

**Demanda en la Red de Distribución del Circuito Primario Olímpica y su Impacto en la Implementación de Electrolineras**

**Demand in the Distribution Network of the Olympic Primary Circuit and its Impact on the Implementation of Charging Stations**

**Eduardo Luis Calo-Villalva<sup>1</sup>**  
Instituto Superior Tecnológico Tungurahua - Ecuador  
ecal.istt@gmail.com

**Roberto Asdrúbal Segura-Flores<sup>2</sup>**  
Instituto Superior Tecnológico Tungurahua - Ecuador  
rsegura@institutos.gob.ec

**Gabriel Alejandro Vaca-Ortega<sup>3</sup>**  
Instituto Superior Tecnológico Tungurahua - Ecuador  
gvaca@institutos.gob.ec

**Edison Javier Balseca-Jijón<sup>4</sup>**  
Instituto Superior Tecnológico Tungurahua - Ecuador  
ejbalseca07@gmail.com

**[doi.org/10.33386/593dp.2023.6.2133](https://doi.org/10.33386/593dp.2023.6.2133)**

V8-N6 (nov-dic) 2024, pp. 526-536 | Recibido: 05 de septiembre del 2023 - Aceptado: 26 de octubre del 2023 (2 ronda rev.)

1 Ingeniero en Electrónica y comunicaciones con una maestría en Inteligencia Artificial. Mi formación humana, académica y laboral, se ha enfocado hacia la Ingeniería en Radio Frecuencia, Gestión de Proyectos en Telecomunicaciones aplicado a redes móviles 2G(GSM), 3G (UMTS) y 4G (LTE y LTE Advance), con experiencia en el manejo de equipos de telecomunicaciones y redes de datos. .  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1240-0995>

2 Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones de la Universidad Técnica de Ambato; Docente Universitario; Actualmente docente del Instituto Superior Tecnológico Tungurahua; Tungurahua, Ecuador.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1325-327X>

3 Recibió el grado en Ingeniería Electrónica de la Universidad Técnica de Ambato, en 2012 y la Maestría en Gerencia de Sistemas de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE en 2018. Ha sido coordinador y docente de la carrera de Electricidad en el Instituto Superior Tecnológico Tungurahua.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6192-7868>

4 Mi formación académica se centra en el área de la Electrónica y la Electricidad con un gran desempeño en el manejo de softwares además de un gran interés en el área control industrial y la automatización de procesos. Con enfoque en el impacto que causan las nuevas tecnologías que se implementan en el sector eléctrico.

Descargar para Mendeley y Zotero

## RESUMEN

El objetivo del estudio es analizar la demanda en la red de distribución del circuito primario Olímpica y su posible impacto con proyección a la implementación de electrolíneas. Para ello, se inició conociendo las regulaciones energéticas, los sistemas de distribución, los vehículos eléctricos en Ecuador, los sistemas de carga para los vehículos eléctricos. De la misma manera se realizó la recopilación de datos a través de la Empresa Eléctrica Ambato SA, conociendo con exactitud el lugar de estudio “Circuito primario Olímpica” y la demanda actual. Con la ayuda del Software Power World se buscó determinar el estado actual del sistema y evaluar las características en el alimentador a futuro. La metodología establecida comprende en realizar una proyección de demanda, mediante la simulación de flujos de potencia de la demanda actual y una comparativa a futuro con la proyección de demanda al 2030 donde se evidenció un crecimiento de 0.42MW, en comparación con la demanda estimada en el 2023, esto representa un porcentaje de aproximado del 21 % lo cual nos muestra que la demanda de autos eléctricos abastecidos con carga rápida, causara inconvenientes en las líneas de distribución de media tensión.

**Palabras clave:** alimentador, circuito primario, red de distribución, electrolínea.

## ABSTRACT

This project aims to study the demand on the distribution network of the Olímpica primary circuit and its impact with a view to implementing electric vehicle charging stations. To this end, we started by learning about energy regulations, distribution systems, electric vehicles in Ecuador, and charging systems for electric vehicles. In the same way, data was collected through the Ambato Electric Company SA, accurately knowing the study site “Olímpica primary circuit” and the current demand. With the help of Power World software, we sought to determine the current state of the system and evaluate the characteristics of the feeder in the future. The established methodology involves projecting demand by simulating power flows from current demand and comparing it with future demand projections for 2030, where a growth of 0.42 MW was observed compared to estimated demand in 2023, representing an approximate percentage of 21%, which shows that the demand for electric cars supplied with fast charging will cause inconvenience in medium voltage distribution lines.

**Keywords:** feeder, primary circuit, distribution network, electric station.

## Introducción

Actualmente el circuito primario Olímpica suministra una potencia de estimada de 1,96 MW a 13,8 kV, y su potencia instalada que está en crecimiento constante es de 2,76 MW con estos datos se genera la duda de la capacidad de este circuito primario al implementar electrolineras, ya que la implementación se puede llevar a cabo de forma desmedida y sin regulación dado que no existe una ley directa, por tal razón el sistema puede sufrir daños leves o graves debido a las anomalías que causa el consumo de las altas potencias que demandan estos sistemas de carga (electrolineras), es por eso que vemos la necesidad de estudiar la implementación de las mismas en base a las características más comunes, que permitan satisfacer las necesidades de costo y tiempo de los usuarios de vehículos eléctricos.

El proyecto europeo “MERGE” muestra que la recarga masiva de las baterías de los VE tendrá un impacto técnico y económico en el sistema eléctrico. Por ejemplo, con la tecnología actual de almacenamiento eléctrico, la capacidad de una batería enchufable de 4 plazas puede oscilar entre 10 y 50 kWh. Durante la recarga, la potencia eléctrica consumida variaría entre 3 kW y 100 kW para la recarga de la batería de forma lenta y rápida, ya que dependiendo de ello se determina la cantidad de potencia que se consume, el resultado es que el pico de recarga coincidiría con el pico de consumo eléctrico. Ante esta situación la capacidad de las redes de distribución eléctrica actuales sería insuficiente para soportar una integración masiva del VE mediante una recarga no controlada (Frías et al., 2011).

El objetivo principal se basa en el estudio la demanda en la red de distribución del circuito primario Olímpica y su posible impacto con proyección a la implementación de electrolineras. Este es un proyecto ambicioso, ya que los usuarios potenciales van creciendo constantemente, y se presentan interrogantes de los modos y tipos de recarga de las baterías de los vehículos, por lo que este trabajo se enfoca en cubrir dudas sobre el riesgo que representa la implementación de los sistemas de carga rápida. Se pretende conocer los límites soportados por el sistema de distribución, esta información permitirá al sector eléctrico, tomar decisiones acerca de la implementación de leyes que regulen

la compra de autos eléctricos y los sistemas de carga utilizados para estos.

## Desarrollo Teórico

*Regulación ARCONEL-043/18.- distribución y comercialización de energía.*

La estación de carga de vehículos eléctricos consumirá una potencia mayor a 12 kW, obtendrá la energía desde medio voltaje, entonces se dispone que “la empresa distribuidora establecerá, sobre la base de la información recibida del solicitante, el punto de entrega al consumidor. Para ello, deberá definir: el nivel de voltaje, la ubicación, el esquema de conexión, el sistema de medición, el sistema de corte, protección y maniobra, la puesta a tierra y el requerimiento de obras para atender el suministro con condiciones de: seguridad, eficiencia, continuidad, calidad y mínimo costo” (ARCERNNR, 2020).

### *Sistema de distribución*

La energía transportada por las grandes redes de transmisión es alojada en instalaciones cercanas a los sitios de consumo, denominadas subestaciones de distribución como se observa en la Figura 4. Las empresas de distribución son las responsables de entregar la energía eléctrica desde la subestación de distribución a las acometidas de servicio, localizado en las instalaciones residenciales, comerciales e industriales (Perdomo et al., 2019).

### **Figura 1**

#### *Subestación de Distribución Oriente*



Las líneas que parten desde las diversas subestaciones de distribución, se denominan alimentadores, éstas toman la potencia de cada subestación y la conducen a cada vecindario o

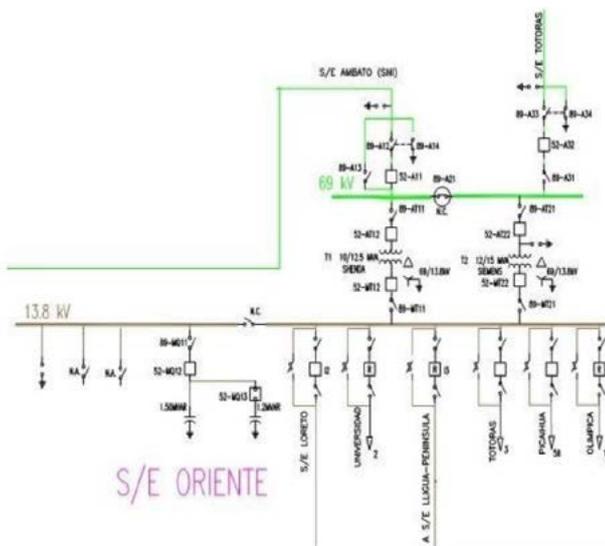
grupo de manzanas dependiendo su capacidad y el número de usuarios. Los alimentadores en su mayoría se asientan en postes aéreos y llevan de uno a cuatro conductores; dependiendo del voltaje, la corriente y la cantidad de energía. En sitios específicos a lo largo de cada alimentador, se ubican transformadores que reducen el voltaje al nivel de uso, las líneas de servicio de esos transformadores a su vez conducen la energía hacia los diversos puntos de consumo (Gorky Reyes-Campaña & Javier Guanuche-Larco, 2021).

*Descripción de la subestación oriente*

El proyecto se llevará a cabo en el alimentador principal Olímpica de la Subestación Oriente que pertenece a la Empresa Eléctrica Ambato S.A. (EEASA), ubicado en la ciudad de Ambato. Esta subestación tiene seis alimentadores primarios a nivel de 13,8 kV, que brindan servicio a sectores residenciales, comerciales e industriales. La Figura 2, muestra el diagrama unifilar de la Subestación Oriente con un nivel de voltaje de 13,8 kV.

**Figura 2**

*Diagrama Unifilar S/E Oriente*



*Perturbaciones que afectan a un sistema de distribución*

En el sistema de distribución se deben considerar ciertas perturbaciones como; interrupciones, caídas de tensión, bajo factor de potencia, cortos circuitos, etc. Las mismas que son causadas por diversos factores que

afectan a los alimentadores primarios, los cuales se clasifican según las características que se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 1**

*Perturbaciones en los Sistemas Eléctricos de Potencia*

Categoría	Duración típica	Magnitud típica del voltaje
Corta duración		
Interrupción	0.5 ciclos-1min	<0.1 p.u.
Depresión de tensión	0.5 ciclos-1min	0.1-0.9 p.u.
Salto de tensión	0.5 ciclos-1min	1.1-1.8 p.u.
Larga duración		
Interrupción sostenida	>1 min	0 p.u.
Subtensión	>1 min	0.8-0.9 p.u.
Sobretensión	>1 min	p.u.
Desequilibrio de tensión	Estado estable	0.5-2%
Distorsión de la forma de onda		
Armónicos	Estado estable	0-20%
Corte	Estado estable	
Ruido	Estado estable	0-1%
Fluctuación de tensión (flicker)	Intermitente	0.1-7%

Potencia necesaria para la carga de vehículos eléctricos

Según Veléz (2017), un auto eléctrico consume alrededor de un 70 – 90% de Energía menos que un vehículo de combustión interna. Los motores eléctricos destacan por su alta eficiencia a diferentes regímenes de funcionamiento. El gasto energético del motor de un vehículo eléctrico promedio está entre los 13.78 kWh en un recorrido de 100 km. Sin embargo, sólo es el consumo de los kWh que contiene la batería. Como el proceso de carga de la batería o el transporte y distribución de la electricidad tienen pérdidas causadas por no tener un rendimiento perfecto, el consumo desde la red de la potencia aparente variara dependiendo del sistema eléctrico.

Para que un sistema de carga pueda abastecer a una batería en su totalidad es importante saber acerca de las características de las baterías que utilizan los diferentes autos eléctricos, esto permitirá comprender la demanda de energía que exige el sistema para alcanzar la totalidad de la carga. Que generalmente en los modelos de carga utilizados en el Ecuador es de 50kW (Salmerón, 2012).

**Método**

*Software Power World*

Es un software de análisis y simulación de sistemas de energía eléctrica que permite hacer estudios de los sistemas de forma permanente. Está estructurado en una serie de módulos interrelacionados entre si a través del módulo principal de cálculo de flujo de cargas. Todos los módulos comparten la misma interfaz gráfica para el análisis de resultados, pudiéndose también observar el análisis en modo texto, comunes en otras aplicaciones software de análisis de sistemas de energía eléctrica. El campo de aplicación del Power World es el de los estudios en régimen permanente, permitiendo hacer análisis técnicos (flujo óptimo de cargas, relación de voltaje y corriente en una línea de transmisión, fallas simétricas y asimétricas, operación económica, análisis de contingencia y otros) (Ortega; & Guzmán, 2007).

**Resultados**

*Simulación del estado actual del alimentador, con carga normal*

Se realiza la simulación del estado actual del alimentador mediante el Software Power World, para lo cual se ubica un generador que abastezca la potencia instalada estimada para el alimentador en el 2023 que es de 2,76 MW. Luego se coloca las barras que representa los niveles de tensión correspondientes a la entrada de la subestación oriente, desde el SNI a un nivel de 64 kV y otra que representa la salida del alimentador primario Olímpica a 13,8 kV. Entre estas barras se ubicará un transformador acorde a la capacidad actual del alimentador en el cual se tiene los datos de resistencia y reactancia por unidad, los cuales se determinan de acuerdo con la Tabla 2.

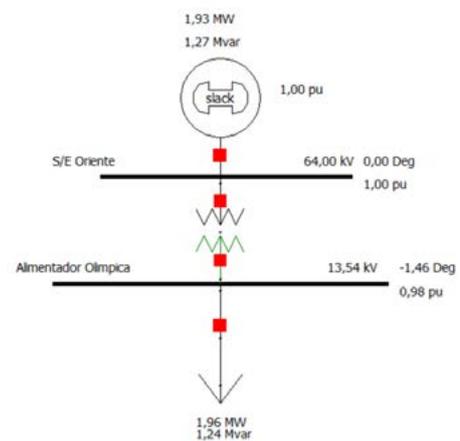
**Tabla 2**

*Resistencia y reactancia de los conductores*

Conductor	Distancia km	Resistividad a 20 °C (Ohm/m)	Sección m2	Resistencia Ohm	Reactancia
266 ACSR	4699,2	0,0002110	0,00013519	0,00156	0,02076
1/0 ACSR	2972,6	0,0005227	0,00005349	0,00977	0,12997
3/0 ACSR	6566,0	0,0003292	0,00008502	0,00387	0,05150
2 ACSR	2972,6	0,0008316	0,00003362	0,02474	0,32898
4 ACSR	1257,2	0,0013232	0,00002115	0,06256	0,83208
			Total	0,10250	1,36329

**Figura 3**

*Simulación de la carga común en el alimentador Olímpica*



Al correr la simulación se puede observar el flujo de potencia, así como los valores que abastece el generador para satisfacer la demanda de la carga, el nivel de voltaje en los diferentes puntos, el voltaje por unidad en las barras, así como el ángulo de desfase de la tensión.

En la simulación se observa que la potencia que fluye a la carga es abastecida por el generador que simula el abastecimiento de energía del sistema interconectado del país con una potencia instalada para el alimentador olímpica de 2,76 MW desde la subestación Oriente, por tanto, la carga se abastece normalmente demandando una potencia máxima de 1,93 MW y una reactiva de 1.27 MVAr. Por lo cual se entiende que la potencia demandada está en el margen de la potencia instalada y el sistema funcionara de manera estable. Así mismo el nivel de tensión de las barras y el voltaje por unidad nos demuestra que la caída de tensión es de 2% aproximadamente, que según la norma está en

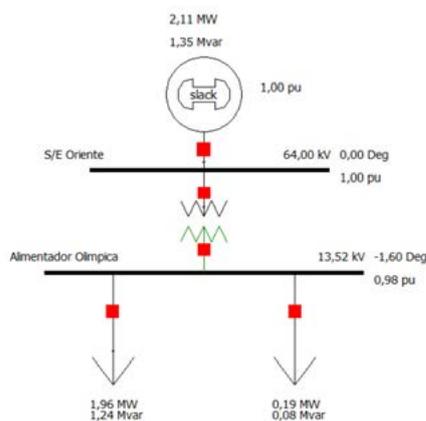
el rango permitido. De igual manera el desfase de la tensión es igual a 1,46 lo cual significa un retraso mínimo en la onda que no causara mayor inconveniente al sistema.

*Simulación del sistema de distribución con la implementación de electrolineras al 2023*

Para realizar la simulación del sistema al 2023 con la implementación de electrolineras, se considera los datos estadísticos donde nos dice que al 2023 el punto de carga, electrolinera en la cual realizaran su carga alrededor de 2,43 autos eléctricos, con una demanda de potencia de 0,19 MW y una pérdida de 0,08 MVAR.

**Figura 4**

*Simulación de la carga con la implementación de electrolineras al 2023*



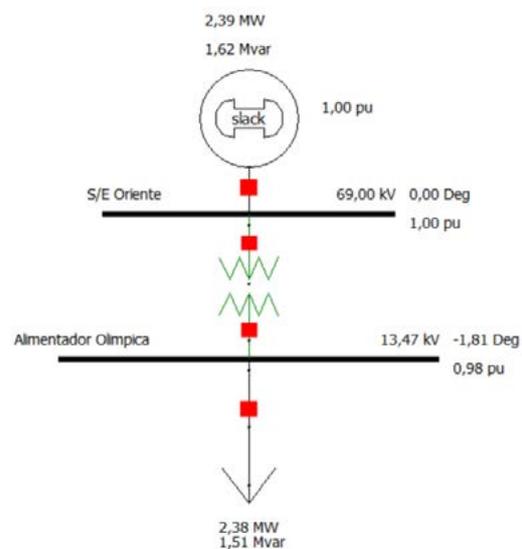
La potencia instalada estimada para el alimentador en el 2023 es de 2,75 MW por lo cual en el generador de la simulación podemos observar que la potencia que demanda el sistema en la actualidad es de 2,15 MW tomando en cuenta la carga normal del alimentador y la carga de la electrolinera, lo cual determina que el sistema actualmente abastece la demanda de manera adecuada, el único inconveniente presente en el sistema es el factor de potencia de la electrolinera que es muy bajo y debería corregirse a un mínimo de 0,92 con un banco capacitor con el fin de evitar caídas de tensión las cuales actualmente aún se encuentran en el margen establecido en la norma. El grado de desfase de la onda de tensión también se incrementa debido al mismo hecho de que el factor de potencia es muy bajo pero el retraso de la onda no significa mayor problema en el sistema.

*Simulación del estado del alimentador con la implementación de centros de carga para autos eléctricos (electrolineras) en el 2030*

Se simula el estado del alimentador con la carga convencional, donde tiene una potencia instalada de 3,36 MW, una demanda de 2,38 MW y una pérdida o potencia reactiva de 1,51 MVAR.

**Figura 5**

*Simulación de la carga común estimada al 2030 en el alimentador Olímpica*



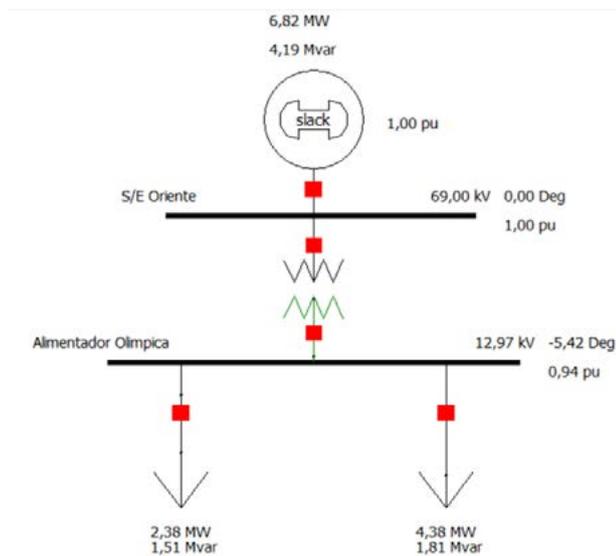
Una vez realizada la simulación se observa que, la potencia que abastece el generador a la carga esta adecuado a la potencia instalada del alimentador, es decir que la carga total está en el rango permisible de demanda máxima. Así mismo, la caída de tensión está en un rango del 3 % lo cual según la norma es permisible en el alimentador sin causar mayor inconveniente. Por otra parte, el ángulo de desfase de la tensión es de -1,81 lo que permite determinar que la onda tiene un pequeño desfase de retraso que de igual manera no es significativo, esto tomando en cuenta que la caída de tensión es mínima.

A continuación, se determina el posible funcionamiento para el año 2023 con la implementación de electrolineras en este alimentador para lo cual se considera la potencia instalada estimada para el 2030 que es de 3,36 MW, este es el valor limite que deberá entregar el generador que simula al SIN. Finalmente, se ubican los valores de la carga anteriormente estudiada, más la implementación de los sistemas de carga rápida que tendrán un valor de potencia

activa estimada de 4,38 MW y una energía reactiva de 1,81MVar.

**Figura 6**

*Simulación de la carga con la implementación de electrolineras al 2030*



Al correr la simulación se observa que la potencia necesaria para abastecer la carga desde el generador sobrepasa la potencia instalada estimada para el mismo año, esto debido al porcentaje de crecimiento de los puntos de carga que abastecerán a los autos eléctricos. Este incremento provocara un impacto negativo en el alimentador puesto que la caída de tensión es del 6% y sobrepasa el porcentaje permisible por norma técnica, así mismo el ángulo de desfase que provoca el retraso de onda de tensión es demasiado elevado debido al bajo factor de potencia de la carga de las electrolineras, por ende se entiende que a pesar que el sistema interconectado abastezca la demanda de potencia, el alimentador no trabajara en condiciones óptimas de abastecimiento, puesto que el dimensionamiento de la red no es el adecuado tanto en calibres de conductores como en capacidad de transformadores. De ser el caso que no se realice el redimensionamiento de la red se presentarían inconvenientes leves como variaciones de corta duración, distorsión de la forma de onda, fluctuación de tensión leve, y graves como variaciones de larga duración, pérdidas de fase, etc.

## Discusión

El proyecto europeo “MERGE” muestra que, durante la recarga, la potencia eléctrica consumida variaría entre 3 kW y 100 kW para la recarga de la batería de forma lenta y rápida, ya que dependiendo de ello se determina la cantidad de potencia que se consume, el resultado es que el pico de recarga coincidiría con el pico de consumo eléctrico. Ante esta situación la capacidad de las redes de distribución eléctrica actuales sería insuficiente para soportar una integración masiva del VE mediante una recarga no controlada, por ello es relevante el análisis de estrategias de integración del VE que permitan un uso más eficiente de instalaciones de la red eléctrica de distribución (Frías et al., 2011).

Frente a ello, los resultados obtenidos por medio de las simulaciones realizadas en el alimentador olímpica permiten determinar la demanda actual y una estimación a futuro del comportamiento del alimentador principal en condiciones normales de uso. En la actualidad, la potencia instalada en el alimentador abastece la carga total del sistema sin inconvenientes. Sin embargo, al sumar la demanda de potencia de las electrolineras existirá variaciones en las condiciones de operabilidad debido a la integración masiva de vehículos eléctricos. Esta creciente demanda prevé un comportamiento anormal en el sistema de distribución ya que el dimensionamiento del sistema no involucra los sistemas de carga rápida que demandan altas potencias.

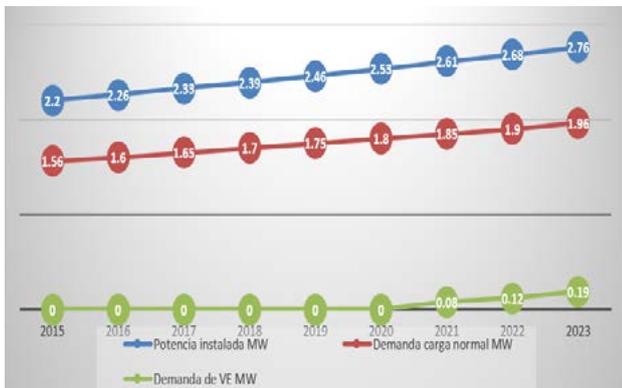
**Tabla 3**

*Proyección de la demanda al 2023*

Año	Potencia instalada MW	Demanda carga normal MW	Demanda de VE MW
2015	2,2	1,56	0
2016	2,26	1,6	0
2017	2,33	1,65	0
2018	2,39	1,7	0
2019	2,46	1,75	0
2020	2,53	1,8	0
2021	2,61	1,85	0,08
2022	2,68	1,9	0,12
2023	2,76	1,96	0,19

**Figura 7**

*Proyección de la demanda al 2023*



Comparando la proyección de la demanda con la potencia que abastece el generador al alimentador, se define que el impacto en la red de distribución no es considerable ya que, las variables no presentan valores fuera de los rangos establecidos. Teniendo así una caída de tensión del 2% un retraso en la onda de 1,46 grados y un factor de potencia de la carga aproximado de 0.88, lo cual se debe corregir mediante un banco de capacitores conectado a la carga, para compensar la energía reactiva. Estos valores obtenidos en las simulaciones están dentro de los márgenes de las normas técnicas. De esta manera, se define el comportamiento del alimentador al 2030 tomando los datos anteriormente citados, con los cuales se determina la proyección de la demanda en base a la potencia instalada (ver tabla 4).

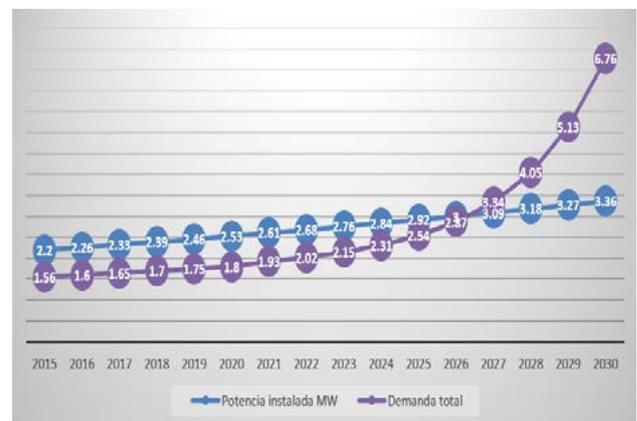
**Tabla 4**

*Proyección de la demanda al 2030*

Año	Potencia instalada MW	Demanda carga normal MW	Demanda de VE MW	Demanda total
2015	2,2	1,56	0	1,56
2016	2,26	1,6	0	1,6
2017	2,33	1,65	0	1,65
2018	2,39	1,7	0	1,7
2019	2,46	1,75	0	1,75
2020	2,53	1,8	0	1,8
2021	2,61	1,85	0,08	1,93
2022	2,68	1,9	0,12	2,02
2023	2,76	1,96	0,19	2,15
2024	2,84	2,01	0,3	2,31
2025	2,92	2,07	0,47	2,54
2026	3	2,13	0,74	2,87
2027	3,09	2,19	1,15	3,34
2028	3,18	2,25	1,8	4,05
2029	3,27	2,32	2,81	5,13
2030	3,36	2,38	4,38	6,76

**Figura 8**

*Proyección de la demanda al 2030*



La figura 8 permite interpretar que la demanda máxima de potencia incrementa desde el 2021 con la implementación de electrolineras y tiene un crecimiento acorde al crecimiento de autos eléctricos en el país que se estima en un 56% anual, de esta forma verificamos que la demanda máxima de potencia se acercará al límite de la potencia instalada en el año 2026, luego de lo cual el alimentador Olímpica, no podrá abastecer la demanda total del sistema.

De acuerdo a las simulación realizada, para el 2030 el generador abastece una potencia activa de 6.82 MW y una reactiva de 4.19 MW, de esta manera se puede determinar que el impacto en la red de distribución con la implementación de electrolineras ira en ascenso, causando inconvenientes en la red de distribución y usuarios conectados a ella, estos daños se basan en varios aspectos como son; principalmente la sobrecarga del alimentador, y el bajo factor de potencia de la electrolinera, afectando al sistema con caídas de tensión, perdidas de fase, retrasos en la onda, fluctuaciones de tensión, además de la presencia de armónicos. Por lo cual es necesario principalmente, realizar un redimensionamiento de las redes de distribución principal, tanto en conductores como en transformadores y potencia instalada, además de ubicar filtros que permitan obtener un óptimo factor de potencia y reducir la presencia de armónicos.

Según Bravo & Zambrano (2004) , en su investigación denominada Estudio del impacto eléctrico en la red de media tensión por ingreso de autos eléctricos en la Ciudadela Belo horizonte, menciona que en las simulaciones realizadas del sistema, la cargabilidad de las líneas y transformadores no presentan inconvenientes de sobrecarga, sin embargo algunos de los inconvenientes que más resaltan en la red son los armónicos generados por la carga de los vehículos que degradan la vida útil de los equipos instalados. De acuerdo con el análisis realizado en este trabajo es necesaria la aplicación de filtros domiciliarios o por transformador para corregir estos problemas. Los perfiles de carga de los autos eléctricos permiten un mejor entendimiento de la importancia de la coincidencia del consumo.

## Conclusiones

A través del análisis de las proyecciones de demanda, en comparación con las simulaciones realizadas y los datos obtenidos en las mismas, se puede definir que el sistema de distribución en el 2023 cumple con los parámetros necesarios para la implementación de electrolineras, con un crecimiento constante del 56 % anual, en base a la compra de vehículos eléctricos en el Ecuador, y se estima que el alimentador no sufrirá un impacto significativo hasta el 2027, que es donde la demanda total de la carga normal y la carga de las electrolineras superara el límite de potencia instalada en el alimentador con 3,34MW. Lo que supone una sobrecarga exagerada causando

varios problemas en general.

Fue de vital importancia determinar la demanda común del alimentador, las características de instalación de la estación de carga rápida, la demanda de una electrolinera Schneider EVlink, los datos de recorrido de un auto particular en el Ecuador y el rango de autonomía de los vehículos eléctricos marca BYD E6. Estos datos se obtuvieron mediante análisis y cálculos con datos obtenidos de diversas fuentes con lo cual determinamos el estado actual del alimentador Olímpica, y el comportamiento a futuro de este.

El estudio se basó en el impacto con la implementación de electrolineras en el alimentador olímpica, lo que permite tomar este estudio como base para proyectos de dimensionamiento del alimentador, estudio de sobrecarga en transformadores de media tensión, corrección de factor de potencia y armónicos.

## Referencias bibliográficas

- ARCERNNR. (2020). Regulación Nro. ARCERNNR - 002/2020. In Agencia de Regulación y control de Energía y Recursos Naturales no Renovables (pp. 20–35). <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/Regulacion-002-20.pdf>
- ARCERNNR. (2022). Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables - Estadística Anual y Multianual del Sector eléctrico Ecuatoriano. <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/03/EstadisticaAnual2022-baja-1.pdf>
- Bravo, E. M., & Zambrano, E. S. (2004). “Estudio del impacto eléctrico en la red de media tensión por ingreso de autos eléctricos en la ciudad Belo Horizonte.”
- CENACE. (2019). Proceso de Suminsitro de Energía Eléctrica. Rendición de Cuentas 2018. [https://www.cenace.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/06/rendicin-de-cuentas-cenace-2018-vf\\_compressed-1.pdf](https://www.cenace.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/06/rendicin-de-cuentas-cenace-2018-vf_compressed-1.pdf)
- eCONEQ. (2022). Guía sobre los tipos de recarga para vehículo eléctrico: carga

- lenta, semirápida y rápida. <https://econeq.es/guia-sobre-los-tipos-de-recarga-para-vehiculo-electrico/>
- EEASA. (2021). Rendición de cuentas 2021. 1–15.
- EEQ. (2011). Descripción escrita del sistema actual de distribución; puntos de enlace con G, AG, GC, SNT y otros sistemas de distribución; - planExpansion.pdf. 1–72. <http://www.eeq.com.ec/laEmpresa/planExpansion.pdf>
- Enel, X. (2019). Autos Eléctricos: los números de la electromovilidad en Chile. <https://www.enelx.com/cl/es/historias/autos-electricos-el-futuro-de-la-electromovilidad-en-chile>
- Espinosa, J. S. (2020). Proyecto de electrolinera de carga rápida con alimentación fotovoltaica conectada a red. Universidad de Cádiz. <https://masteringenieriaindustrial.uca.es/proyecto-de-electrolinera-de-carga-rapida-con-alimentacion-fotovoltaica-conectada-a-red/>
- Expósito, A. G., & Maza, J. M. (2019). Sistema de recarga de vehículos eléctricos: Revisión tecnológica e impacto en el sistema eléctrico. *Economía Industrial*, 411, 35–44. <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/411/MAZA Y GÓMEZ.pdf>
- Frías, P., Mateo, C., & Pérez-Arriaga, J. I. (2011). Evaluación del impacto de la integración del coche eléctrico en las redes de distribución de energía eléctrica. *Lychnos*, January. [https://fgsic.es/lychnos/es\\_ES/articulos/evaluacion\\_impacto\\_integracion\\_coche\\_electrico](https://fgsic.es/lychnos/es_ES/articulos/evaluacion_impacto_integracion_coche_electrico)
- González, J. M. (2011). Estudio de la recarga de vehículos eléctricos en sistemas autónomos de producción de energía en edificios.
- Gorky Reyes-Campaña, G. I., & Javier Guanuche-Larco, D. I. (2021). Estudio de la percepción de vehículos eléctricos en la ciudad de Quito. 7(5), 937–958. <http://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/indexhttps://orcid.org/0000-0002-7133-9509>
- Guamán, M. (2022). Uso de autos eléctricos y electrolineras en Ecuador. Gestipolis. <https://www.gestipolis.com/uso-autos-electricos-electrolineras-ecuador/>
- Holguin, M., & Gomez Coello, D. (2010). Análisis de calidad de energía eléctrica en el nuevo campus de la Universidad Politécnica Salesiana. 1–234. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2110/13/UPS-GT000145.pdf>
- Industria, E. (2012). Calidad del Suministro de la Energía Eléctrica. <https://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1765&ni=calidad-del-suministro-de-la-energia-electrica-40parte-i41>
- Loza, D. (2017). Reconfiguración y optimización de los alimentadores primarios de la subestación obrapía y San Cayetano pertenientes a la EERSSA. Lola Malverde, 1–85. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/989/1/tof9.pdf>
- Maks Davis, M. (2017). Beyond Petroleum: A look at the impact of electric cars in the three main cities of Ecuador. *Estoa*, 006(010), 151–158. <https://doi.org/10.18537/est.v006.n010.13>
- Minas, M. de E. y. (2021). El gobierno nacional entregó dos obras eléctricas que benefician a más de 300.00 habitantes. <https://www.recursosyenergia.gob.ec/>
- Moreno, F. C. J. (2012). Reconfiguración del sistema primario de 6.3 kv de las subestaciones 2, 3, 4, 6, 7 y 8 de la Empresa Eléctrica Quito. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4865/1/CD-4458.pdf>
- Perdomo, M. M., Cea, M., Ghisolfi, D., Lucero, C. A., & Pirola, B. (2019). Análisis del impacto de vehículos eléctricos en una red urbana de tipo residencial en su modo dual de funcionamiento carga - almacenamiento. *Mci*, 1–11.
- Prieto, A. (2021). Si esta es la electrolinera del futuro, que Hyundai la traiga a España. <https://www.autonocion.com/informacion-imagenes-electrolinera-e-pit-hyundai-corea-del-sur-2021/>
- RTE. (2020). Transformadores de distribución

eléctrica. <https://rte.mx/transformadores-de-distribucion-electrica>

Salmerón, J. (2012). Diseño de la instalación eléctrica de una electrolinea. 167.

Satuquinga, D., & Tenorio, C. (2022). Estudio de prefactibilidad para la implementación de electrolineas y su impacto en la red eléctrica residencial. Universidad Técnica de Cotopaxi.

Tapia, E. (2023). La venta de autos híbridos y eléctricos batió récord en 2022. <https://www.primicias.ec/noticias/economia/ventas-autos-electricos-hibridos-record/>

Vargas, C., Guamán, J., Ríos, A., & Otorongo, M. (2020). Simulación de una Estrategia en Implementación de Vehículos Eléctricos en el Transporte Terrestre del Ecuador en el Horizonte 2014 – 2035. *Revista Politécnica*, 46(1), 47–58. <https://doi.org/10.33333/rp.vol46n1.05>

Veléz, 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 [Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/27353>

Yadaicela, J. (2021). Estudio Técnico Económico sobre la Implementación de Generación Distribuida en el Sistema Eléctrico Ecuatoriano. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4709/1/CD-4337.pdf>