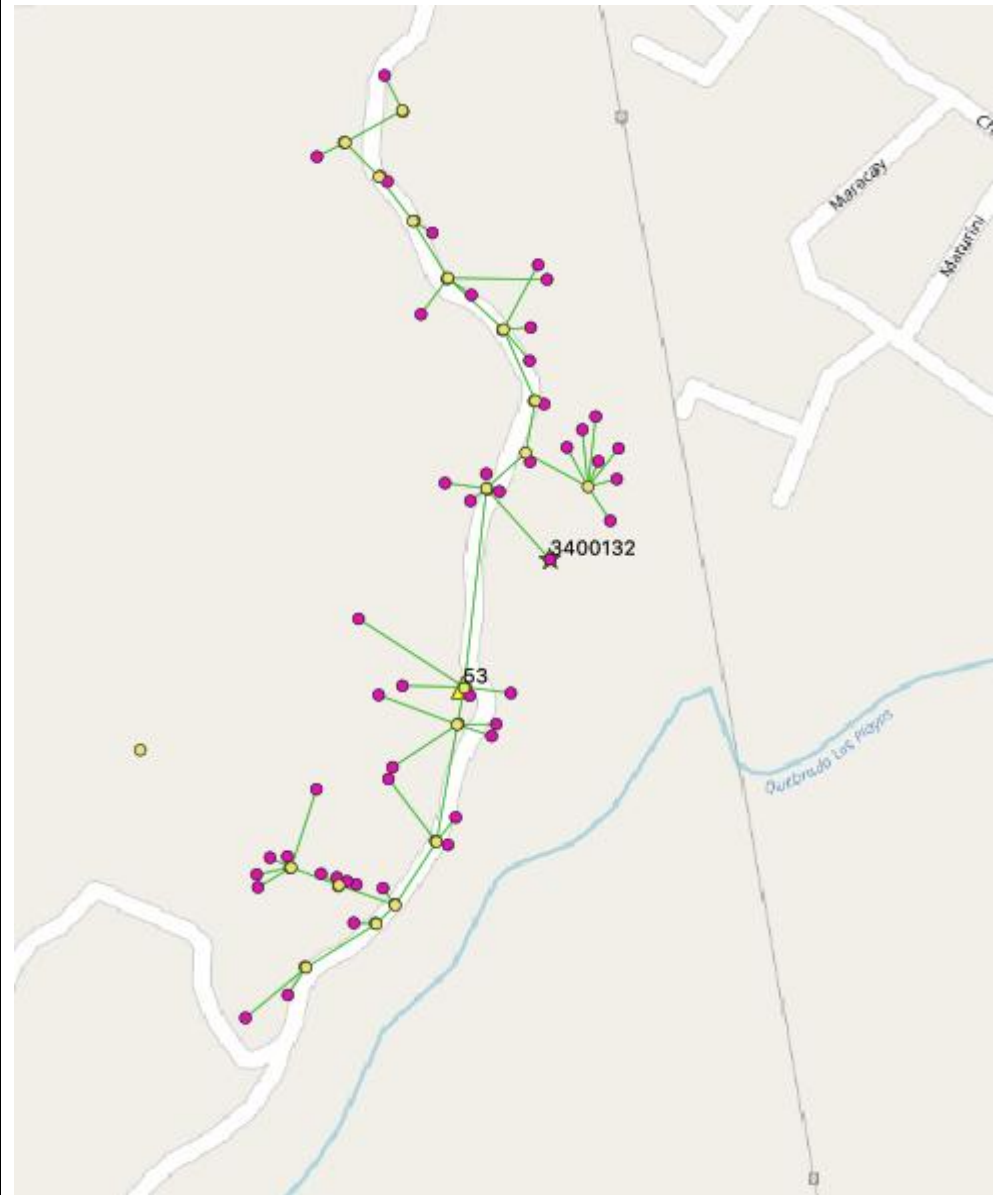




FLUJO 100%



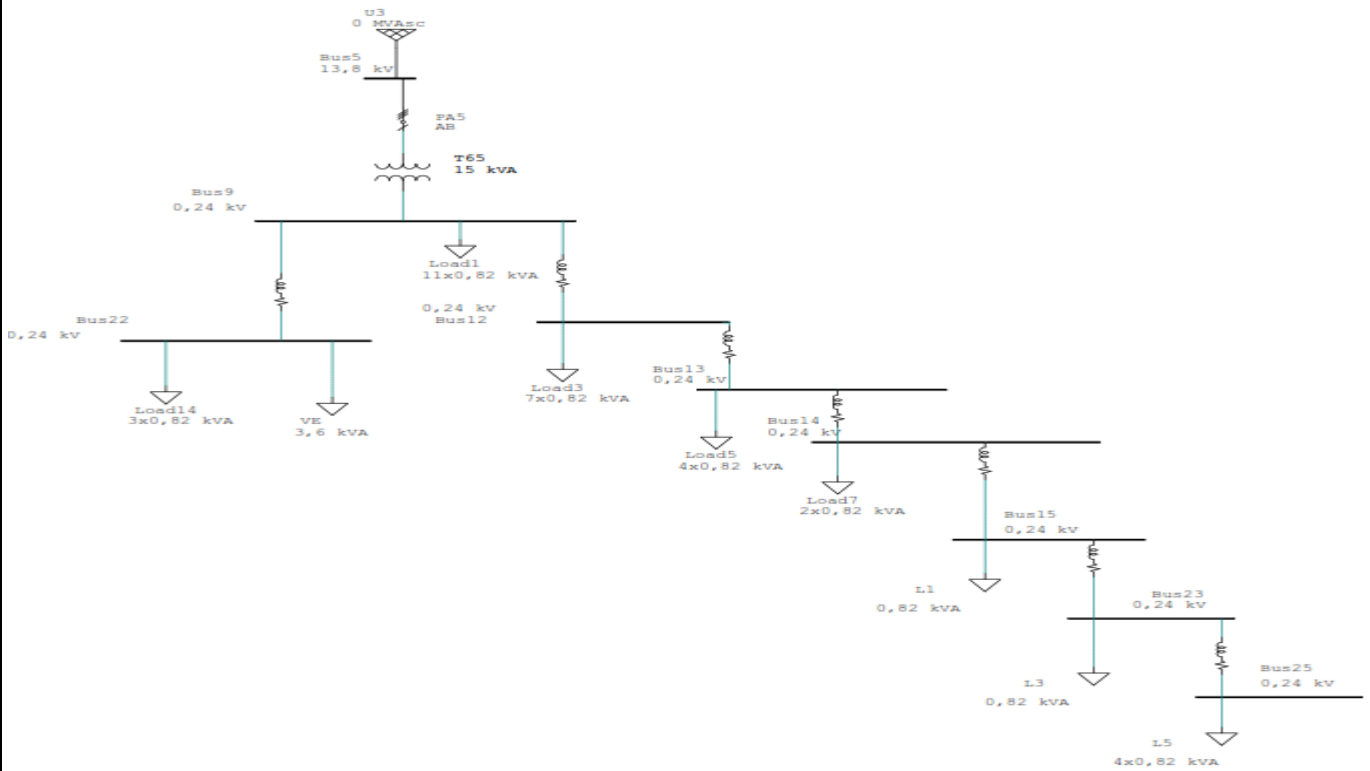
PLANO



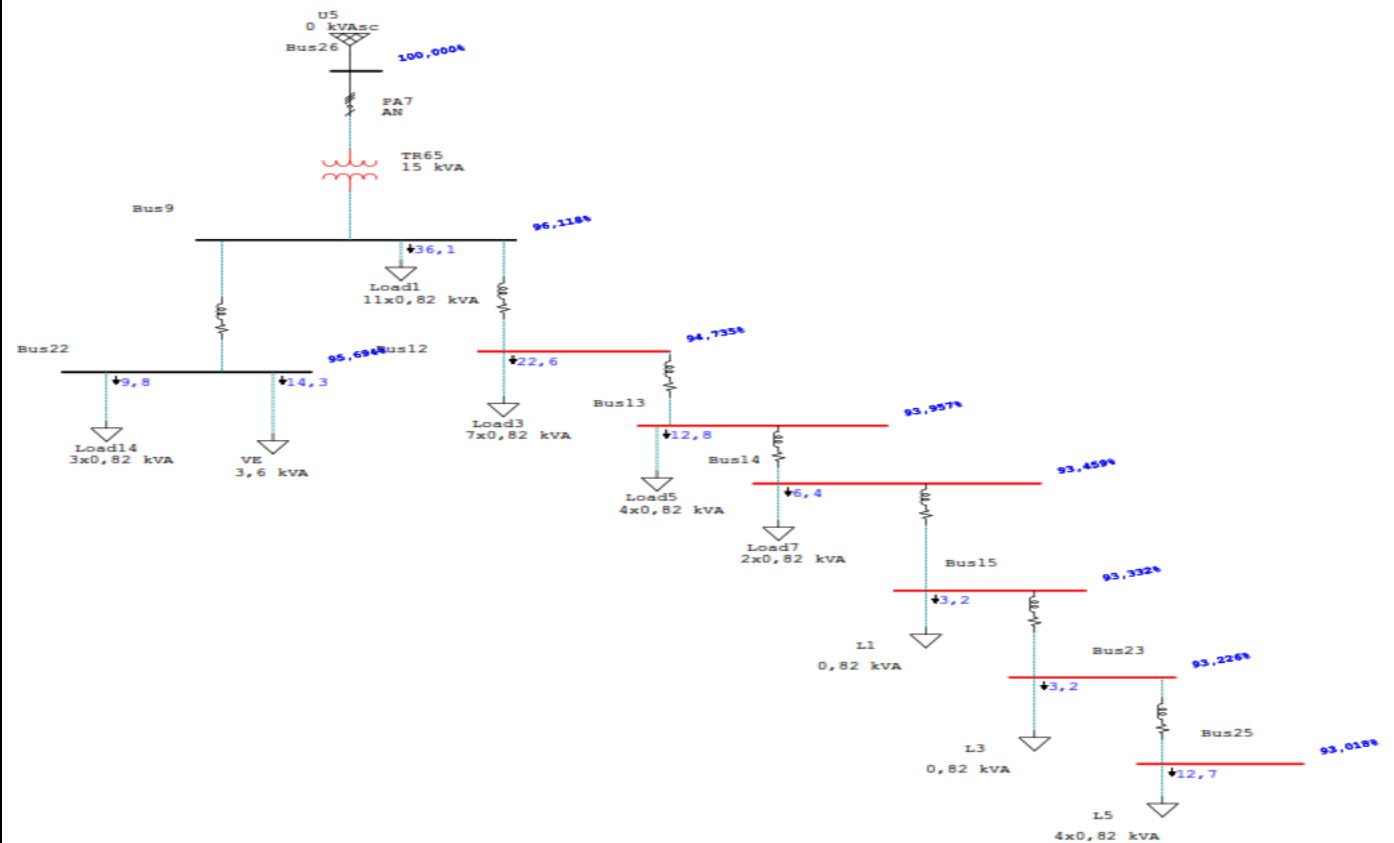


Anexo 2.4 Transformador 65

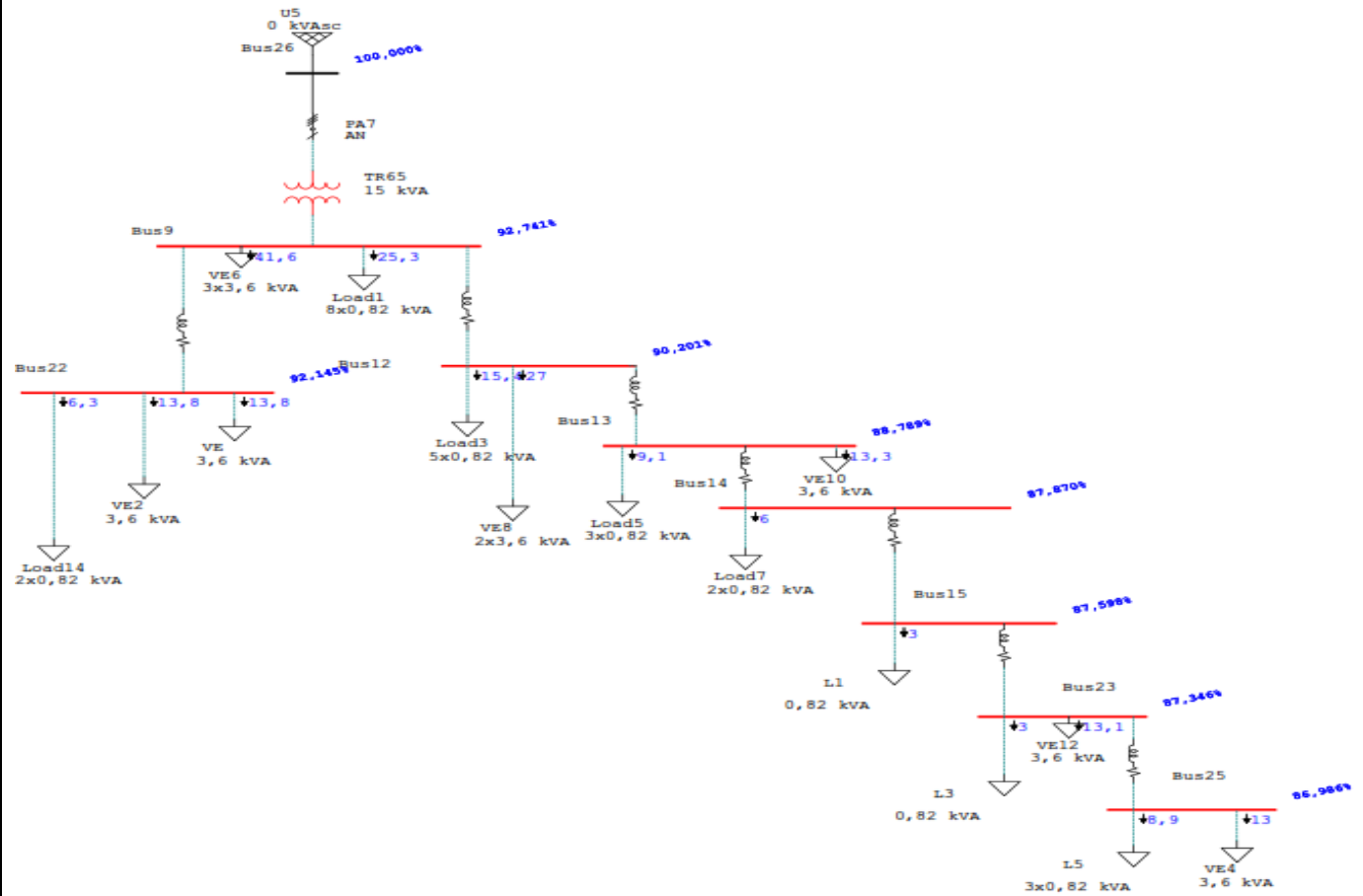
UNIFILAR



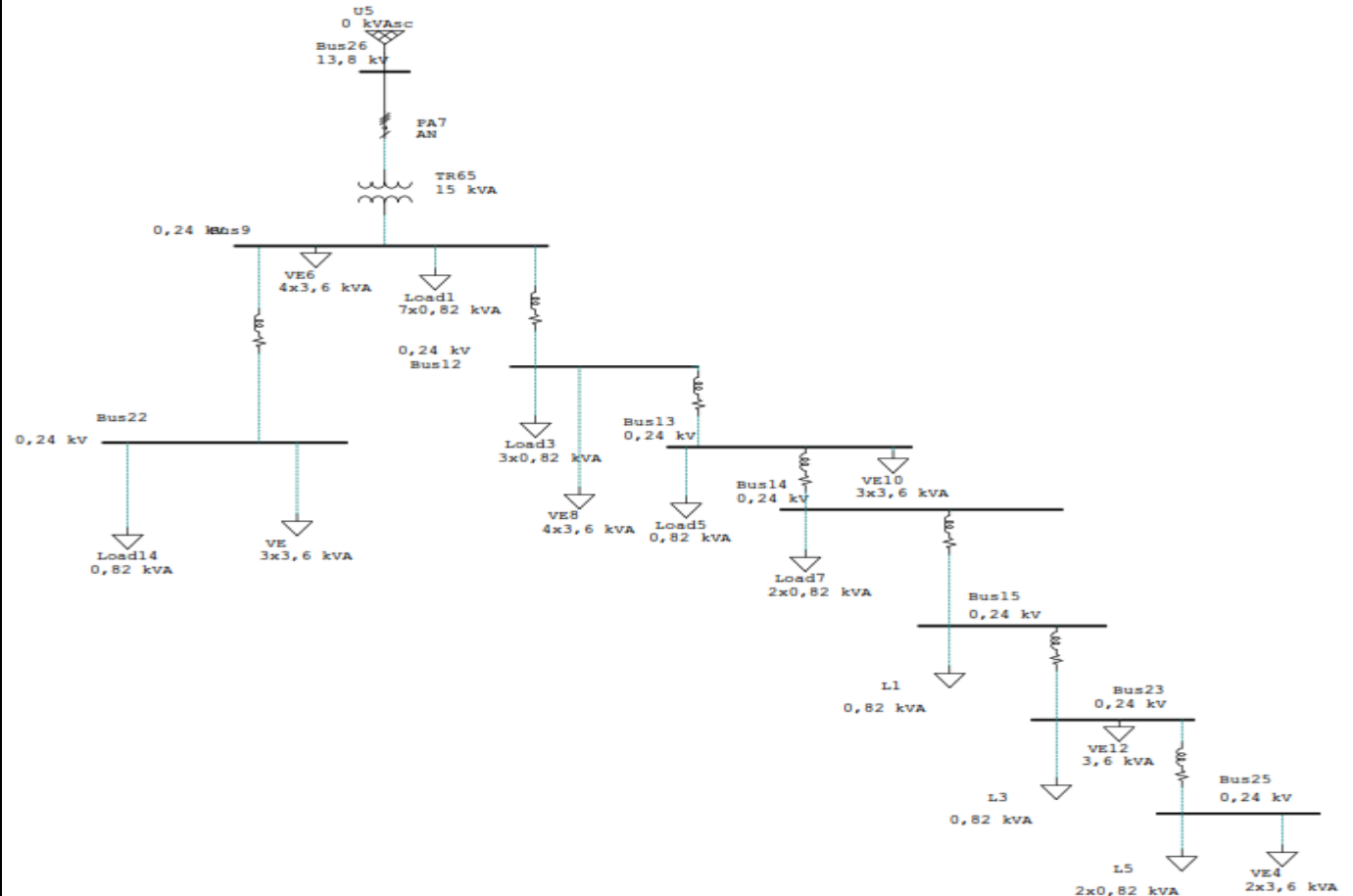
FLUJO ACTUAL



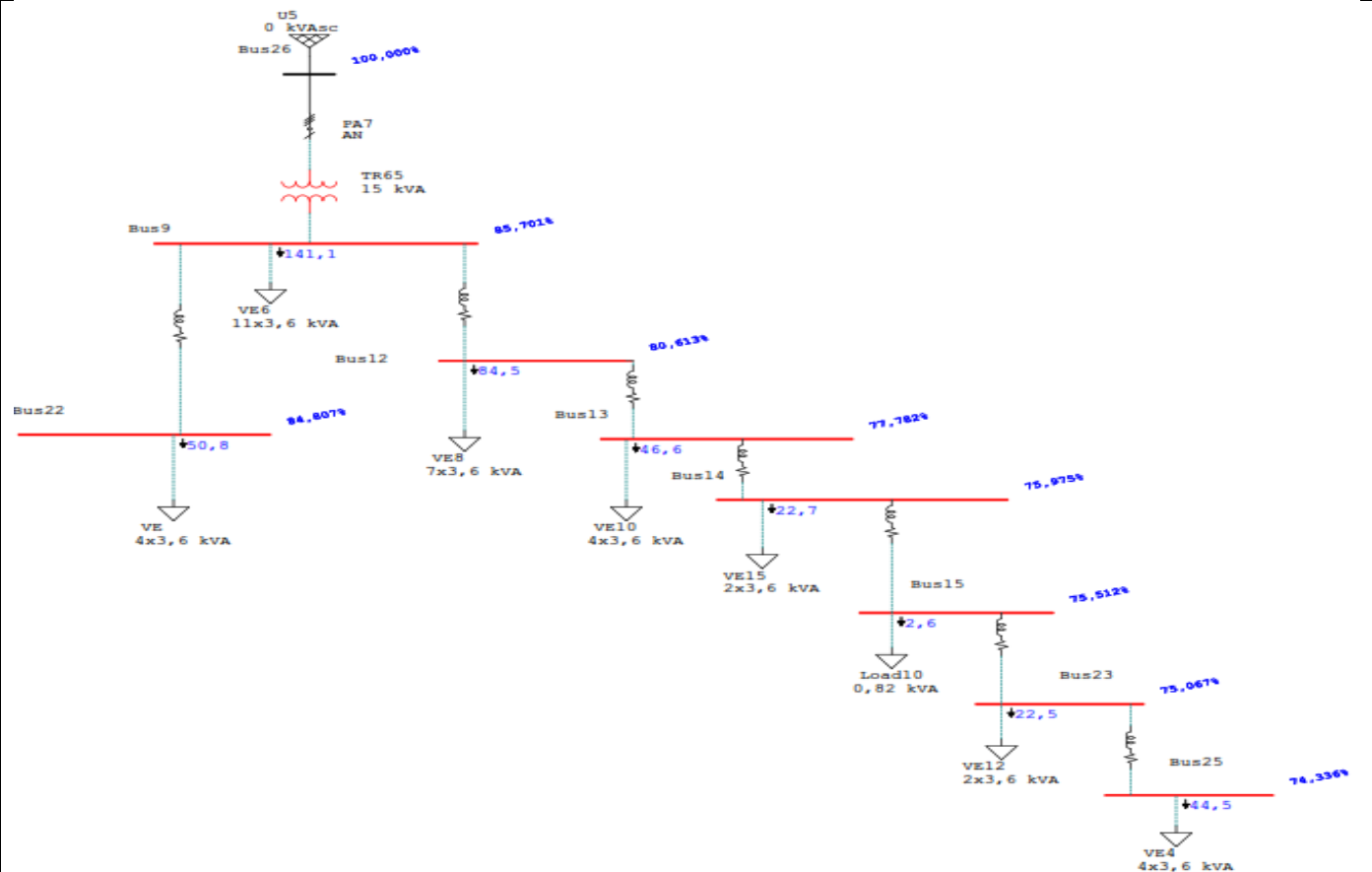
FLUJO 30%



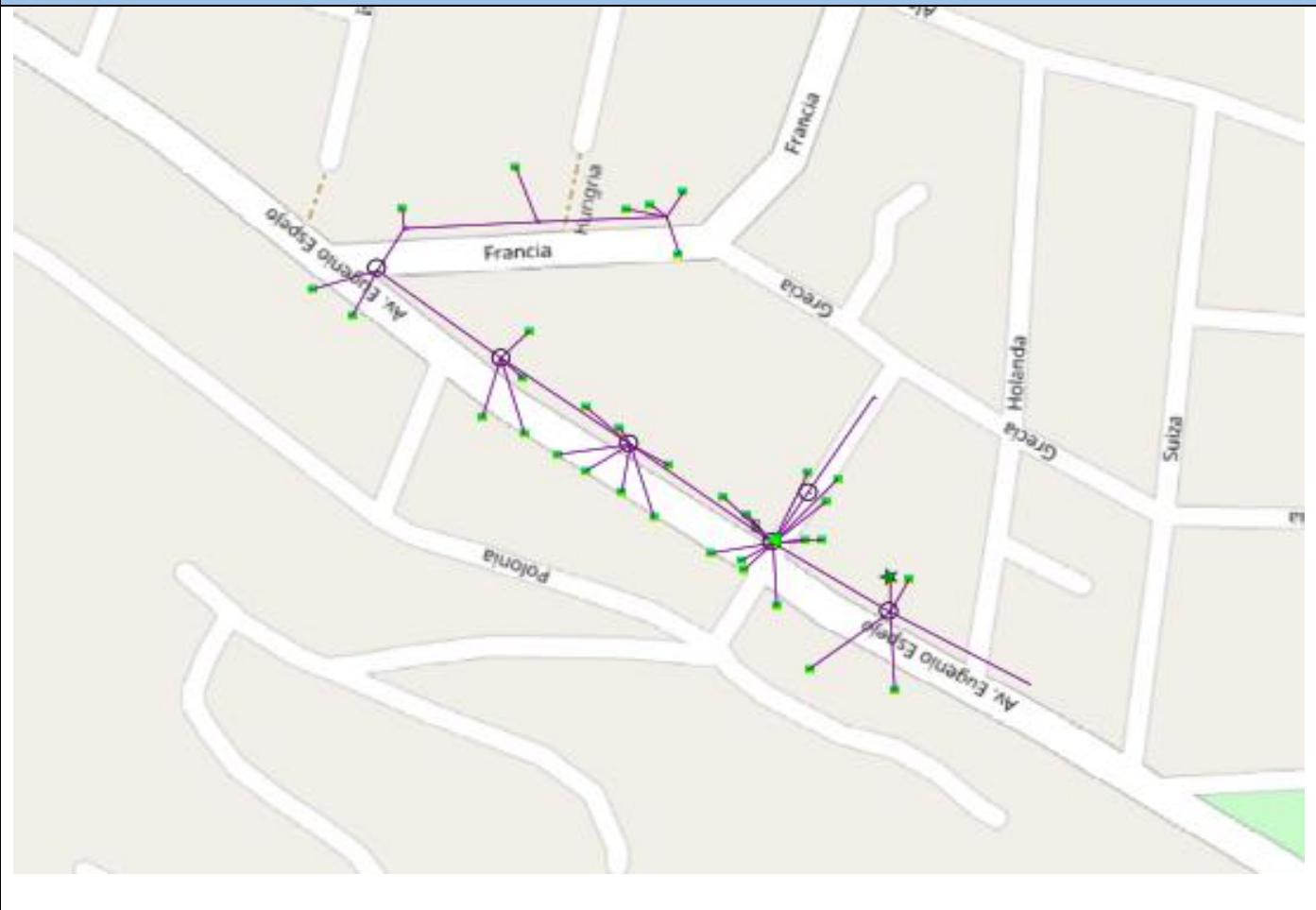
FLUJO 50%



FLUJO 100%

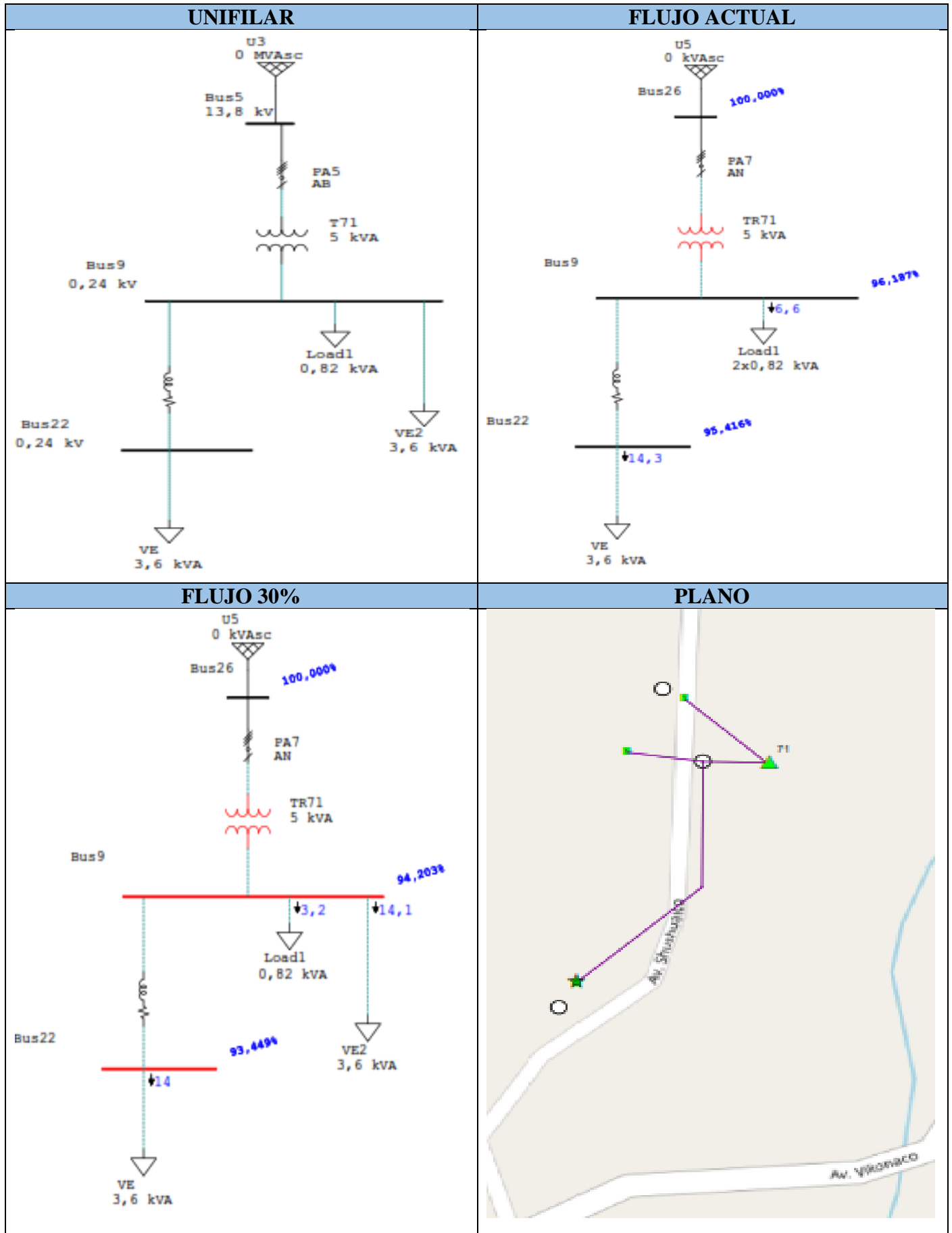


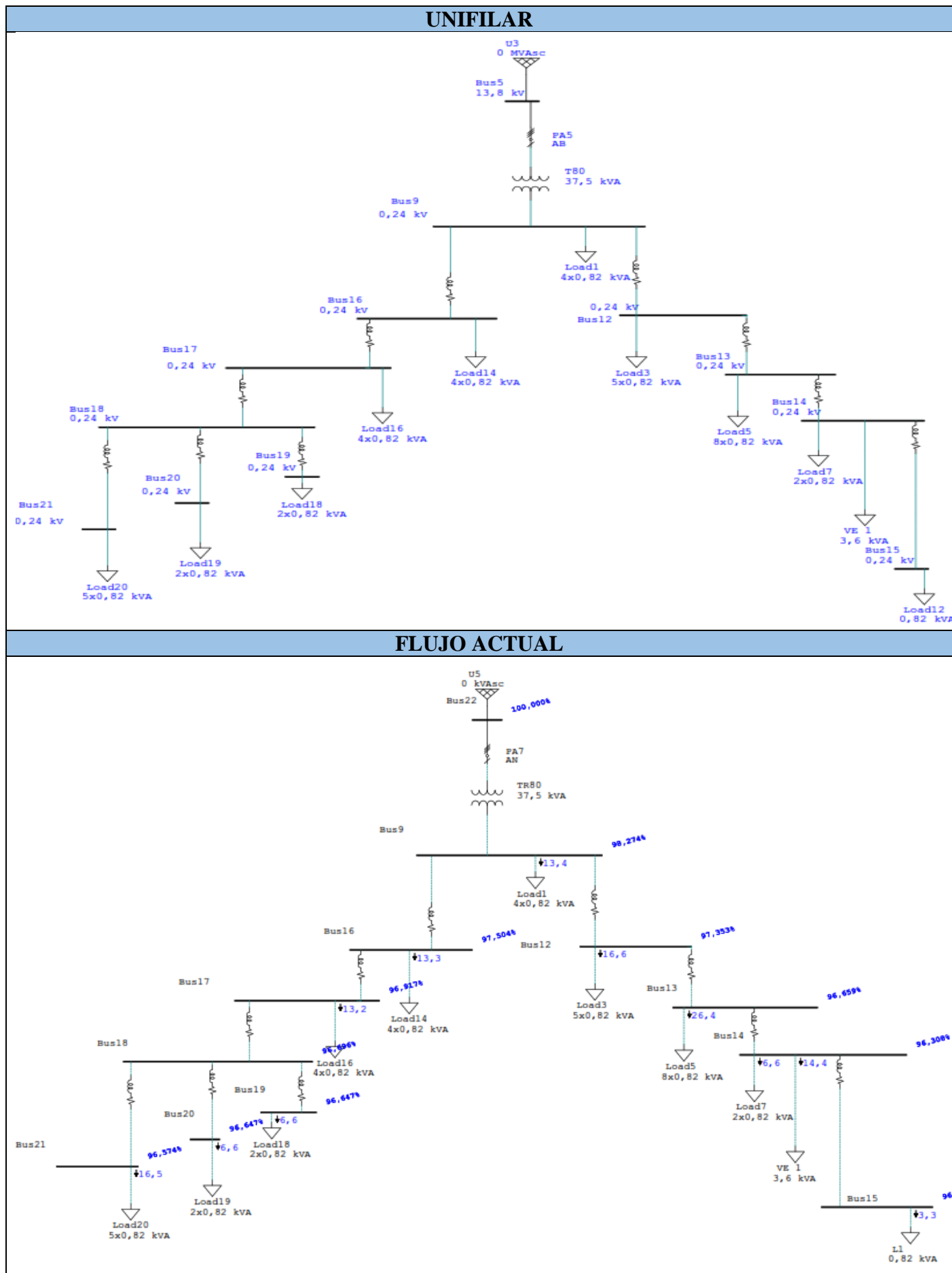
PLANO



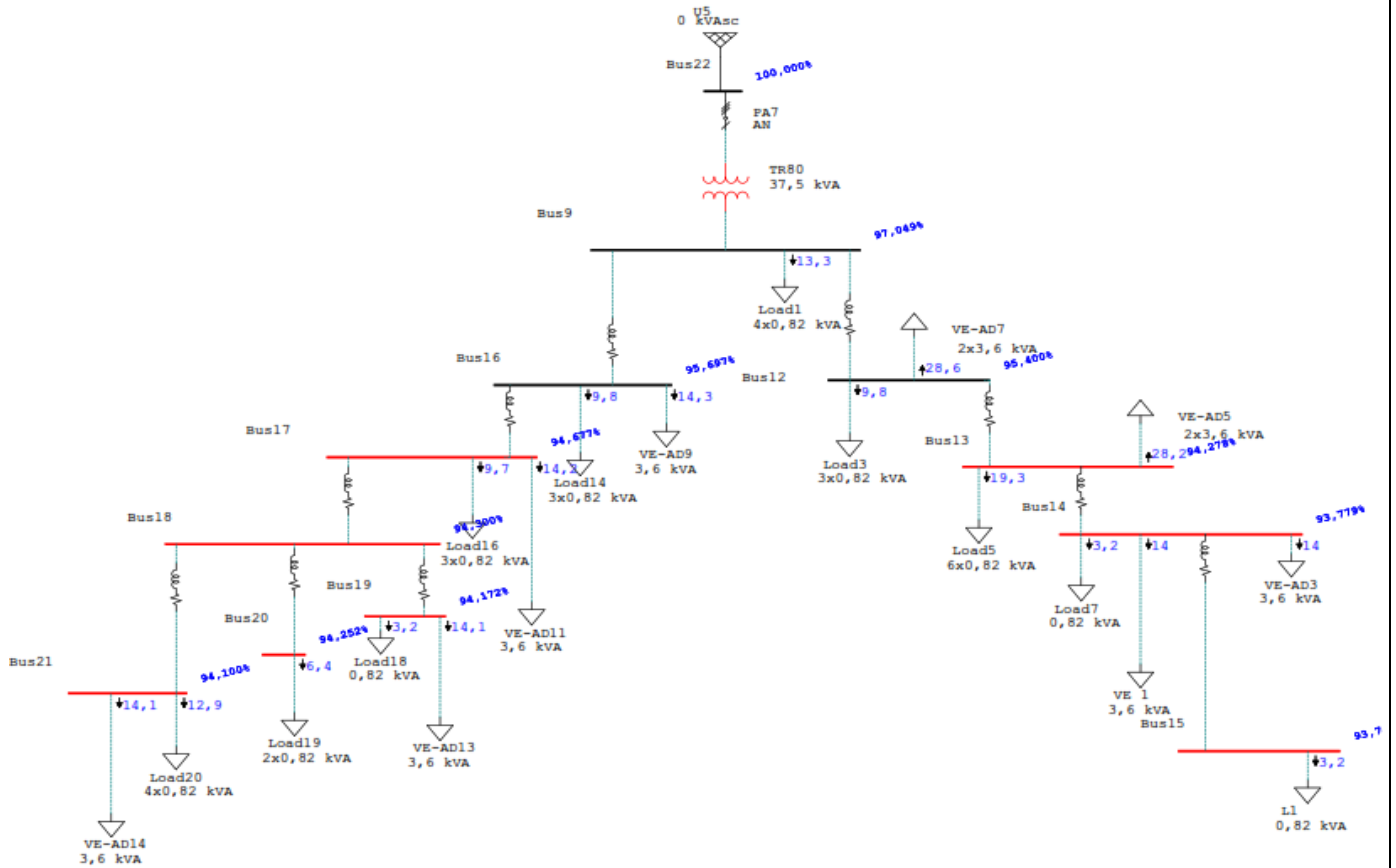


Anexo 2.5 Transformador 71

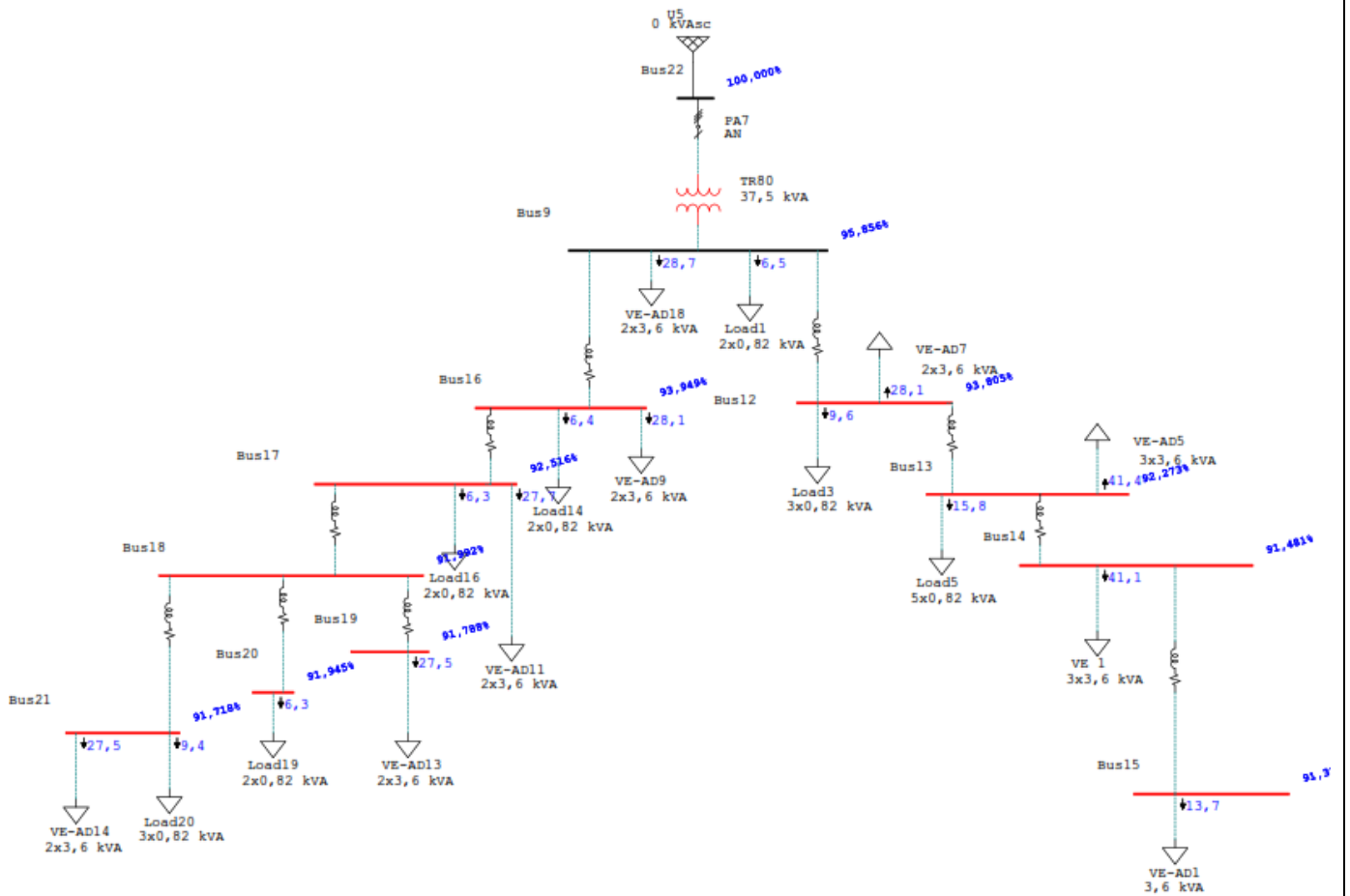




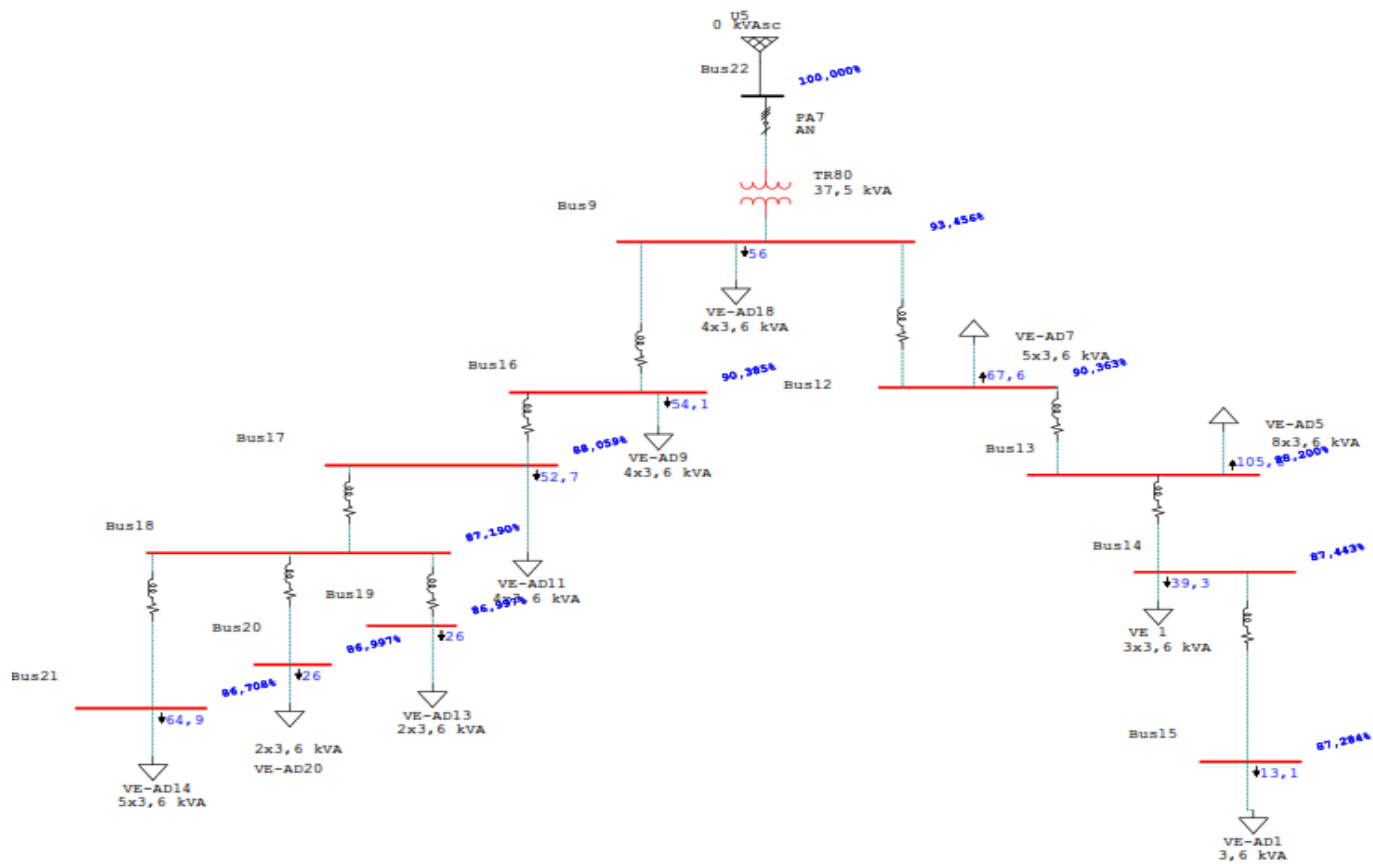
FLUJO 30%



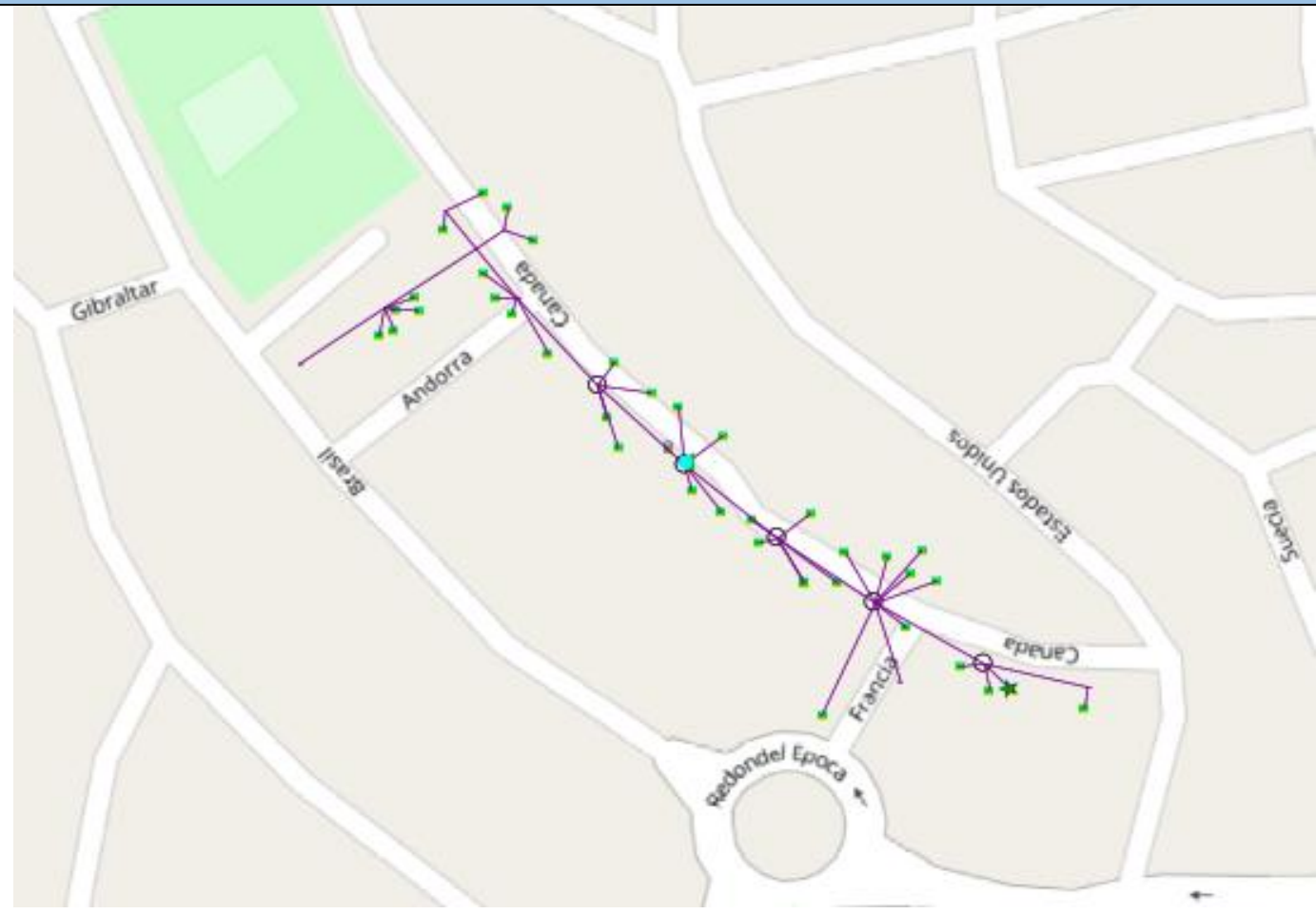
FLUJO 50%



FLUJO 100 %

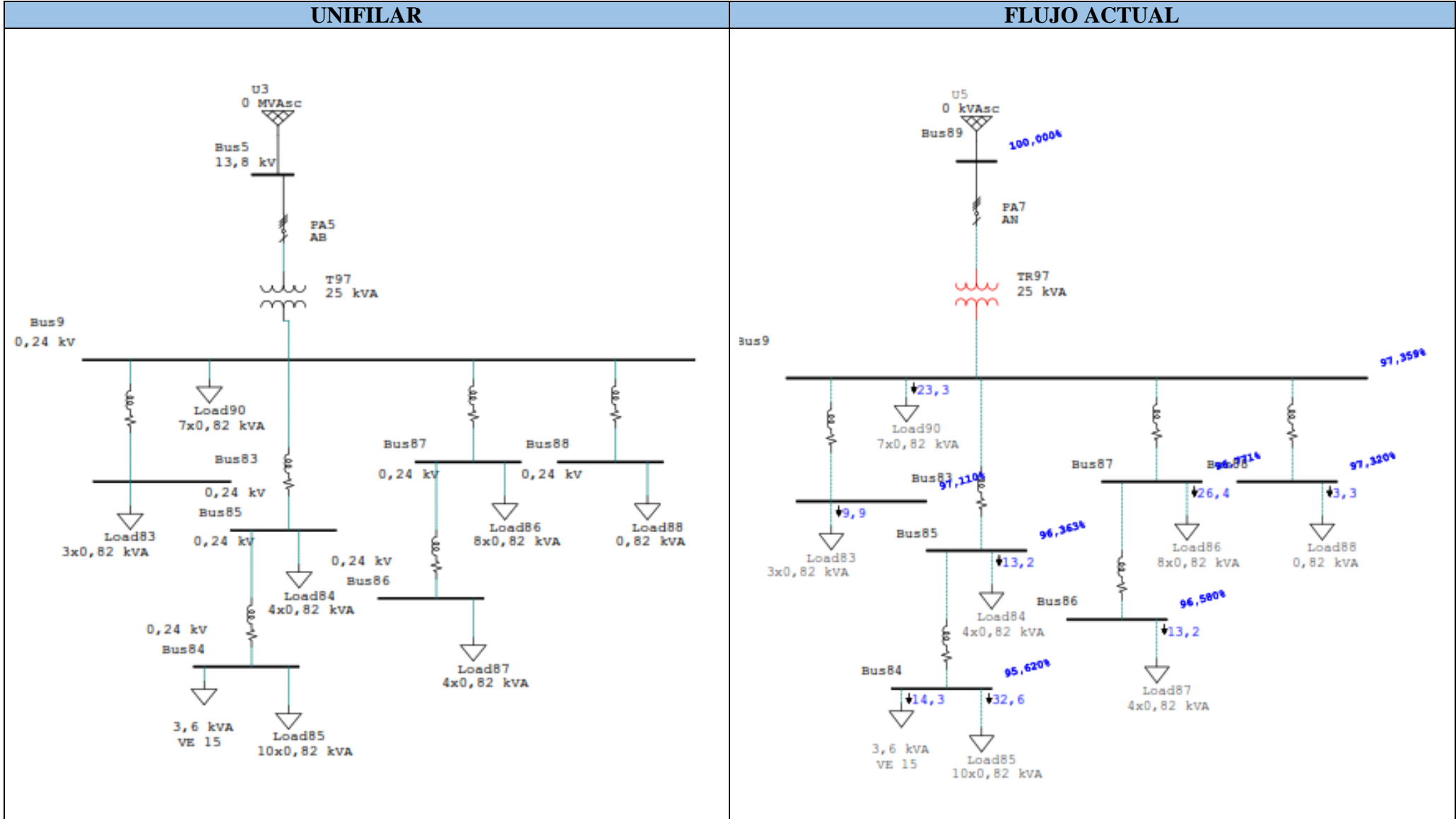


PLANO

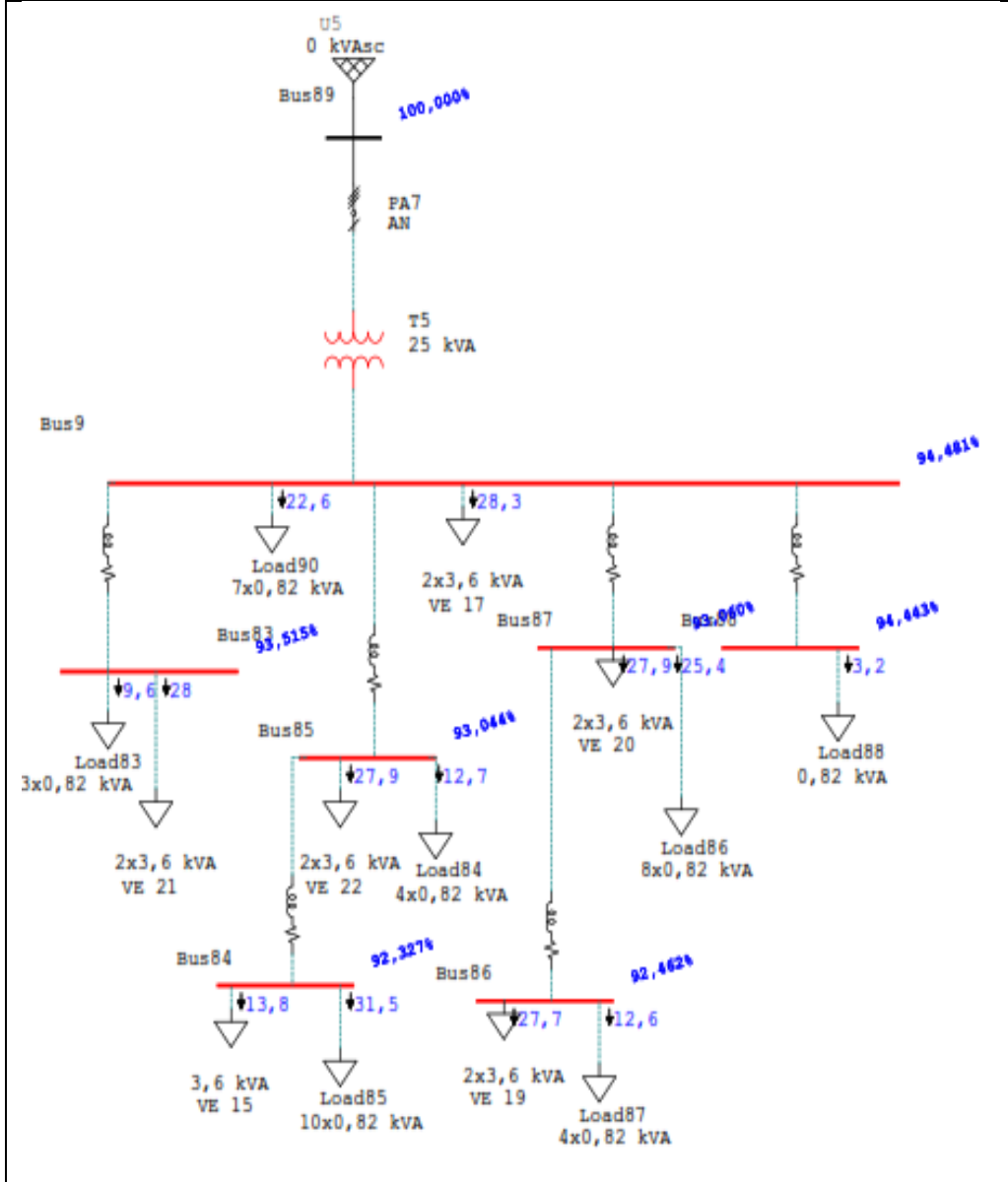




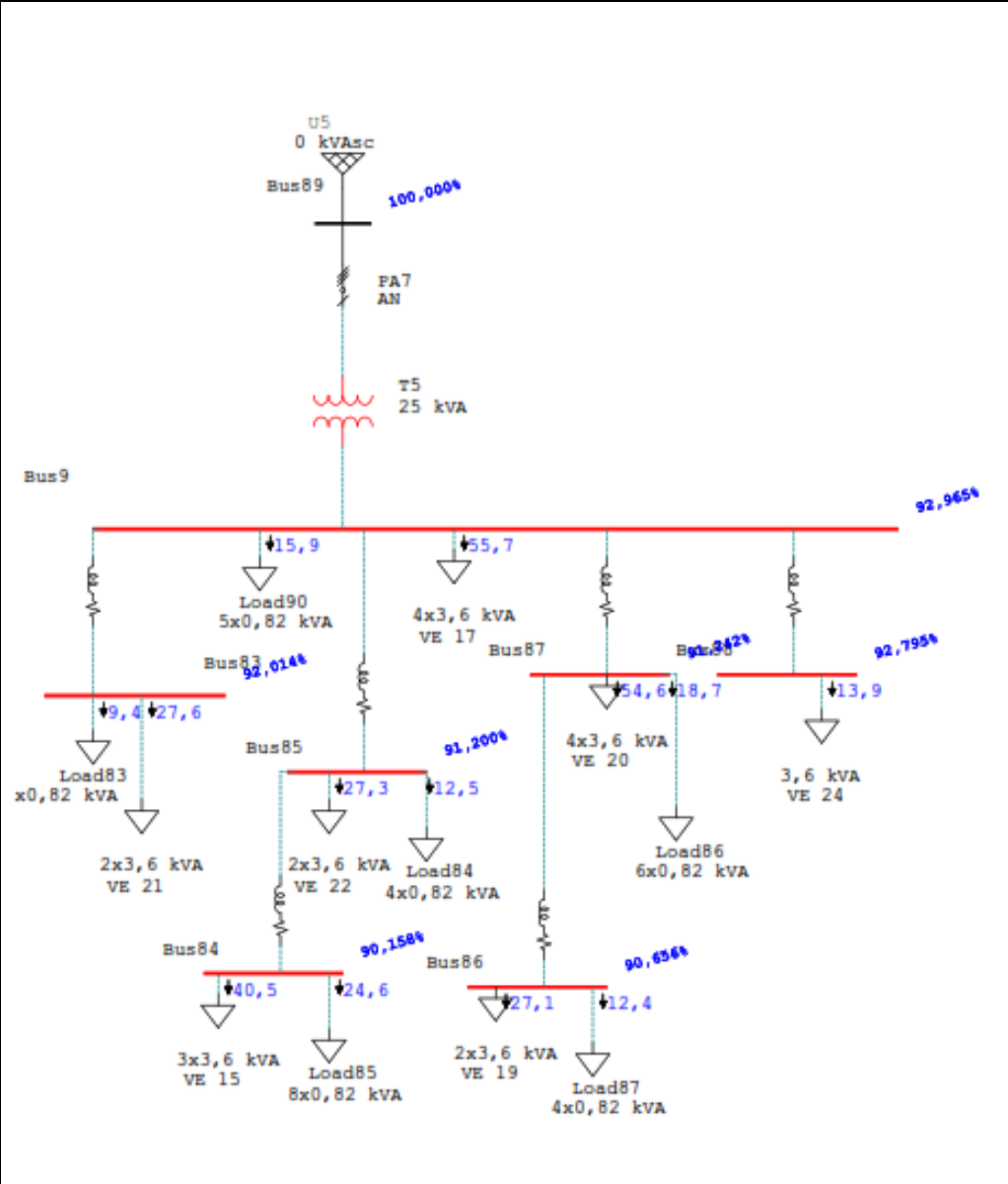
Anexo 2.7 Transformador 97



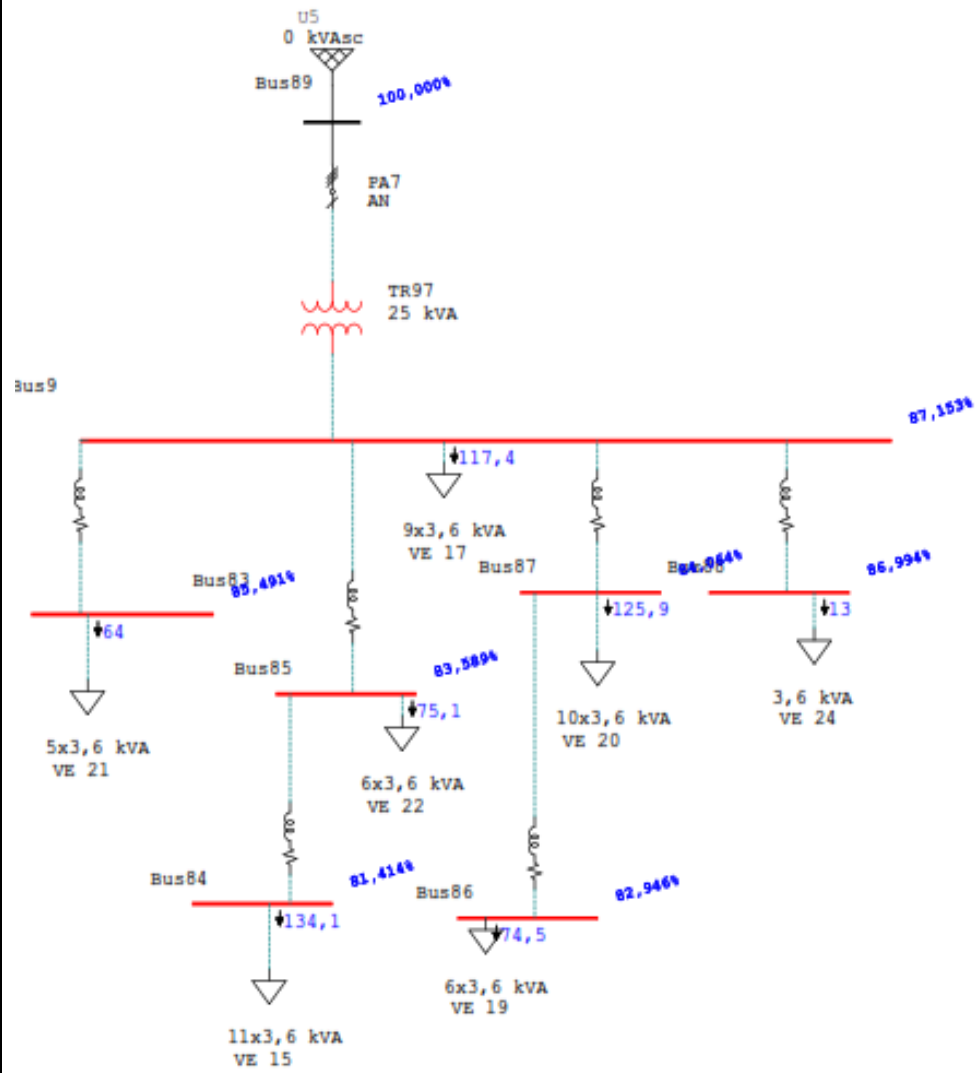
FLUJO 30%



FLUJO 50%



FLUJO 100%



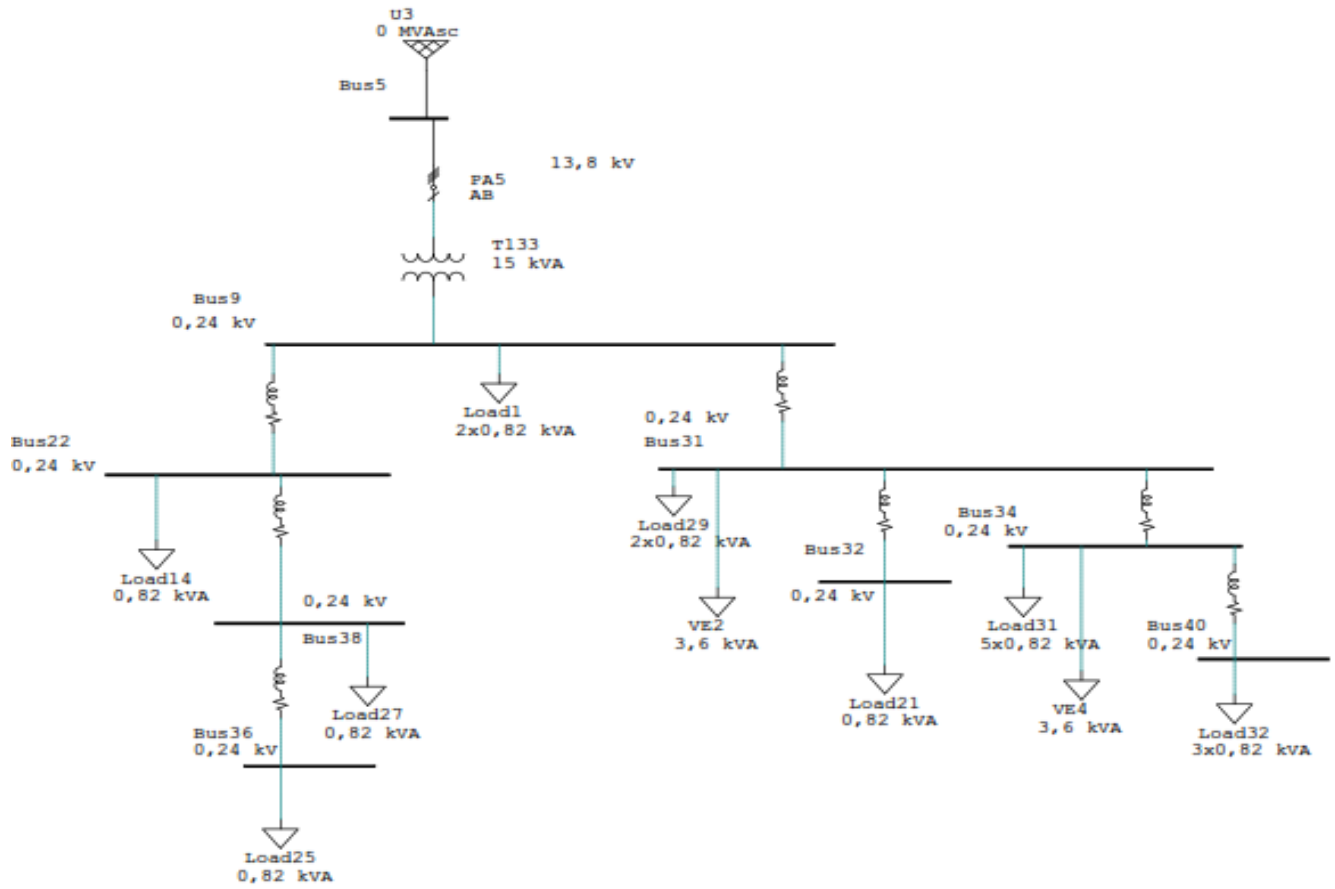
PLANO



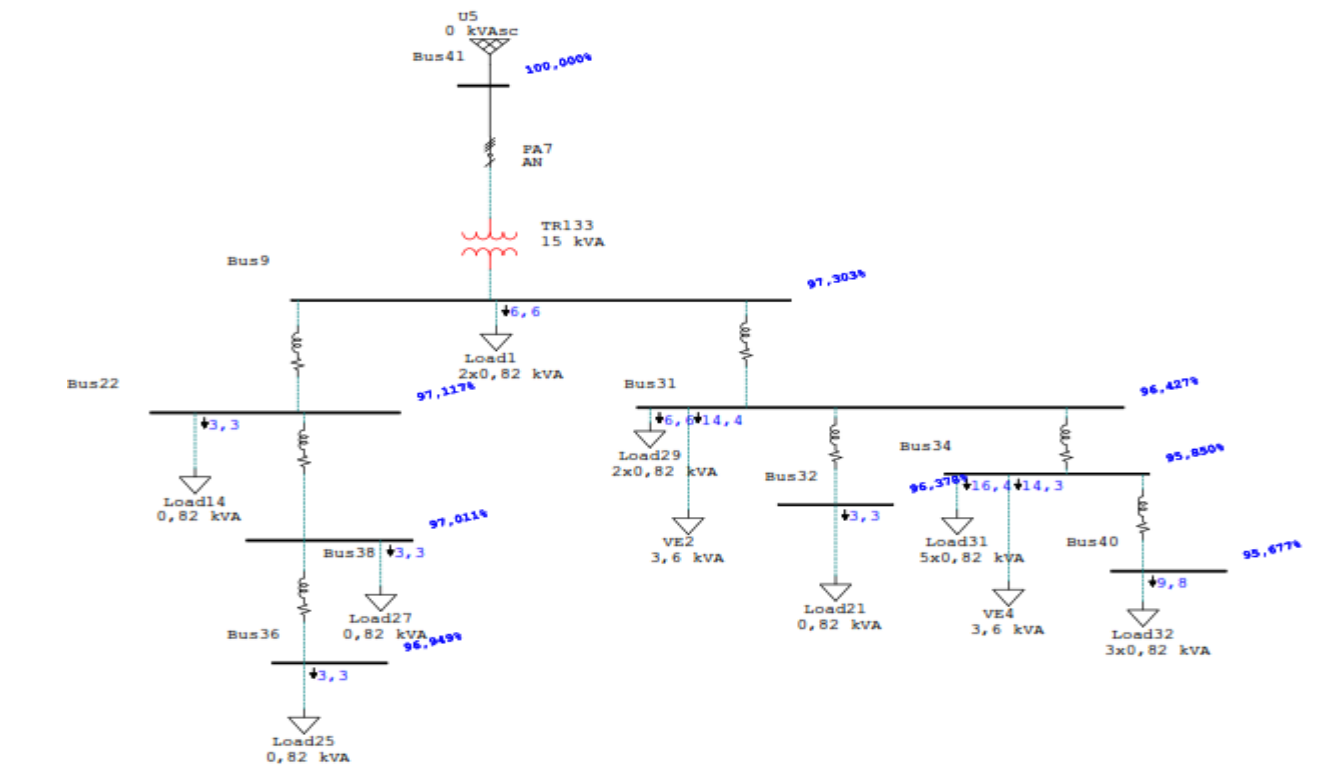


Anexo 2.8 Transformador 133

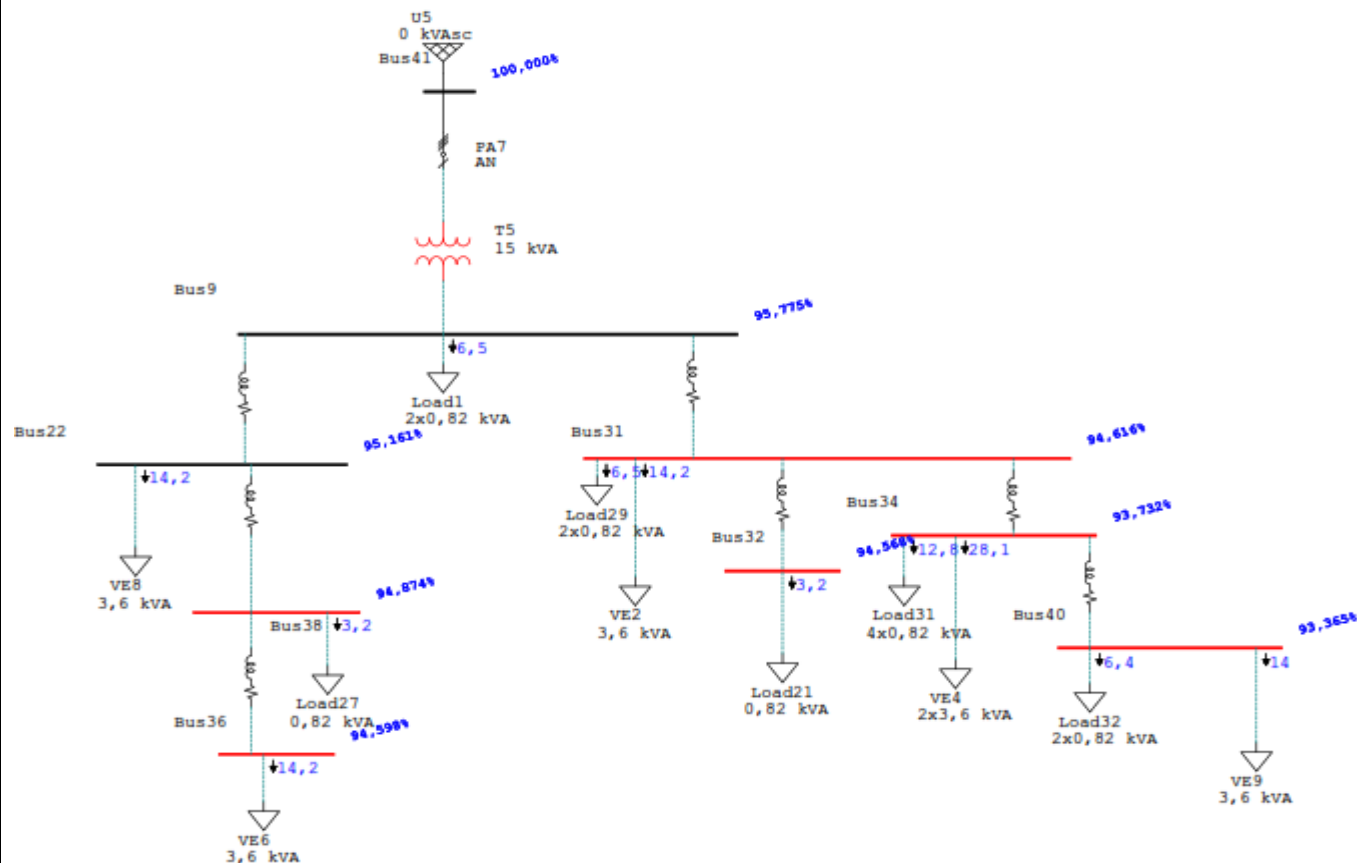
UNIFILAR



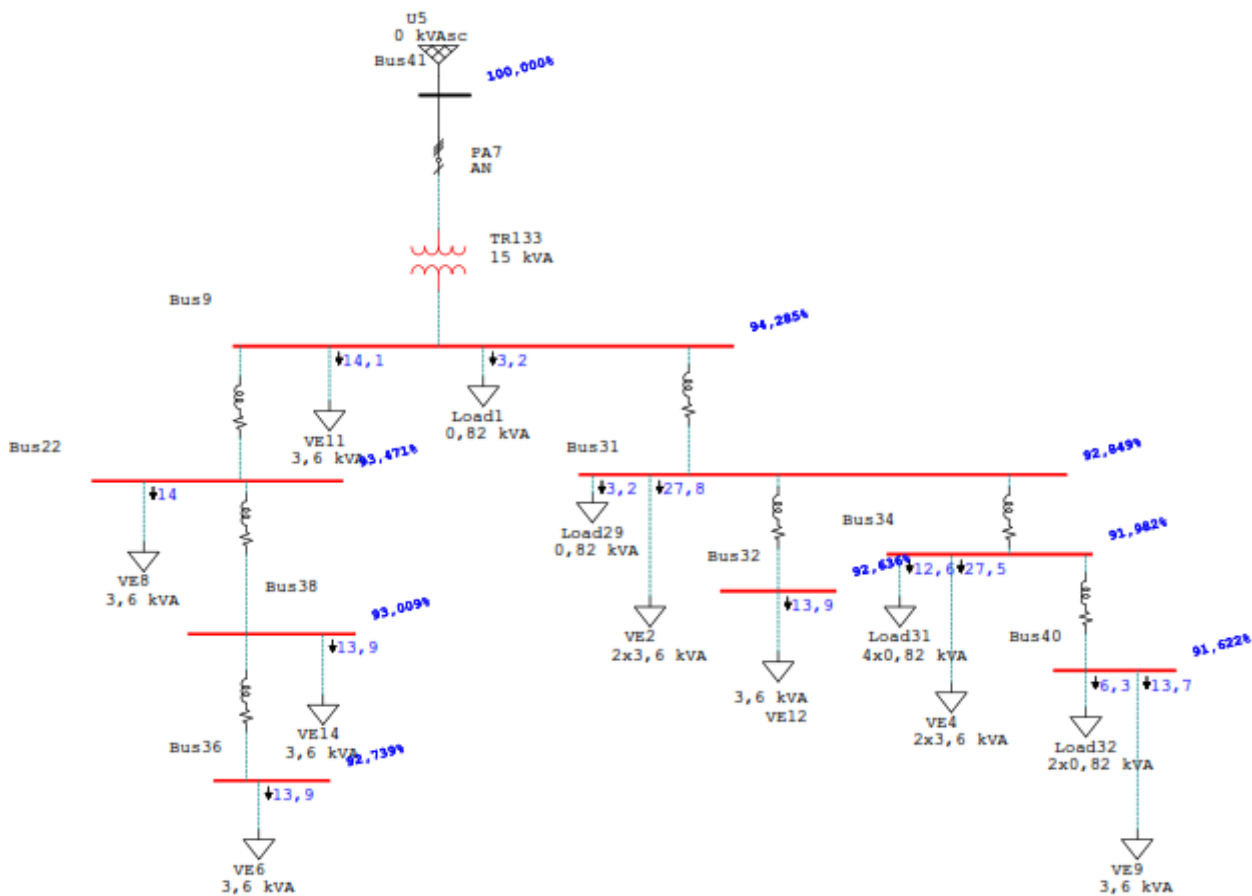
FLUJO ACTUAL



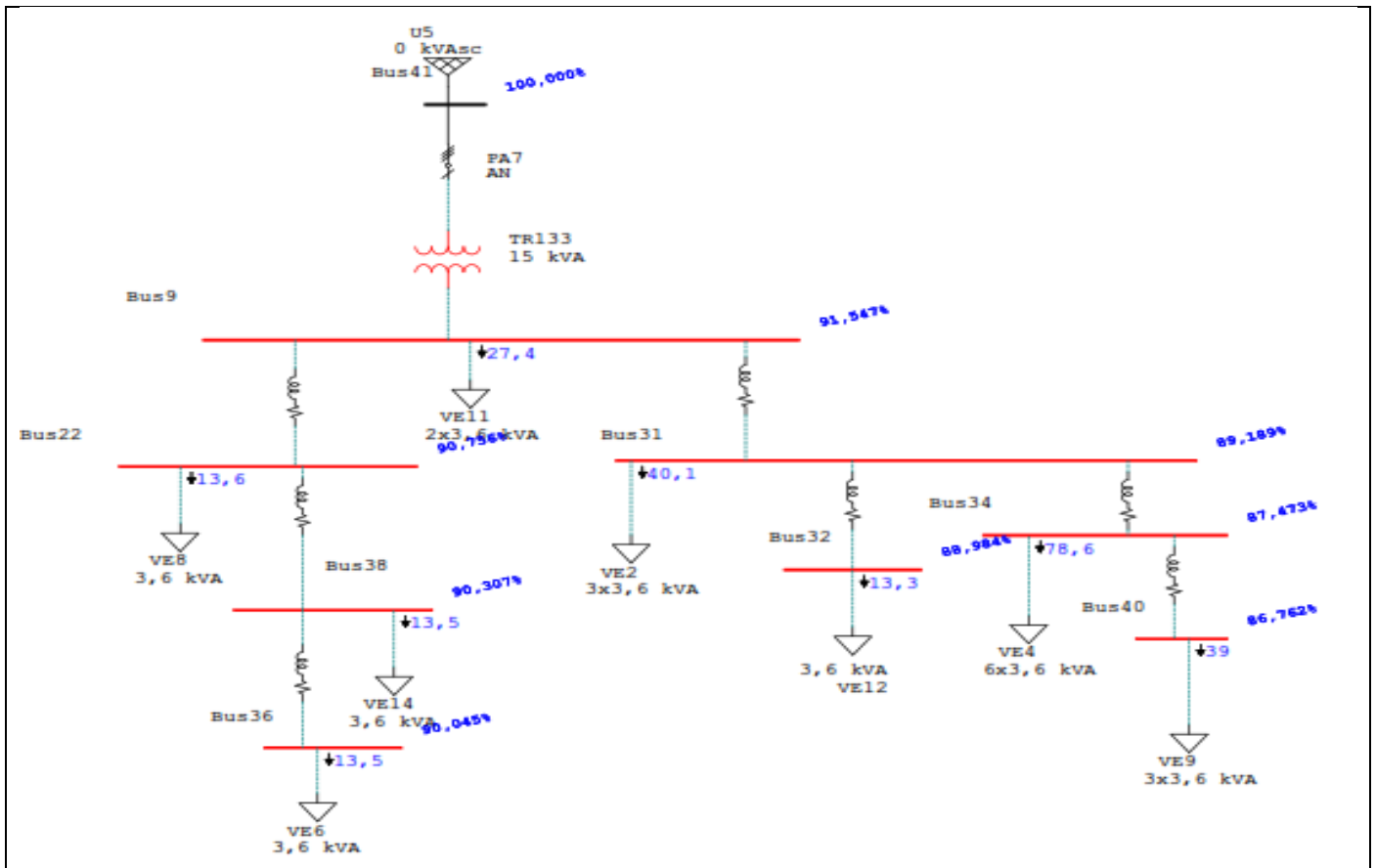
FLUJO 30%



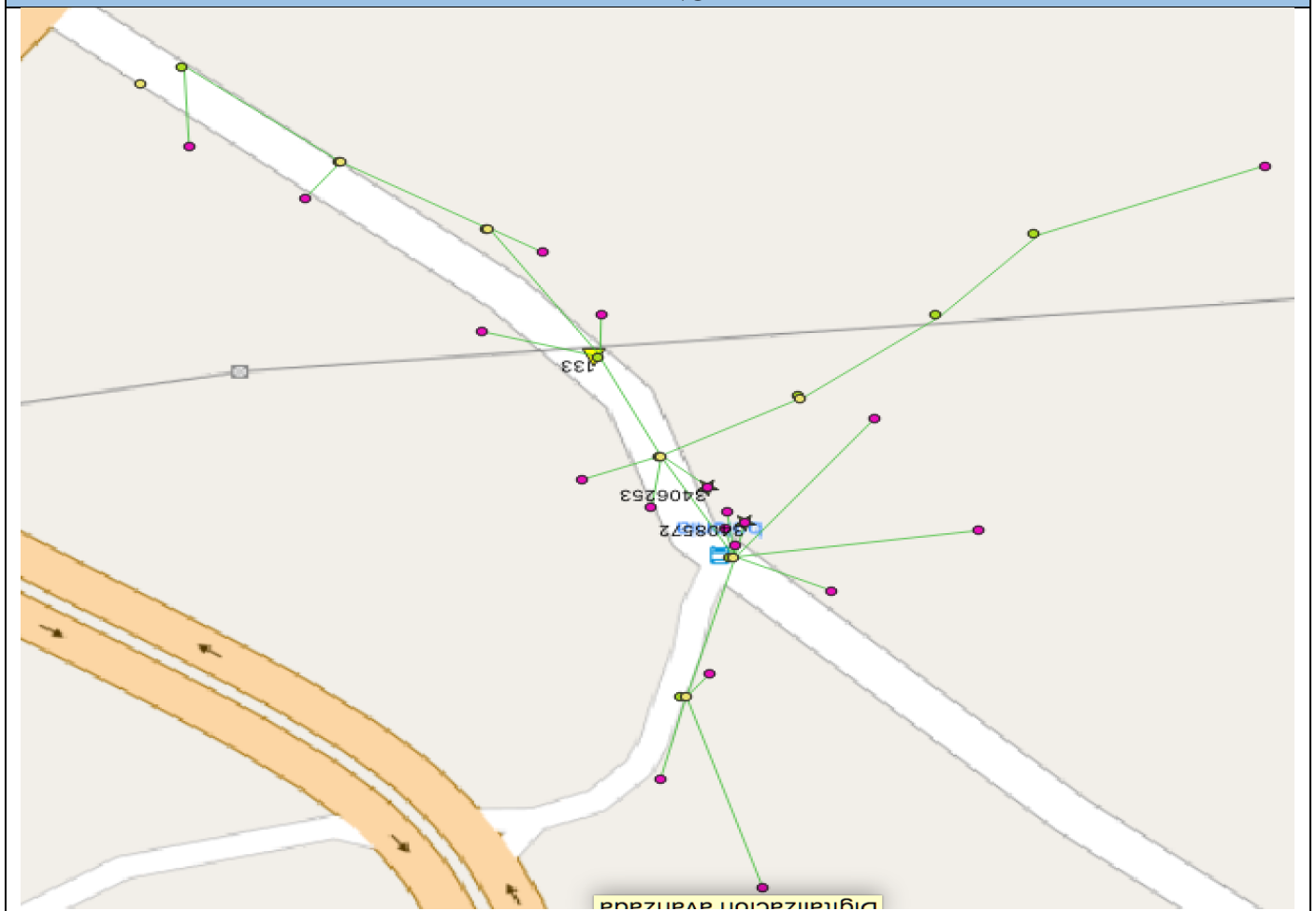
FLUJO 50%



FLUJO 100%

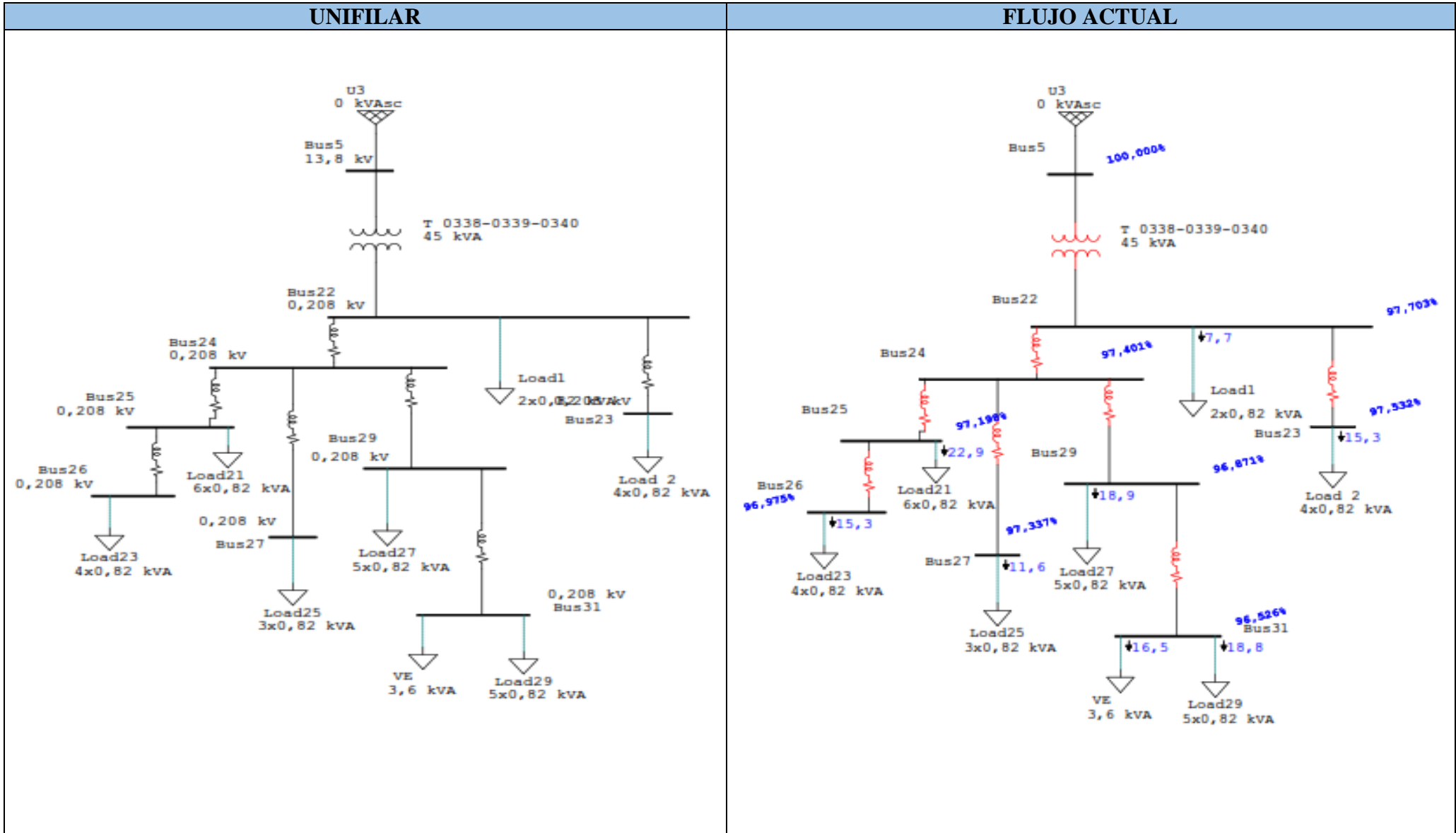


PLANO

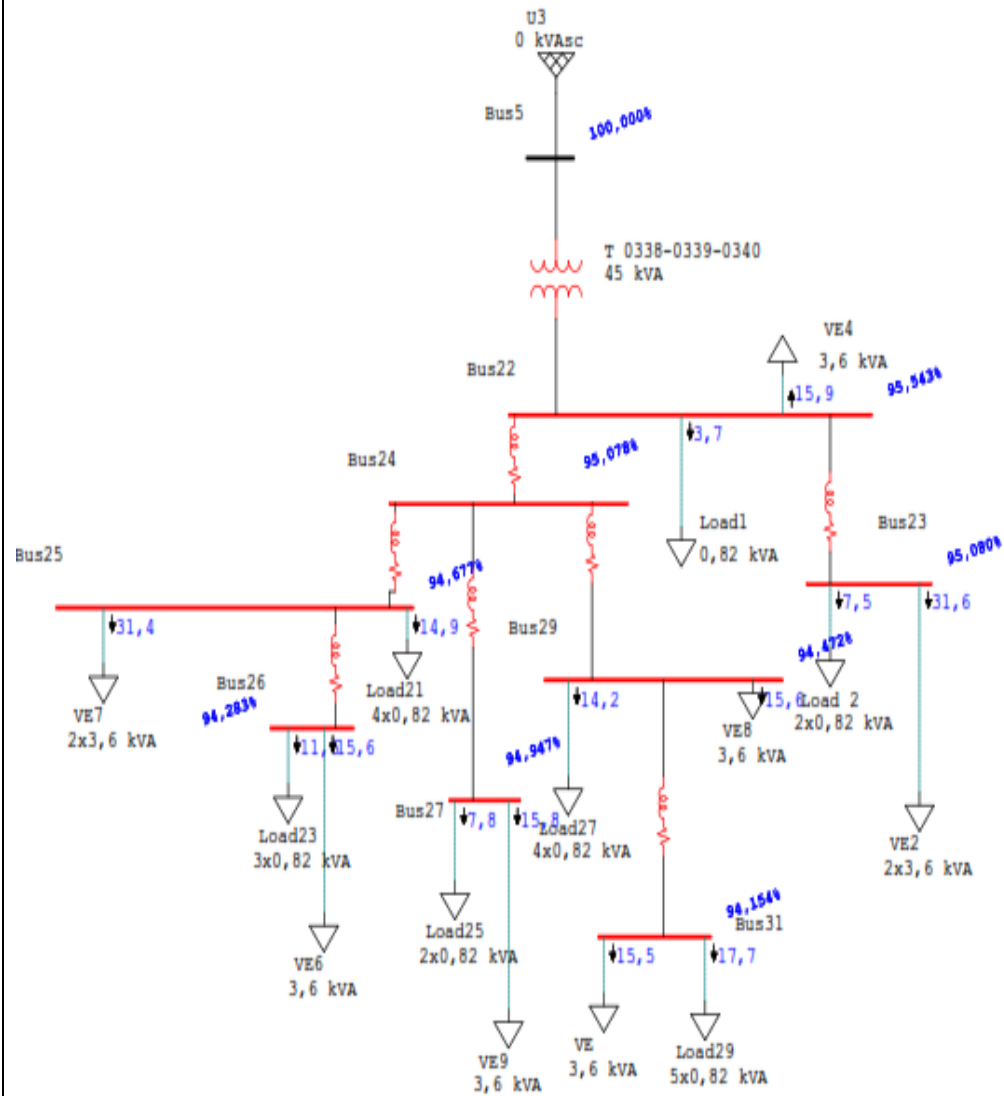




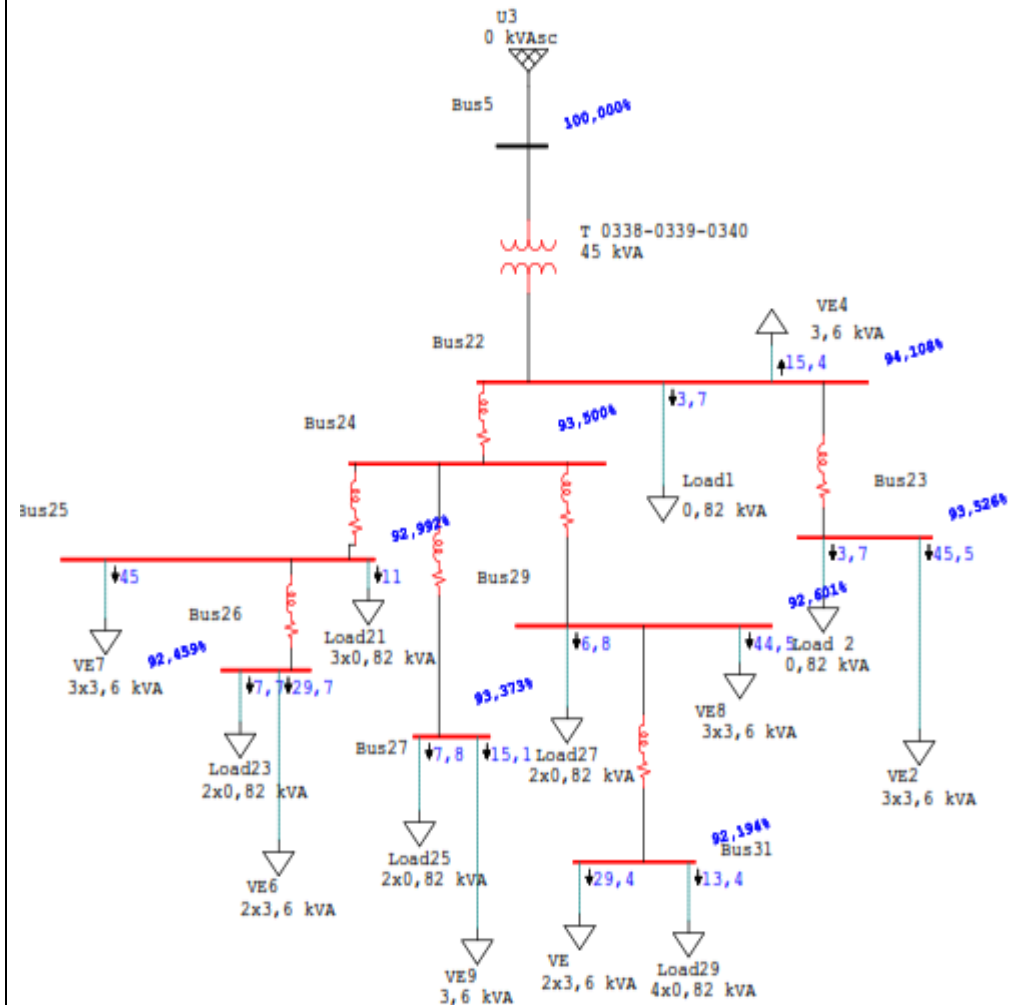
Anexo 2.9 Transformadores 0338-0339-0340



FLUJO 30%



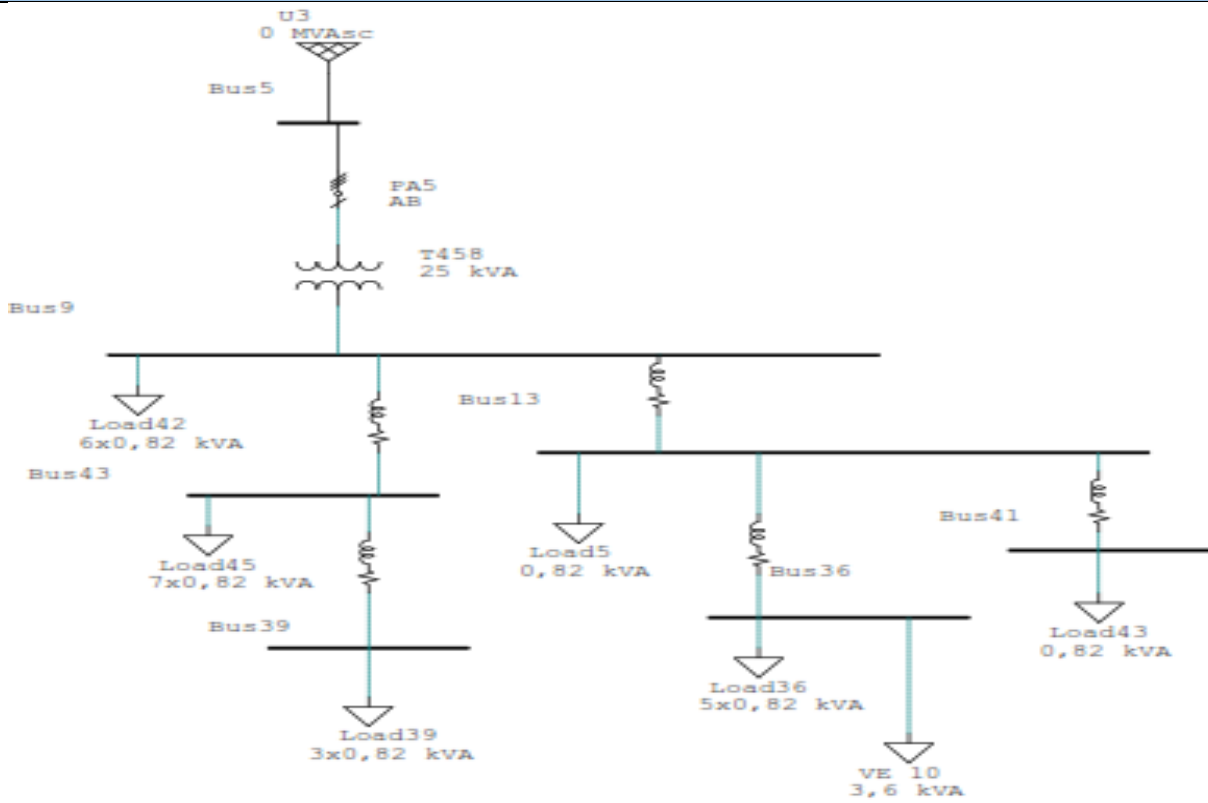
FLUJO 50%



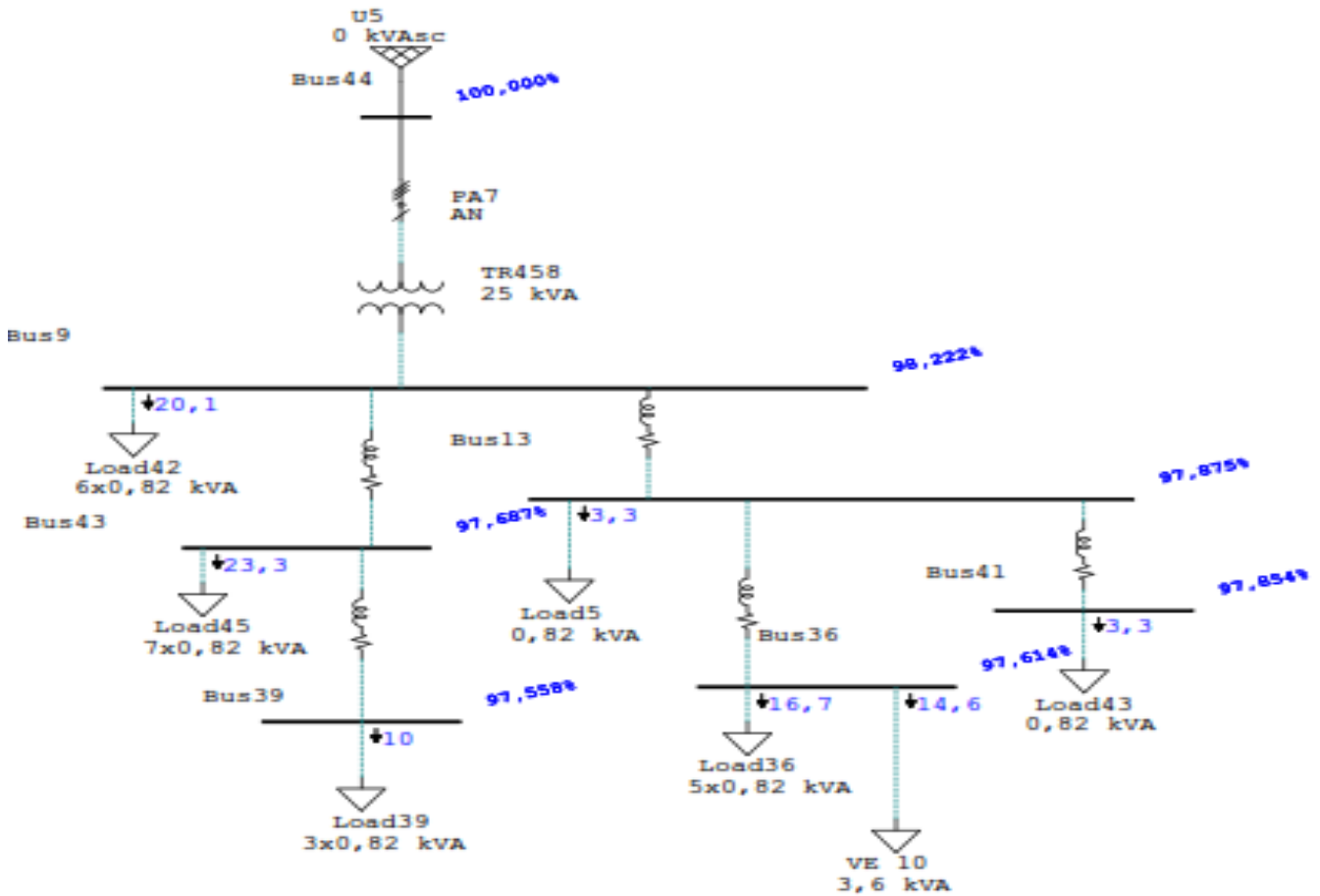


Anexo 2.10 Transformador 458

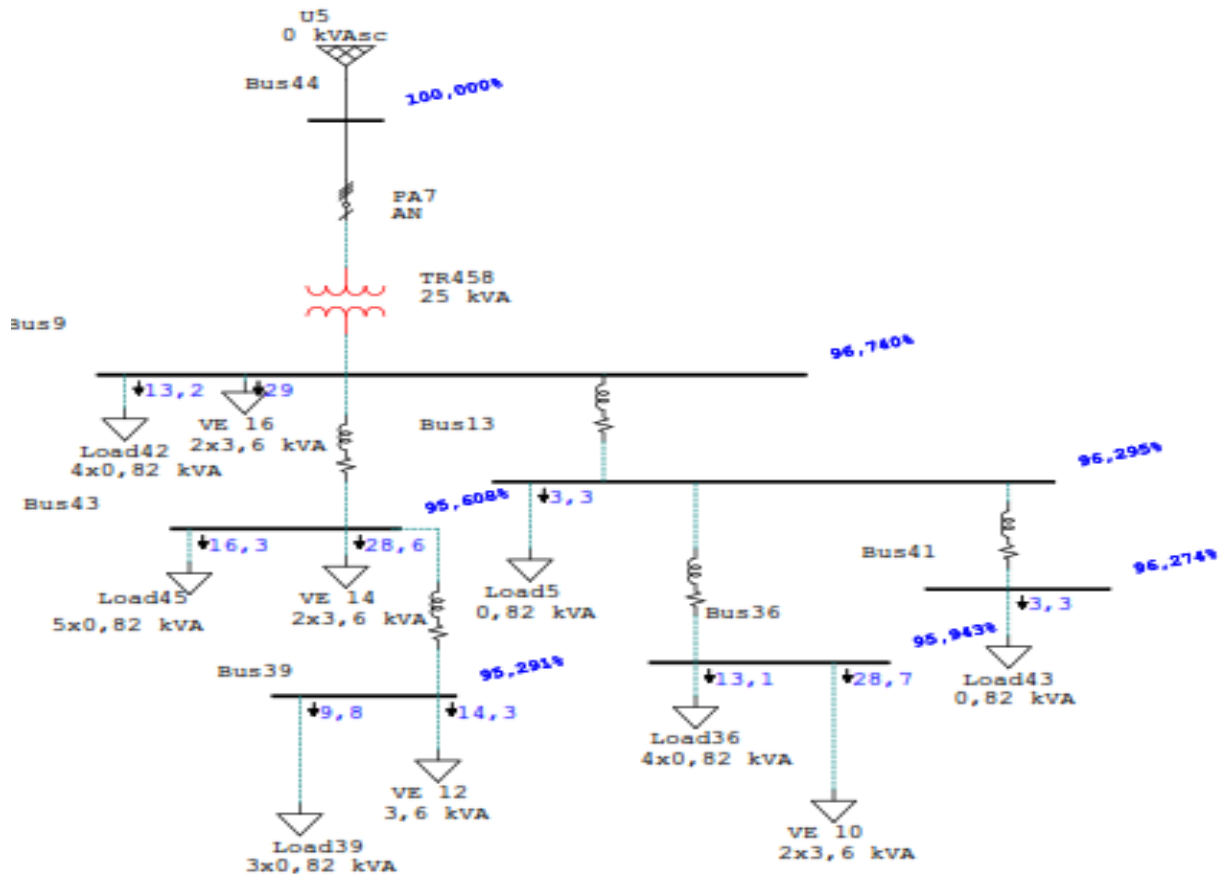
UNIFILAR



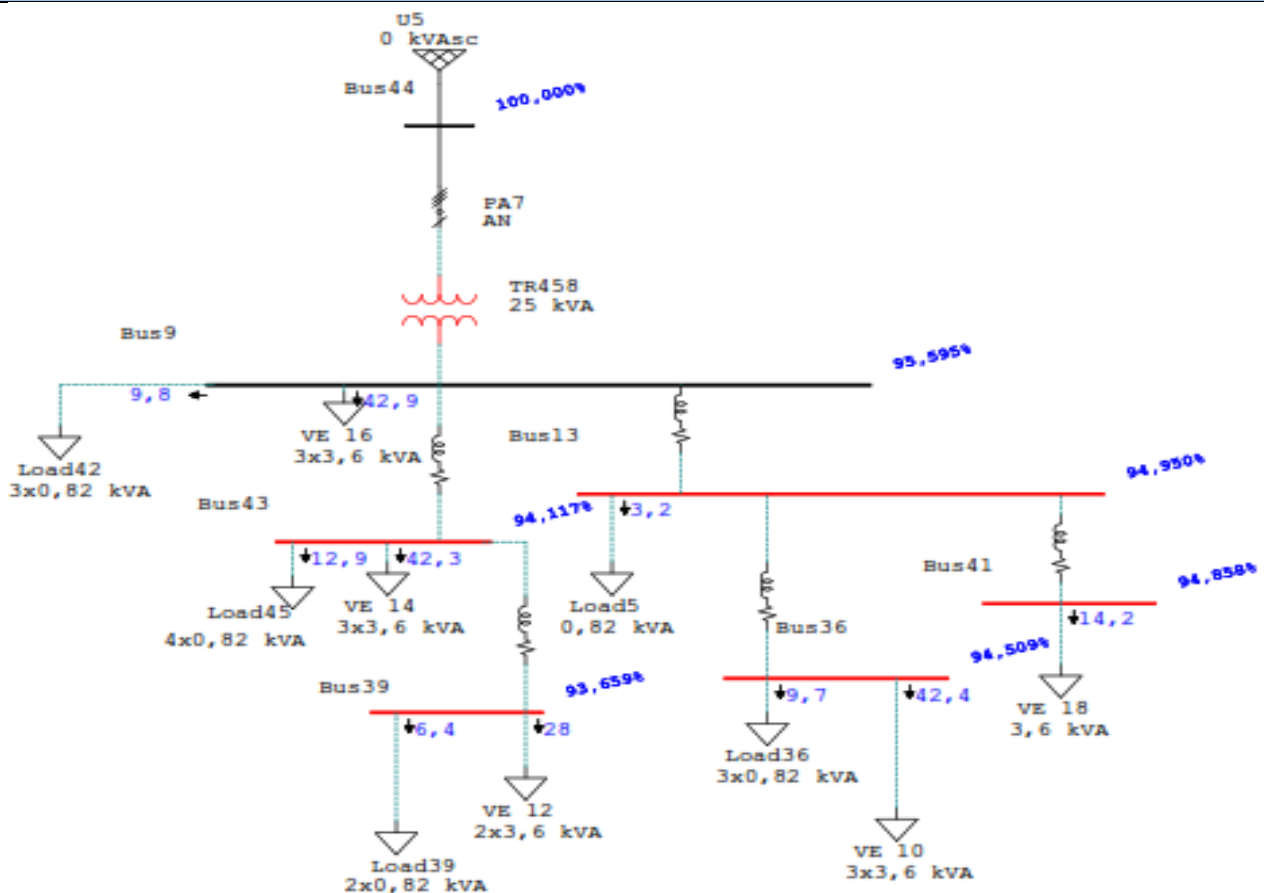
FLUJO ACTUAL



FLUJO 30%

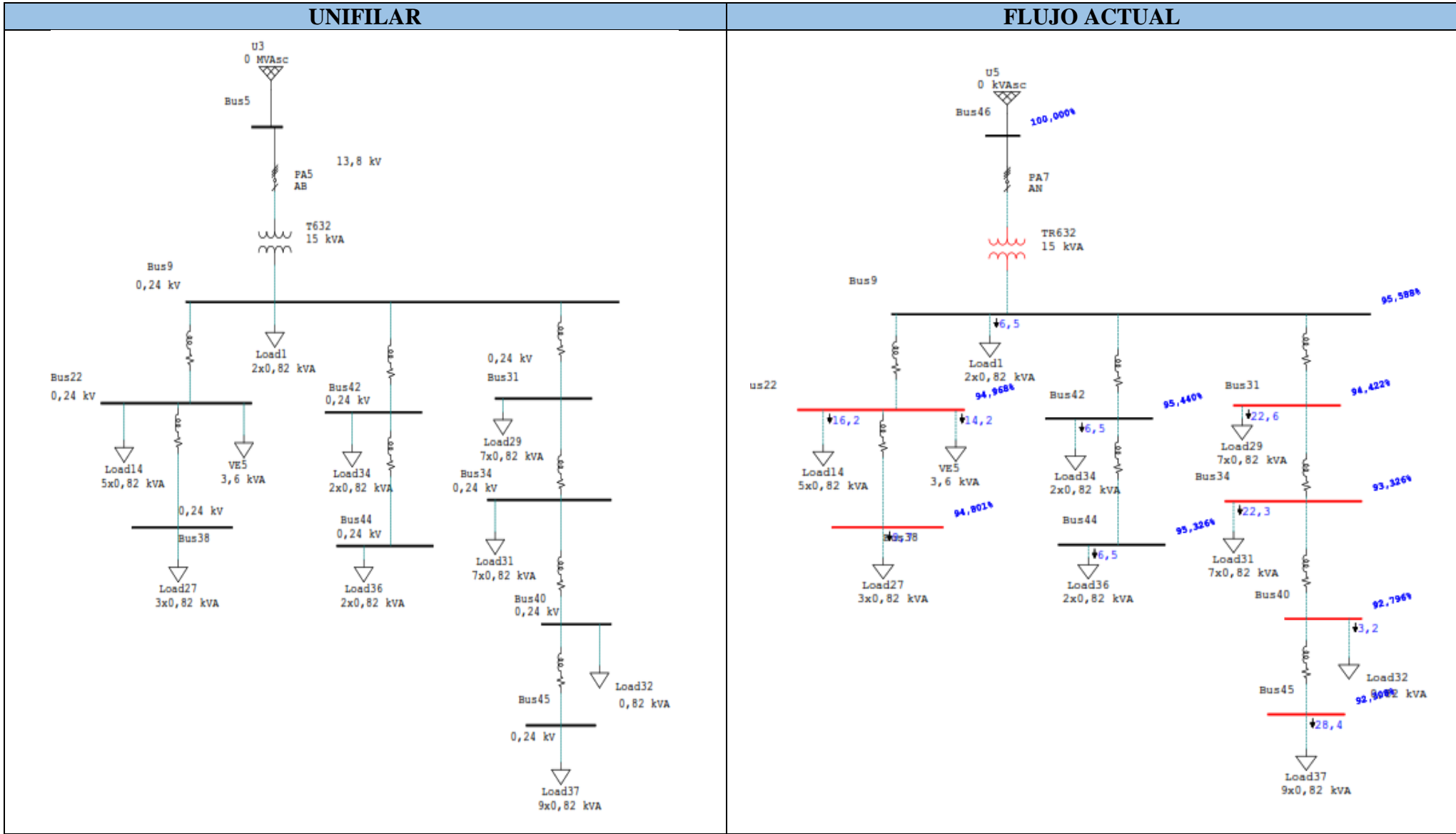


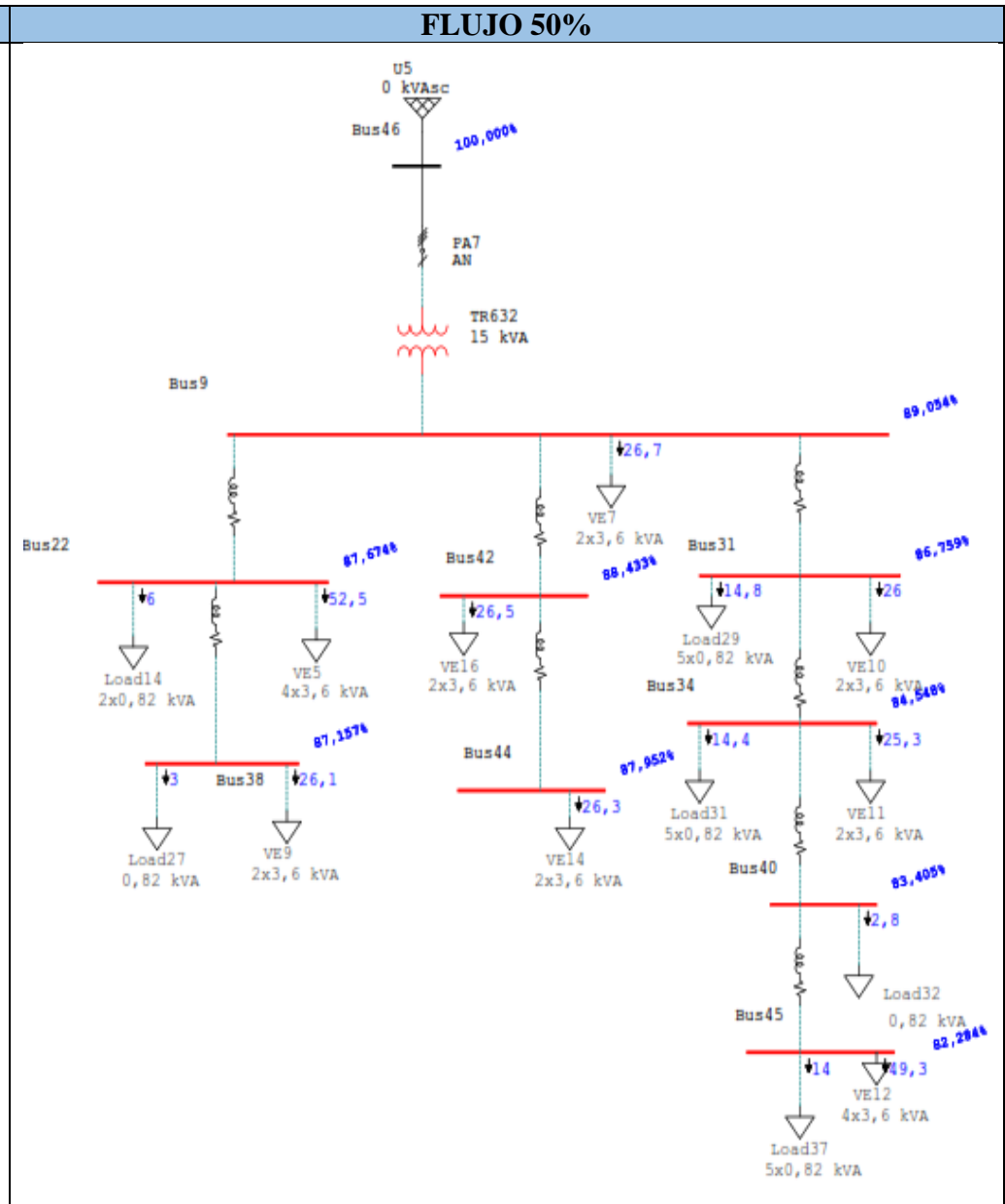
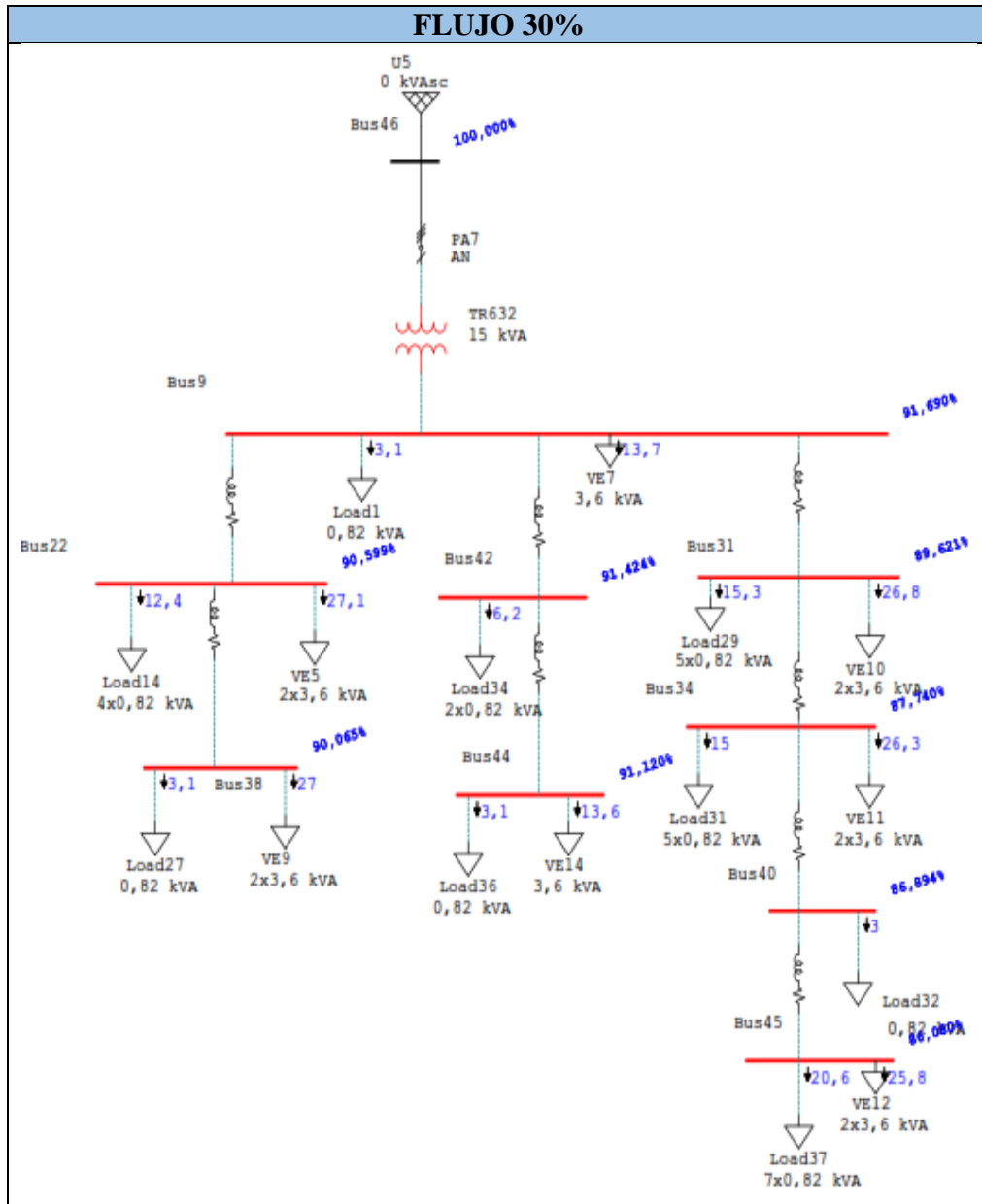
FLUJO 50%

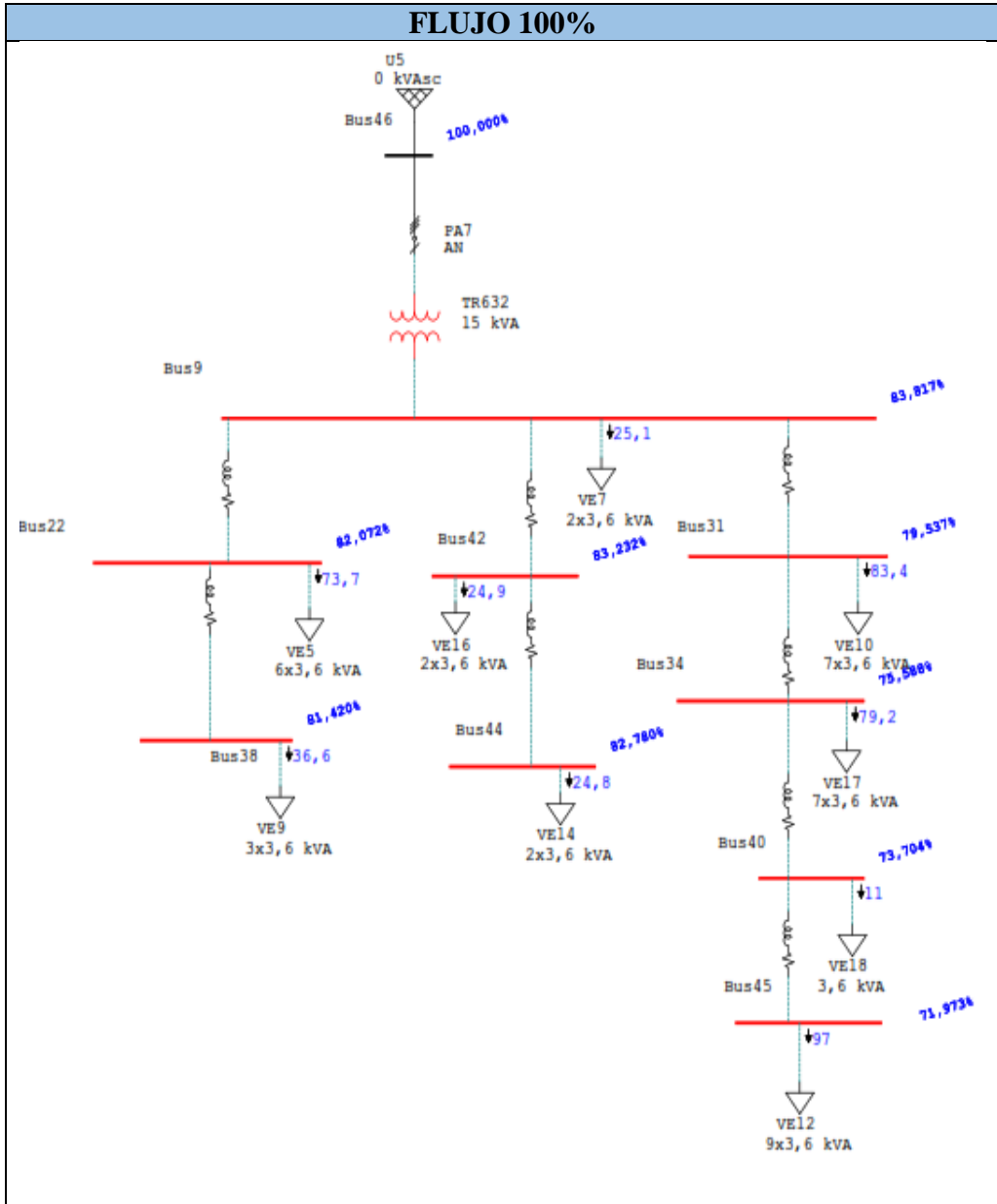


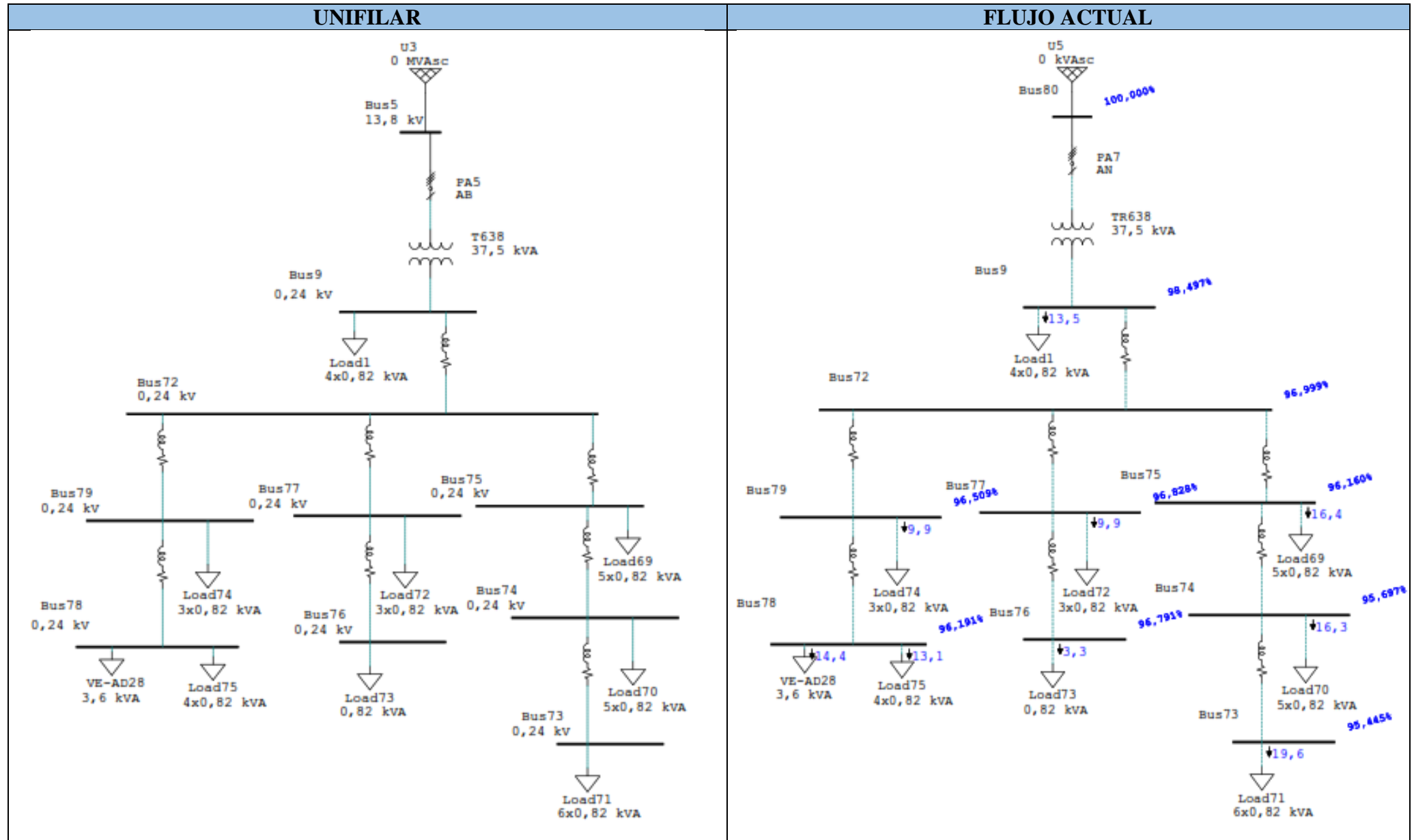


Anexo 2.11 Transformador 632

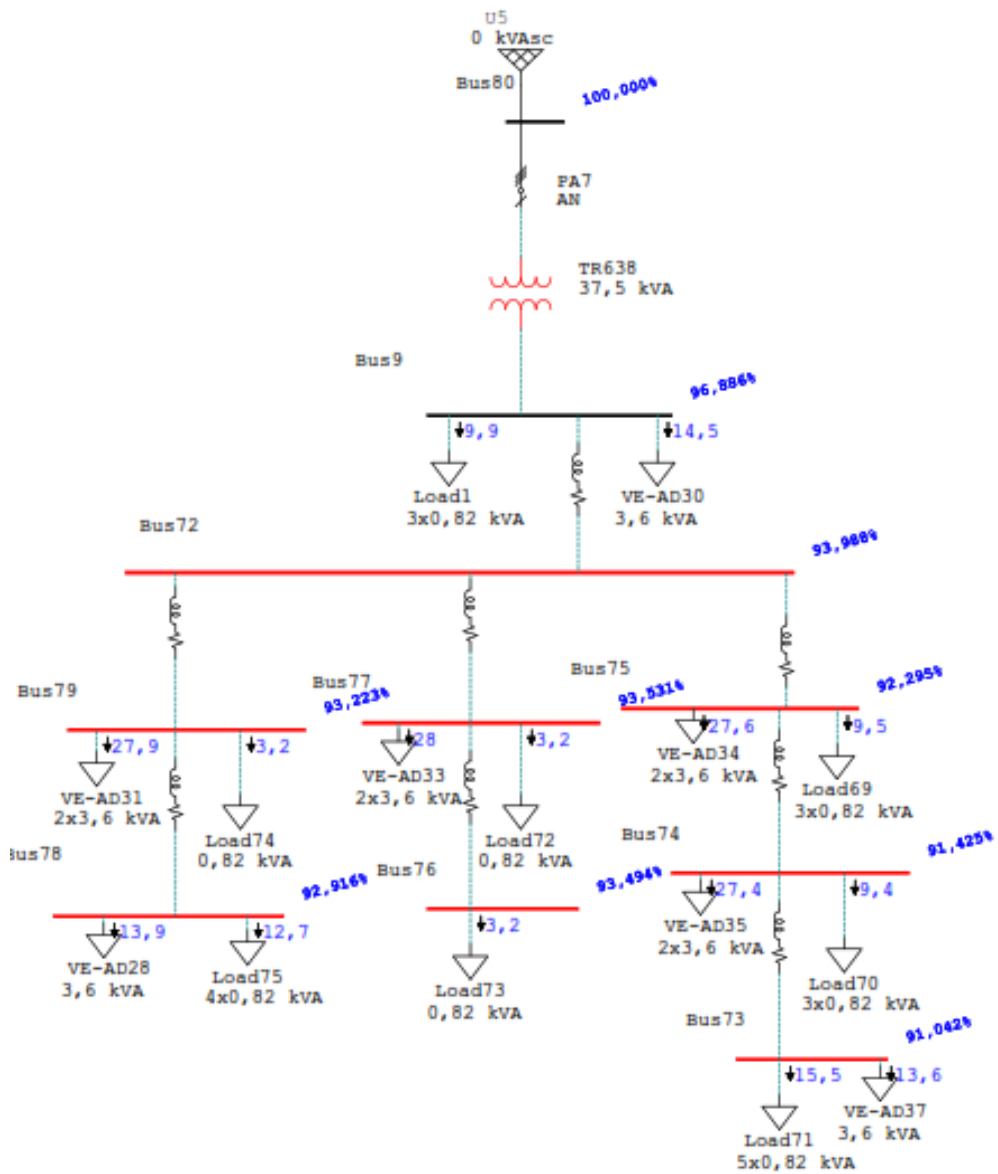








FLUJO 30%



FLUJO 50%

