



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

Facultad de Ciencia y Tecnología

Ingeniería Civil

“Análisis de Ubicación y Capacidad de Estaciones de Carga para Vehículos Eléctricos
en la Ciudad de Cuenca: Evaluación de Demanda y Estrategias de Optimización”

Autores:

Karen Roxana Maldonado Farez

Paula Emilia Narváez Brito

Director:

Dr. Diego Correa Barahona

Cuenca – Ecuador

2025

Dedicatoria

A mi madre, por ser el pilar fundamental en mi vida, por tu amor incondicional, por tus sacrificios silenciosos, tu fortaleza inquebrantable y, sobre todo, por tu ejemplo de mujer fuerte y luchadora, que nunca se da por vencida y siempre mantienes una actitud positiva. Gracias por enseñarme que no hay problema sin solución y que con fe, esfuerzo, constancia y determinación todo es posible. Esta meta alcanzada es, sin duda, también tuya.

A mi familia, por su apoyo constante, su comprensión y su confianza en mí. Cada uno de ustedes ha sido parte esencial de este logro, brindándome ayuda cuando lo necesitaba y celebrando conmigo cada avance. Y finalmente, a mi compañera de tesis, por su compromiso, apoyo constante y excelente trabajo en equipo.

Emilia Narváez

Dedico este trabajo, con especial cariño a mis padres. A mi madre Olga, que ha sido siempre un ejemplo de fuerza y perseverancia. A mi padre Patricio, que siempre confió en mí; sus palabras han sido una guía constante en mi vida.

A mi hermana, Vanessa, una de las mayores inspiraciones que he tenido; con su ejemplo me enseñó que con trabajo y dedicación se puede llegar muy lejos.

A mis abuelitos, Martha y Cesar, por su apoyo incondicional a lo largo de este proceso. En especial a mi abuelito Cesar, quien, aunque ya no este físicamente conmigo, fue una de las personas que más confió en mi desde el primer momento. Este logro también es suyo.

A mis amigos, cuya compañía y palabras de aliento fueron fundamentales para superar cada obstáculo en el camino.

A mi compañera de tesis, Emilia, por su apoyo constante, sus ánimos y su valiosa amistad, que fueron un verdadero impulso para culminar este trabajo.

Karen Maldonado

Agradecimiento

Agradecemos, en primer lugar, a Dios y a nuestros padres, por habernos concedido la fortaleza, sabiduría y perseverancia necesaria para afrontar los retos que implicó este proyecto por guiarnos en cada paso del camino. Su presencia fue nuestra luz en los momentos de dificultad y nuestra inspiración en los momentos de avance.

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a nuestro tutor, por su valiosa guía, compromiso y dedicación durante todo el desarrollo de este trabajo de titulación. A nuestro tribunal que, con su orientación constante, sus observaciones constructivas y su disposición para compartir su experiencia fueron fundamentales para alcanzar los objetivos propuestos.

Agradecemos también a nuestros profesores, quienes, a lo largo de nuestra formación académica, supiera transmitirnos no solo conocimientos técnicos, sino también valores, ética profesional y pasión por lo que hacemos. Su vocación docente ha dejado una huella imborrable en nosotros y ha formado las bases sólidas sobre las cuales hoy edificamos nuestro futuro profesional.

No podemos dejar de mencionar a nuestros compañeros de universidad, quienes con su amistad, solidaridad y apoyo hicieron de esta etapa una experiencia enriquecedora y significativa. Gracias por estar ahí en los trabajos en grupo, en los exámenes complicados, en las largas jornadas de estudio, y también en los momentos de alegría y celebración. Compartir este camino con ustedes fue, sin duda, una parte maravillosa de esta etapa.

Resumen

El presente trabajo de titulación analiza la localización óptima de estaciones de carga para vehículos eléctricos (electrolineras) en la ciudad de Cuenca, como respuesta al creciente impulso de la electromovilidad y a la necesidad de reducir la dependencia de combustibles fósiles. El estudio contempla una evaluación integral de las ventajas de la movilidad eléctrica, el crecimiento sostenido del parque automotor eléctrico, y el estado actual de la infraestructura de carga en la ciudad, considerando criterios de distribución espacial, accesibilidad, cobertura y demanda proyectada. Se realizó un levantamiento de campo de las 13 electrolineras existentes, complementado con un análisis de la red vial urbana y su conectividad. Con base en esta información, se aplicó un modelo de optimización espacial para proponer ubicaciones estratégicas para la expansión de la infraestructura de carga, priorizando zonas con mayor demanda potencial y nodos con alta conectividad vial. Entre los principales hallazgos, se identificó la electrolinera con mayor cobertura efectiva en el contexto urbano actual, así como estaciones con alto potencial estratégico a futuro. Asimismo, se analizaron estaciones de servicio con disponibilidad de infraestructura eléctrica y sin superposición geográfica con electrolineras existentes, proponiéndolas como candidatos viables para reconversión en el corto, mediano y largo plazo. Los resultados obtenidos constituyen un aporte relevante para la planificación urbana sostenible y la consolidación de un sistema de transporte más limpio, eficiente y resiliente en la ciudad de Cuenca.

Palabras clave: Electrolineras, electromovilidad, localización óptima, vehículos eléctricos, planificación urbana, conectividad vial, Cuenca.

Abstract

This research analyzes the optimal location of electric vehicle charging stations (electrolineras) in the city of Cuenca, in response to the growing momentum of electromobility and the urgent need to reduce reliance on fossil fuels. The study provides a comprehensive assessment of the benefits of electric mobility, the steady growth of the electric vehicle fleet, and the current state of the city's charging infrastructure, considering its spatial distribution, accessibility, coverage, and projected demand. A field survey was conducted on the 13 existing charging stations, supplemented by an analysis of the urban road network and its connectivity. Based on this information, a spatial optimization model was applied to identify strategic locations for expanding the charging infrastructure, prioritizing areas with high potential demand and nodes with strong road connectivity. Key findings include the identification of the most effectively located charging station in terms of urban coverage, as well as others with long-term strategic potential. In addition, fuel stations equipped with electrical infrastructure and without geographic overlap with current charging stations were assessed as viable candidates for conversion in the short, medium, and long term. The outcomes of this study offer valuable insights for sustainable urban planning and support the transition toward a cleaner, more efficient, and resilient transport system in Cuenca.

Keywords: charging stations, electromobility, optimal location, electric vehicles, urban planning, road connectivity, Cuenca.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	iv
Abstract	v
Índice de contenidos	vi
Índice de figuras	viii
Índice de tablas	x
Índice de Ecuaciones	xi
Objetivo general	xii
Objetivos específicos	xii
Introducción	1
1. Capítulo1: Análisis de las ventajas de la adopción de la electromovilidad en Cuenca	1
1.1 Impactos de los combustibles fósiles al planeta	2
1.2 Acuerdos mundiales para minimizar el calentamiento global.	4
1.2.1 Acuerdo de París	4
1.2.2 Objetivos de las Naciones Unidas para reducir el cambio climático.	4
1.3 Plan de movilidad y Electromovilidad de Cuenca	6
Capítulo2: Caracterización de la infraestructura de carga existente en la ciudad, considerando su distribución, accesibilidad y capacidad.	9
2.1 Estaciones de carga en Cuenca	9
2.1.1 Tipos de recargas de un vehículo eléctrico	9
2.1.2 Tipos de puntos de recarga	13
2.1.3 Tipos de conectores	14
2.1.4 Características de los cargadores	17

2.1.5 Estado actual y distribución de la infraestructura en Cuenca	21
1.4 Características de los vehículos eléctricos	27
1.4.1 Características de las baterías de vehículos eléctricos	27
1.4.2 Tipos de vehículos eléctricos	32
2.2.3 Vehículos más comercializados en Ecuador.	33
2. Capítulo 3. Movilidad en la ciudad de Cuenca	37
2.1 Características representativas del parque automotor.	37
2.2 Movilidad y localización de actividades productivas en la ciudad Cuenca	38
2.3 Crecimiento del parque automotor	40
3.3.1 Evolución del parque automotor en Ecuador y Cuenca	40
3.3.2 Factores que han influido en el aumento del número de vehículos	43
3.3.3 Adopción y crecimiento de vehículos eléctricos (VE)	46
3.3.4 Incentivos para el uso de VE	49
Capítulo 4: Desarrollo de modelo de optimización para determinar las ubicaciones óptimas para la instalación de estaciones de carga	57
4.1 Análisis de la red vial en Cuenca	57
4.1.1 Ubicación de gasolineras y electrolineras en Cuenca	59
4.2 Parámetros que influyen en la optimización de las estaciones de carga	62
4.3 Análisis de resultados	65
Conclusiones	72

Índice de figuras

Figura 1: Demanda de energía por sector (%)	2
Figura 2: Metas de adopción de la electromovilidad en el parque automotor de cada segmento.	6
Figura 3: Modo 1	10
Figura 4: Modo 2	11
Figura 5: Modo 3	11
Figura 6: Modo 4	12
Figura 7: Tipos de recarga de Vehículos eléctricos.	13
Figura 8: Conector Schuko	15
Figura 9: Conector SAE J1772	15
Figura 10: Conector Mennekes	16
Figura 11: Conector único combinado CCS	16
Figura 12: Conector CHAdeMO	17
Figura 13: Cargador de WEMOB Wall	19
Figura 14: Cargador de WEMOB Parking	20
Figura 15: WEMOB Station	21
Figura 16: Mapa de estaciones de carga para VE en el Ecuador	22
Figura 17: Hospital del Río	23
Figura 18: Estación de Chaullabamba	23
Figura 19: Estación Centro sur Empresa eléctrica	24
Figura 20: Estación Centro Comercial Wayra Plaza	24
Figura 21: Estación Hotel Oro Verde	24
Figura 22: Estacion Parqueadero EMOV	24
Figura 23: Estación EMOV Parque de la madre	25
Figura 24: Estación EMOV Portal Artesanal	25
Figura 25: Estación Parqueadero Milenium Plaza	25
Figura 26: Estación Universidad de Cuenca	25
Figura 27: Estación Universidad Politécnica Salesiana	26
Figura 28: Estación Universidad del Azuay	26
Figura 29: Multiplaza Miraflores	26
Figura 30: Batería	27
Figura 31: Batería de plomo-ácido	30

Figura 32: Batería de níquel-cadmio destapada	30
Figura 33: Batería de níquel-MH	31
Figura 34: Batería de ion de litio	32
Figura 35: Vehículo eléctrico puro	32
Figura 36: Vehículo eléctrico puro	33
Figura 37: BYD Yuan pro	34
Figura 38: BYD Seagull	34
Figura 39: KIA EV6	35
Figura 40: LEAPMOTOR T03	35
Figura 41: DONGFENG SERES 3	36
Figura 42: NETA V	36
Figura 43: Participación por clase de vehículos en porcentaje junio 2023	37
Figura 44: Participación según tipo de energía en vehículos	38
Figura 45: Distribución especial de los vehículos	40
Figura 46: Vehículos matriculados por año	41
Figura 47: Vehículos matriculados por año	41
Figura 48: Porcentaje de vehículos matriculados según su tipo	42
Figura 49: Porcentaje de vehículos matriculados según su uso	42
Figura 50: Vehículos matriculados en Azuay de 2014 -2023	43
Figura 51: Crecimiento poblacional de Cuenca	44
Figura 52: Importación de vehículos 2024	45
Figura 53: Venta de vehículos Híbridos y Eléctricos de enero 2023 a enero 2025	47
Figura 54: Venta de vehículos eléctricos por marca enero 2025	47
Figura 55: Venta de vehículos eléctricos por clase enero 2025	48
Figura 56: Venta de vehículos eléctricos por provincia enero 2025	48
Figura 57: Conectividad en la ciudad de Cuenca	59
Figura 58: Conectividad en la ciudad de Cuenca	60
Figura 59: Conectividad en la ciudad de Cuenca	61
Figura 60: Conectividad en la ciudad de Cuenca	62
Figura 61: Conectividad en la ciudad de Cuenca	64

Índice de tablas

Tabla 1	12
Tabla 2	27
Tabla 3	66
Tabla 4	68
Tabla 5	69
Tabla 6	70

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1	50
Ecuación 2	51
Ecuación 3	51
Ecuación 4	52
Ecuación 5	52

Objetivo general

Determinar las ubicaciones óptimas de estaciones de carga para vehículos eléctricos en la ciudad de Cuenca, utilizando modelos de optimización y análisis de demanda para mejorar la accesibilidad, y fomentar el uso de vehículos eléctricos en la ciudad.

Objetivos específicos

- Analizar las ventajas de la adopción de la electromovilidad en Cuenca
- Caracterizar la infraestructura de carga existente en la ciudad, considerando su distribución, accesibilidad y capacidad.
- Describir la movilidad en la ciudad de Cuenca.
- Desarrollar un modelo de optimización para determinar las ubicaciones óptimas para la instalación de estaciones de carga.

Introducción

En los últimos años, la preocupación por el impacto ambiental del transporte basado en combustibles fósiles ha motivado a diversas ciudades a buscar alternativas más sostenibles. La electromovilidad se ha convertido en una de las soluciones más prometedoras para reducir las emisiones contaminantes, y mejorar las condiciones ambientales en entornos urbanos. En este escenario, la infraestructura de carga para vehículos eléctricos desempeña un papel fundamental para facilitar esta transición.

En la ciudad de Cuenca, el avance hacia la electromovilidad ha sido progresivo, con la instalación de algunas electrolíneas en puntos estratégicos. Sin embargo, aún se presentan desafíos significativos en términos de cobertura, accesibilidad y planificación de la infraestructura necesaria para sostener el crecimiento del parque vehicular eléctrico. La correcta ubicación y dimensionamiento de las estaciones de carga es un aspecto clave para la garantizar la viabilidad técnica y operativa de esta red.

Esta investigación se centra en el análisis de la infraestructura de carga para vehículos eléctricos en Cuenca, con el objetivo de identificar ubicaciones óptimas para nuevas estaciones y evaluar el estado actual de las existentes. Para ello, se aplican herramientas de análisis espacial, levantamientos en campo y criterios de conectividad urbana.

Capítulo1: Análisis de las ventajas de la adopción de la electromovilidad en Cuenca

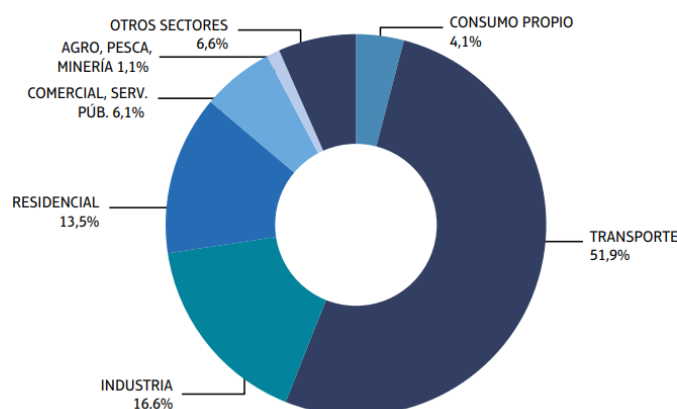
1.1 Impactos de los combustibles fósiles al planeta

Según la Organización de las Naciones unidas se observa un crecimiento del tamaño de las ciudades y se estima un crecimiento de la población urbana del 68% para el 2030. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2023)

Como consecuencia de este crecimiento urbano, ha aumentado significativamente la adquisición de vehículos automotores, impulsada por la creciente necesidad de movilidad de las personas. En Ecuador, por ejemplo, “la matriculación vehicular ha aumentado durante el periodo 2014-2023. El número de vehículos matriculados se incrementó en 6.42% en relación al 2022” (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2024)

El crecimiento del parque automotor representa un problema ambiental, debido a la alta generación de gases de efecto invernadero (GEI), resultado del consumo de combustibles fósiles. Este tipo de combustibles constituye una de las principales fuentes de generación de GEI, con un aporte de aproximadamente el 68%. (Hernán Andrade, 2017). En Ecuador, “51,9% de la demanda de energía provino del sector transporte” (Ministerio de Energía y Minas , 2023). Lo que lo convierte en el responsable de la mayor proporción de emisiones de GEI. En la figura 1 nos muestra la demanda de energía por sector.

Figura 1: Demanda de energía por sector (%)



Fuente: Balance Energético Nacional-BEN 2023

El uso intensivo de combustibles fósiles ha generado consecuencias graves tanto para el medio ambiente como para la salud pública, debido a la emisión masiva de gases de efecto invernadero (GEI), como el dióxido de carbono, metano y óxidos de nitrógeno. (Molina et al., 2017). Estos compuestos han provocado el aumento del calentamiento global, el deshielo de los polos, la elevación del nivel del mar, así como fenómenos meteorológicos extremos y enfermedades respiratorias (Daza et al., 2020). Además, su impacto se extiende a la agricultura, alterar los ciclos de producción debido a los cambios en altitud y temperatura, afectando la seguridad alimentaria. La extracción indiscriminada de recursos fósiles compromete la estabilidad ambiental, intensificando la pérdida de biodiversidad y la degradación de ecosistemas frágiles (Mantilla, 2010).

Según el IPCC, desde 1960 la capa de hielo del hemisferio norte ha disminuido en un 10%, mientras que el nivel del mar ha aumentado entre 1 y 2 mm por año, consecuencia directa de la expansión térmica del agua y la pérdida de hielo polar (The Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022). Estos cambios han afectado la circulación oceánica, modificando los patrones climáticos y distorsionando el ciclo hidrológico, generando sequías prolongadas en zonas tropicales. Asimismo, los ecosistemas marinos y terrestres han sufrido daños severos: los incendios forestales desplazan especies y los arrecifes de coral mueren masivamente por el aumento de temperatura del agua. Estos evidencian la urgencia de implementar políticas ambientales globales que mitiguen el cambio climático y aseguren la conservación del planeta (Mantilla, 2010).

Un aspecto frecuentemente ignorado es si los precios del petróleo reflejan adecuadamente su impacto ambiental y su conservación para generaciones futuras. Los costos asociados con la contaminación y la degradación de los ecosistemas son extremadamente bajos en comparación con el impacto real. Los combustibles fósiles no solo agotan recursos, sino que también contribuyen significativamente a la degradación ambiental. Es fundamental equilibrar las necesidades de la sociedad con la capacidad de la Tierra para regenerar recursos y asimilar emisiones contaminantes. Este equilibrio se alinea con el ideal de desarrollo sostenible: “Satisfacer las necesidades actuales sin comprometer el abastecimiento para las generaciones futuras” (Naciones Unidas, 2023). Para lograrlo es necesario impulsar el uso de energía renovable, mejorar la eficiencia energética y reducir la dependencia de los combustibles fósiles mediante el uso del transporte sostenible y la adopción de tecnologías limpias.

1.2 Acuerdos mundiales para minimizar el calentamiento global.

1.2.1 Acuerdo de París

En el marco de los esfuerzos globales por enfrentar el cambio climático, diversas organizaciones han establecido metas concretas para reducir su impacto. Uno de los hitos más relevantes fue el Acuerdo de París, firmado en la COP21 en diciembre de 2016, que sentó las bases para una transición hacia un modelo energético limpio mediante la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (Ministerio del ambiente, Agua y Transición ecológica, 2016). El acuerdo establece como objetivo principal mantener el aumento de la temperatura global por debajo de los 2°C respecto a los niveles preindustriales, con la aspiración de no superar los 1,5 °C, así como fortalecer la resiliencia climática y promover un desarrollo sostenible de bajas emisiones.

El Artículo 10 del acuerdo destaca el papel esencial del desarrollo y la transferencia de tecnología para lograr estos objetivos, e insta a los países a presentar sus contribuciones nacionalmente determinadas después de 2020 (Naciones Unidas, 2015). Según el IPCC, para cumplir la meta de limitar el calentamiento a 1,5°C, es necesario reducir las emisiones de CO₂ en un 45% para el año 2030 y alcanzar la neutralidad de carbono en 2050. Estas acciones son consideradas fundamentales para evitar consecuencias climáticas irreversibles a nivel global.

1.2.2 Objetivos de las Naciones Unidas para reducir el cambio climático.

Los Estados miembros de la FAO aprobaron en 2015 la Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), asumiendo una gran responsabilidad y compromiso para lograr alcanzar las metas propuestas para el año 2030.

Uno de los aspectos más relevantes de la Agenda 2030 es su flexibilidad, ya que permite a los países trabajar bajo sus diferentes realidades, capacidades y niveles de desarrollo, respetando sus políticas y prioridades nacionales. Los 17 ODS y sus 169 metas tienen un alcance y aplicación global, abordando problemáticas cruciales como la desigualdad, la pobreza extrema, los patrones de consumo no sostenible y la degradación ambiental.

Entre estas problemáticas, la degradación ambiental merece especial atención, ya que el calentamiento global avanza con consecuencias cada vez más graves. Si la humanidad continua con los patrones actuales de generación de gases de efecto invernadero, las

consecuencias pueden llegar a ser catastróficas para la humanidad, y especialmente, para las sociedades y los grupos humanos más vulnerables (Cano et al., 2019).

Para prevenir un mayor deterioro ambiental, es esencial promover el desarrollo sostenible. Entendido como el desarrollo que permite satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para satisfacer las suyas. Esto por medio de tres dimensiones o tres pilares del desarrollo: el económico, el social y el ambiental (CEPAL, s.f.).

Para cumplir con los compromisos planteados por la ONU, se necesita aumentar la producción de energía de fuentes renovables al mismo tiempo que decrecer el uso de combustibles de origen fósil.

La implementación de vehículos eléctricos contribuye significativamente al cumplimiento de varios objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Por ejemplo:

- ODS 3, que se centra en la salud y el bienestar, destaca que la adopción de estos vehículos puede reducir las emisiones contaminantes, mejorando la calidad del aire y la salud de la población.
- ODS 4 enfatiza la importancia de garantizar el acceso a la educación técnica, lo que puede fomentar nuevas alternativas para un desarrollo sostenible en el sector del transporte.
- ODS 9, que se refiere a la industria, la innovación y la infraestructura, resalta que la creación de estaciones de carga en las ciudades es esencial para construir infraestructuras que impulse el avance hacia ciudades más sostenibles.
- El ODS 11 promueve la creación de ciudades y comunidades sostenibles; a largo plazo, la disminución de las emisiones del transporte contribuye a mitigar los efectos del cambio climático y a fomentar comunidades resilientes.

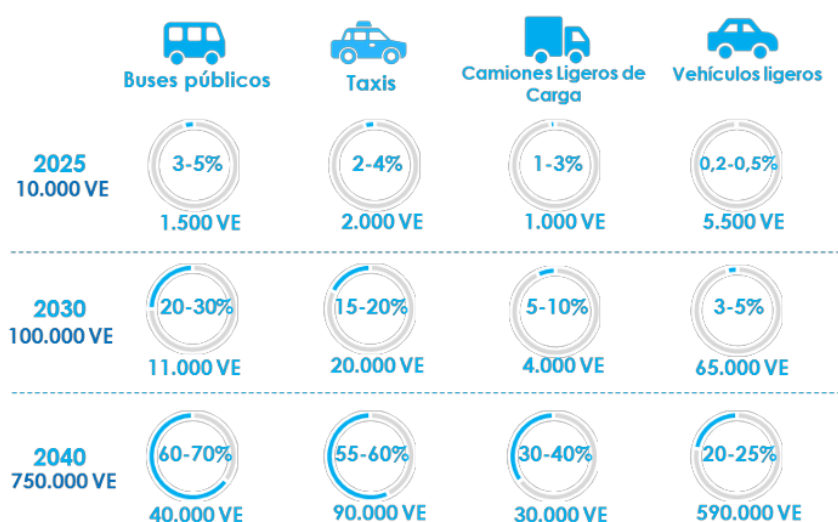
El ODS 13, que se centra en la acción por el clima, respalda la reducción de emisiones del parque automotor como parte de los esfuerzos globales para combatir el cambio climático y alcanzar la neutralidad para 2050. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2019)

1.3 Plan de movilidad y Electromovilidad de Cuenca

Como sabemos el transporte es el causante de un 48. 5% de las emisiones de GEI del sector de la energía (Ministerio de Enegía y minas, 2018), con el fin de descarbonizar se analizó las posibilidades y oportunidades para mejorar este problema, siendo una solución el uso de la electromovilidad, por ello el gobierno planteó el proyecto “El Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016-2035” que tiene como misión en el 2025 que todos los vehículos que se incorporen al sistema de transporte público sean vehículos eléctricos; además que los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) incentiven a su ciudadanía en el uso de la movilidad eléctrica. También se ha desarrollado incentivos como la exención de impuestos y aranceles, acuerdos comerciales y tarifas eléctricas preferenciales para la carga de vehículos eléctricos, pero aún con los incentivos existen barreras financieras, técnicas, regulatorias, operativas, de conocimiento y de infraestructura que dificultan la adquisición de vehículos eléctricos (Banco interamericano, 2021)

Con el fin de cubrir estas barreras limitantes el gobierno del Ecuador tiene como objetivo de “Contribuir a la descarbonización y la sostenibilidad del transporte terrestre en el Ecuador desde el punto de vista ambiental, social y económico, al convertirse en el instrumento estructurador de todas las políticas y acciones a nivel nacional y local, dirigidas a promover la adopción de la electromovilidad, resultando en la reducción de emisiones contaminantes, incremento de la eficiencia energética, ahorros para el gobierno y beneficios para la salud”. La figura 2 nos muestra las metas de adopción.

Figura 2: Metas de adopción de la electromovilidad en el parque automotor de cada segmento.



Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2023)

Los beneficios económicos por la reducción de GEI y contaminantes de 2020 a 2040 puede existir un ahorro social acumulado 843 millones de dólares. Este se daría por la reducción de 180 mil toneladas de NO, 4 mil toneladas de PM2.5 y 16.5 millones de toneladas de CO2. A su vez, se evitaría el consumo de 6500 millones de litros de diésel, y 5800 millones de litros de gasolina, lo que reduciría la salida de divisas por la importación de derivados del petróleo en aproximadamente 6400 millones de dólares. También se estima la creación de 10 mil empleos aproximadamente para el mantenimiento de vehículos, y construcción y operación de la infraestructura de carga (Ministerio de obras públicas y Banco Interamericano, 2021).

El municipio de Cuenca más el apoyo de consultores, con el fin de ser parte del cambio, lanzó en 2023 el “Plan de Electromovilidad de Cuenca”, un proyecto destinado a diseñar una estrategia para la electrificación del transporte y la adopción sostenible de la movilidad eléctrica ya que requiere análisis y planificación detallada, debido a que cada ciudad y país enfrenta retos específicos al implementar este tipo de movilidad. Entre estos desafíos se incluyeron la formulación de políticas públicas, el desarrollo de capacidades técnicas y la creación de infraestructura adecuada (ecuenca, 2023).

El plan, desarrollado durante un periodo de 20 meses, incluyó intercambio de experiencias con otras ciudades y amplios debates, lo que resultó en la elaboración de dicho plan. Ese documento establece una hoja de ruta para masificar la movilidad eléctrica en la ciudad hacia el año 2030, promoviendo la descarbonización y mejorando la calidad de vida de los ciudadanos.

El objetivo fundamental del plan es crear un modelo de descarbonización de la movilidad al 2030, transformando a Cuenca en un entorno libre de contaminación, con una mayor calidad de vida que no comprometa los recursos naturales ni el medio ambiente. Planteando así los siguientes objetivos:

- Disminuir el efecto negativo en el medio natural y en el clima de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por el sector de transporte en Cuenca.
- Hacer de Cuenca una ciudad más saludable, moderna y habitable en donde los autos de combustión ceden su protagonismo en la vía pública al peatón y a medios de transporte 100% sostenibles.
- Universalizar el acceso a servicios de movilidad 100% sostenible en Cuenca.

Los obstáculos principales que presenta la ciudad es la falta de incentivos gubernamentales, existen pocos estímulos para impulsar la electromovilidad, deficiencias en infraestructura, la ciudad carece de suficientes puntos de recarga en la vía pública, falta de concienciación ciudadana, muchos habitantes desconocen los beneficios de la movilidad eléctrica, lo que hace esencial promover la sensibilización sobre su importancia (ecuenca, 2023)

Las Metas del plan

- Alcanzar los 10 puntos de recarga en la vía pública (al menos semi rápidos) para antes de 2025 y 25 para antes del 2028. Alcanzar 8 puntos de recarga para flotas de transporte público y comercial para antes de 2028.
- Reducir el 5% de los gases de efecto invernadero producidos por el parque automotor para el 2030 y lograr una proporción del 5% de autos eléctricos.
- Alcanzar una cuota de 5% de vehículos eléctricos en flotas municipales al 2025 del 10% al 2028 y del 20% en 2030 y que un 40% del personal municipal no utilice el auto a combustión para ir al trabajo.
- Alcanzar 30 usuarios de auto eléctrico privado que recarguen en la vía pública para 2025 y 120 para 2028. Alcanzar 10 empresas que carguen sus flotas en la vía pública para 2025 y 40 para 2028.
- Contar con 20 taxis eléctricos al 2025 y 80 al 2030.
- Al 2030 contar con 6 empresas que realicen sus operaciones logísticas en el centro histórico de Cuenca con vehículos eléctricos.
- Lograr que el 25% de la población esté familiarizada con la electromovilidad y sus ventajas al 2026.

El “Plan de Electromovilidad de Cuenca” representa un compromiso ambicioso y necesario para enfrentar los retos del cambio climático y construir una ciudad más sostenible y habitable para las futuras generaciones. (ecuenca, 2023)

Capítulo2: Caracterización de la infraestructura de carga existente en la ciudad, considerando su distribución, accesibilidad y capacidad.

2.1 Estaciones de carga en Cuenca

Para fomentar el uso de Vehículos Eléctricos en la ciudad de Cuenca, es fundamental contar con una infraestructura de carga eficiente, bien distribuida y de fácil acceso para los usuarios. Es esencial comprender las características de una estación de carga, incluyendo los tipos y modos de carga, las categorías de estaciones, y los diferentes conectores disponibles. Esto permite realizar una carga adecuada para cada vehículo considerando sus necesidades específicas. A continuación, se presentan las características más relevantes.

2.1.1 Tipos de recargas de un vehículo eléctrico

Una de los aspectos que diferencian a los distintos tipos de carga, es la corriente con la que se manejan, esta puede ser continua o alterna. Según, Ros & Barrera (2017) “Una corriente continua es aquella en que el valor de la tensión siempre es el mismo. Por otro lado, una corriente alterna es aquella en que el valor de la tensión va oscilando repetidamente entre dos valores extremo” (p.5). Esto influyen en la velocidad de carga de los VE.

Según, Montecelos (2019), se puede clasificar los tipos de recarga de VE, dependiendo de su velocidad de carga, pueden ser de carga lenta, semi-rápida y rápida.

Recarga lenta

Se trata de una carga con corriente alterna monofásica a 230 V 16 A y con 3.7kW de Potencia máxima; con un tiempo de carga varía entre 5-8 horas. También se puede tener una carga de corriente alterna trifásica a 400 V y 16 A, con una potencia de 11kW de potencia; con un tiempo de carga de 2-3 horas.

Recarga semi-rápida

Se trata de una carga con corriente monofásica de 230V, 32 A y 8-14kW, con un tiempo de carga de 1.5-3 horas. También se puede tener una carga de corriente alterna trifásica de 400V, 63 A y de 22 a 43 Kw, con un tiempo de cargade 30 minutos.

Recarga rápida

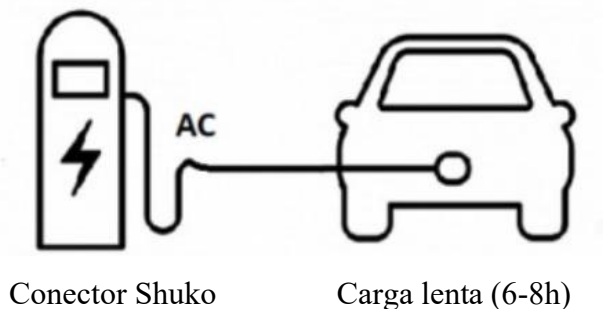
Se trata de una instalación eléctrica más compleja, se cuenta con corriente continua de hasta 600V Y 400 A; con 240 kW de potencia, con un tiempo de carga de 5 a 30 minutos del 80% de la batería. También se puede tener una carga mediante corriente alterna, de 500V, 250ª Y 220kW; con un tiempo de carga de 10 minutos del 80% de la batería.

Según Díez (2019), Se puede clasificar los tipos de recarga en 4 modos, dependiendo del nivel de comunicación entre el VE Y la infraestructura de carga:

Modo 1

No existe comunicación con la red y el vehículo. se conecta directamente con la corriente convencional alterna doméstica, se utiliza un conector Schuko con 2.3kW y 16 A. Utilizada en garajes privados, la carga es lenta enfocada a motocicletas y bicicletas eléctricas, no recomendable para VE por la falta de sistema de protección. En la figura 3 se puede observar de mejor modo cómo funciona el modo 1.

Figura 3: Modo 1

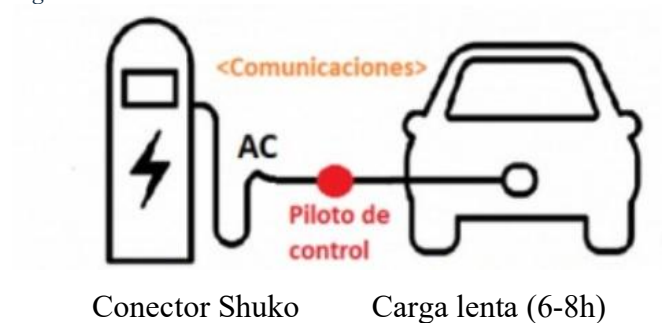


Fuente: Fuente especificada no válida.

Modo 2

Similar al modo 1 pero cuenta con un sistema de protección. Se conecta directamente con la corriente convencional domestica tipo Schuko con 16 A, cuenta con un sistema de seguridad que verifica que la conexión entre la red y el vehículo sea correcta, permite configurar la velocidad y modo de carga, la carga es lenta recomendad para motocicletas, cuatriciclos y VE pequeños. La figura 4 nos presenta como funciona el modo 2.

Figura 4: Modo 2

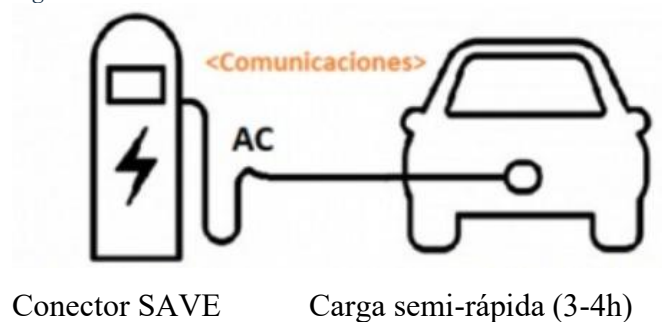


Fuente: Fuente especificada no válida.

Modo 3

Se tiene una carga semi-rápida o rápida, puede ser monofásico o trifásico. En el punto de recarga se encuentra el sistema de control y protección que monitoriza la carga como lo podemos observar en la figura 5. Su potencia va desde 3.7kW en monofásico y 43kW en trifásico. Se utiliza SAVE (Sistema de Alimentación del Vehículo Eléctrico) se alcanza intensidades de 32 A, es el modo de recarga más utilizado.

Figura 5: Modo 3



Fuente: Fuente especificada no válida.

Modo 4

Se tienen una carga rápida, se utiliza corriente continua, se tiene un tiempo de recarga de 20-25 minutos, cuenta con un convertidor que transforma la energía eléctrica alterna en continua. Se utiliza un conector CCS o CHAdeMO, con una intensidad de hasta 400 A y potencia máxima de 2440 kW. En la figura 6 podemos observar de mejor manera cómo funciona el modo 4.

Figura 6: Modo 4



Conector CCS o Chademo Carga rápida (30 minutos)

Fuente: Fuente especificada no válida.

A continuación, la Tabla 1 nos presenta un resumen con las principales características de cada modo y los conectores que se utilizan en cada caso.

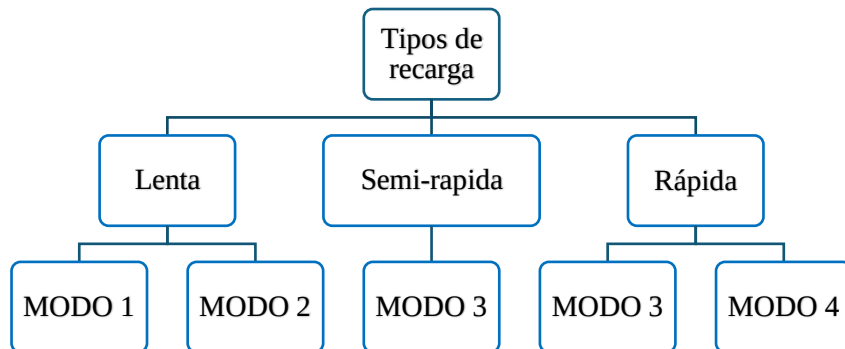
Tabla 1
Características de los modos de recarga

Modos	Características	Conectores
Modo 1	No tiene comunicación con la red Conexión directa con la corriente domestica Consumo de 16 A Recarga lenta e ineficiente	Schuko
Modo 2	Contiene un dispositivo de seguridad Carga con comunicación entre el vehículo y el punto de recarga Carga mediante corriente alterna Intensidad de 16 A	Schuko
Modo 3	Comunicación real entre el vehículo y punto de recarga Recargas rápidas, eficientes y seguras	Yazaki, Mennekes, SCAME
Modo 4	Recarga rápida Corriente continua de alta intensidad Poco viable para domestico Aceptable en estaciones públicas (electrolineras) Recarga rápida	CCS, CHAdEMO

Fuente: (León & Quituisaca, 2019)

La figura 7, nos muestra de manera resumida los tipos de recarga que existen y con qué modo de carga se asocian.

Figura 7: Tipos de recarga de Vehículos eléctricos.



Fuente: (Díez, 2019)

2.1.2 Tipos de puntos de recarga

Los vehículos eléctricos requieren de una fuente de energía para su recarga, lo que hace fundamental contar con múltiples puntos de carga. Según Torres (2015), “La potencia requerida para cada punto de recarga deberá ser variable dependiendo en si de varios parámetros como son: potencia de la acometida, franja horaria de recarga, incidencias en la red, perfiles de recarga del usuario” (p.10).

Estos puntos de carga pueden clasificarse según las necesidades y hábitos de los usuarios, dividiéndose en las siguientes categorías: vías públicas, parqueaderos eléctricos, resistencias individuales o colectivas, estaciones de servicio eléctricas (electrolineras) (Torres, 2015).

Recarga en vías públicas

este tipo de punto de carga es el más accesible, ya que permite a los usuarios recargar sus vehículos en el transcurso del día mientras realizan actividades diarias, consiguiendo así una mayor autonomía. Sin embargo, las estaciones de recarga en vías públicas deben ser consideradas para proporcionar una carga parcial, en lugar de una recarga completa de la batería. Esto se debe a que, si no se cuenta con un cargador de carga rápida, la carga completa puede variar entre 6 a 8 horas aproximadamente (Torres, 2015).

Recarga en Parqueaderos eléctricos

Este tipo punto de carga es la opción más viable, ya que suelen estar en parqueaderos de centros comerciales y otros espacios de alto flujo vehicular (León & Quituisaca, 2019). Su principal ventaja es la conveniencia para los usuarios, ya que podrán recargar sus vehículos mientras realizan compras u otras actividades.

Recarga en residencias privadas o colectivas

La mayoría de los usuarios de vehículos eléctrico cuentan con un cargador en sus hogares. Estos dispositivos suelen ser de carga lenta, y la recarga se realiza principalmente durante la noche. “Estos tipos de recarga se encuentran destinados para ajustes normales de carga con voltajes de 110 V con 10 amperios o de 220 con 16 amperios” (León & Quituisaca, 2019, p.6).

Estaciones de servicio eléctricas

Una estación de carga debe tener la capacidad de recargar al menos dos vehículos simultáneamente. Uno de los principales desafíos que enfrenta la electromovilidad es la autonomía de los vehículos eléctricos, por lo que es fundamental para los usuarios contar con estaciones accesibles y disponibles para garantizar una movilidad eficiente (Torres, 2015).

2.1.3 Tipos de conectores

En el mercado existen diversos tipos de conectores, cuya elección depende del tipo de carga y de las necesidades de cada vehículo. A continuación, se presentan algunos de los conectores más utilizados.

Conector Schuko

También conocido como Tipo F, es un enchufe estándar utilizado para alimentación monofásica. Compuesto por dos pines cilíndricos (L1) y dos contactos tierra en los laterales como se observa en la figura 8. Soporta una corriente de hasta 16 A y un voltaje de 230 V, empleado en cargas lentas dentro de los modos 1 y 2 (León & Quituisaca, 2019).

Figura 8: Conector Schuko



Fuente: (Díez, 2019)

Conector SAE J1772

También llamado Tipo 1, este conector está estandarizado según las normativas japonesas. Tiene un diámetro de 43 mm y cuenta con cinco bornes, tres destinados a la corriente eléctrica, uno para tierra y dos de detección de proximidad y control como se observa en la figura 9. Es compatible tanto con carga rápida como lenta en modo monofásico, soporta una intensidad máxima de 32 A y una potencia de 7.4 kW (Díez, 2019).

Figura 9: Conector SAE J1772



Fuente: (Díez, 2019)

Conector Mennekes:

También conocido como Tipo 2, es de origen alemán y es el estándar utilizado en Europa. Tiene un diámetro de 55 mm. Dispone de siete bornes, cuatro son para corriente (compatible con sistemas monofásicos y trifásicos), uno para tierra y dos para comunicaciones como se observa en la figura 10. Soporta hasta 63 A y una potencia de 43 kW, siendo compatible con el modo 3 de carga (Díez, 2019).

Figura 10: Conector Mennekes



Fuente: (Díez, 2019)

Conector único combinado CCS (Combined Chaging System)

Este conector es el estándar utilizado en Norteamérica. Es un conector híbrido compuesto por un enchufe de CA tipo 2 y un conector de CC con dos terminales. Dispone de cinco bornes, uno para toma a tierra, dos para corriente y dos para comunicación con la red. La figura 11 nos presenta de mejor manera como se encuentran distribuidos los bornes. También es conocido como combo 2, es compatible tanto con carga lenta como rápida, alcanzando potencias de hasta 90 kW y corrientes de 200 A (Díez, 2019).

Figura 11: Conector único combinado CCS



Fuente: (Díez, 2019)

Conector CHAdeMO

También llamado Tipo 4, es el estándar utilizado en Asia, es un sistema de carga rápida, diseñado para corriente continua. Soporta una potencia de 62,5 kW y una corriente máxima de 200, siendo compatible con alimentación trifásica. Sus valores de entrada son de 500 V y 125. Además, cuenta con transmisión de señal analógica y un canal de comunicación mediante protocolo CAN. (Torres, 2015). En la figura 12 podemos observar de mejor manera el conector.

Figura 12: Conector CHAdeMO



Fuente: (Díez, 2019)

2.1.4 Características de los cargadores

Los cargadores funcionan mediante redes inteligentes conocidas como Smart Grid (SG),” surgieron como una respuesta a la necesidad de modernizar la red eléctrica, articulando los procesos de control y monitoreo con tecnologías verdes” (Gómez et al., 2018, 90).

Estas redes además de permitir una conexión con la red, aseguran que la conexión sea segura y optima, también son autónomas y mejoran la eficacia y la eficiencia de la gestión de la energía. (Gómez et al., 2018). Esto ayuda a tener un mejor manejo de la energía, Además nos permite realizar un análisis de consumo, todo esto en conjunto ofrece un mejor servicio al usuario, permitiendo, control, administración total y seguridad.

Administración y control

Esta red nos permite tener un acceso a información importante para contar con una buena administración, nos ofrece datos sobre el consumo, detección de sobrecarga y la verificación de calidad de energía (Stastny et al., 2015).

En cuanto al control es un aspecto importante, se sabe que “El control inteligente en SGs es necesario para una programación optima de las fuentes de energía, para maximizar el transporte de energética, para la estabilidad transitoria y para el control de la potencia real y reactiva” (Gómez et al., 2018, p.93).

Comunicación

Estas redes facilitan la incorporación de tecnologías de la información en la infraestructura del sistema eléctrico. La administración se basa en el control de equipos y la gestión de cargas, lo que optimiza la operación del sistema. Permitiendo que los operadores mejoren su productividad, garantizando así la confiabilidad y la continuidad del suministro eléctrico. (Gómez et al., 2018).

Seguridad

La seguridad es un componente derivado de las intrincadas redes formadas por millones de dispositivos y entidades interconectadas. En las redes inteligentes, las vulnerabilidades son más frecuentes en los medidores inteligentes, dispositivos clave en la interacción entre la oferta y la demanda de electricidad. Las herramientas computacionales permiten a los agentes del sector eléctrico transformar datos complejos y extensos en información fácilmente compresible. (Gómez et al., 2018).

Tipos de cargadores

Actualmente debido al rápido crecimiento de la electromovilidad, existe una gran variedad de tipos de cargadores.

En este caso tomaremos de ejemplo los cargadores de la empresa WEMOB, que cuenta con 3 tipos, el tipo wall, parking y station.

Cargador tipo Wall

El cargador tipo **WALL** fue desarrollada para uso interno o externo en garaje o estacionamiento. Su diseño es compacto y fijado en la pared como lo podemos observar en la figura 13, diseñado para residencias y condominios. Compatible con cualquier tensión, monofásica o bifásica.

- Potencia de recarga: 3,7 kW (110V CA) o 7,4 kW (220V CA).
- Tensión de alimentación: 127/220 V.
- Conexión con internet vía wifi.
- Protocolo de comunicación estándar y abierto OCPP 1.6 JSON que permite interoperabilidad entre estaciones y sistemas en la nube.
- Control de acceso seguro vía tarjetas de proximidad (RFID), aplicación para celular o software de gestión.
- Medición de energía que posibilita la recolección de las informaciones de consumo.
- Plug Tipo 2 (europeo) posicionado para facilitar el acceso.
- Cables de 4,7 metros incluidos.

- Funciones de protección contra cortocircuito, sobre corriente, sobretensión y falla de comunicación.
- Utilización a la intemperie: resistente a chorros de agua, rayos UV y polvo (IP65).

Figura 13: Cargador de WEMOB Wall



Fuente: Fuente especificada no válida.

Cargador tipo Parking

El cargador tipo **PARKING** fue desarrollado especialmente para uso compartido en estacionamientos públicos y privados, a diferencia del tipo Wall, este cargador tiene la capacidad de recargar a dos vehículos simultáneamente como lo podemos ver en la figura 14.

- Medición de energía que posibilita la recolección de las informaciones de consumo.
- Instalación en cualquier tensión, monofásica, bifásica o trifásica.
- Recarga de dos vehículos eléctricos simultáneamente con hasta 22 kW cada uno.
- Control de acceso seguro vía tarjetas de proximidad (RFID), aplicación para celular software de gestión.
- Opciones para conexión a internet, vía chip de celular, cable Ethernet o Wifi.
- Protocolo de comunicación estándar y abierto OCPP 1.6 JSON que permite interoperabilidad entre estaciones y sistemas en la nube.
- Resistente a chorros de agua, rayos UV y polvo.
- En la pared o en pedestal, es compacta y fácil de instalar.

- Display colorido en altura ergonómica, accesible y fácil de leer.
- Plug Tipo 2 (europeo) posicionado para facilitar el acceso.
- Cables de 4,7 metros incluidos.
- Funciones de protección contra cortocircuito, sobre corriente, sobretensión y falla de comunicación.

Figura 14: Cargador de WEMOB Parking



Fuente: Fuente especificada no válida.

Cargador tipo Station

El cargador tipo **STATION** es la solución completa para recarga rápida de vehículos eléctricos en estaciones de servicio y carreteras. Con opciones de hasta tres estándares de recarga como lo podemos observar en la figura 15. Este cargador es ideal para recarga rápida en corriente continua o en corriente alterna. Su tamaño compacto, con flexibilidad de potencias para recarga en hasta 150 kW.

- En potencias de 30 a 150 kW.
- Instalación en redes trifásicas (380V CA).
- Incluidos cables de 4,7 metros.
- Sistema de enclavamiento del tablero que protege contra apertura no autorizada.
- Protocolo de comunicación abierto OCPP 1.6 JSON que permite interoperabilidad entre estaciones y sistemas en la nube.
- Tablero metálico resistente a proyecciones de agua, rayos UV, arañones y polvo.

- Dispositivos de protección eléctrica incluidos, proporcionando mayor seguridad para usted y su vehículo eléctrico.
- Conectividad con antena receptora de señal.
- Display colorido en altura ergonómica, accesible y de fácil lectura.
- Control de acceso seguro vía RFID, aplicación para celular o software de gestión.
- Hasta tres opciones de plugs (CCS-2, CHAdeMO y Tipo 2 CA) posicionados para facilitar el acceso.
- Opciones para conexión a internet, vía chip de celular, cable Ethernet o Wifi.

Figura 15: WEMOB Station



Fuente: Fuente especificada no válida.

2.1.5 Estado actual y distribución de la infraestructura en Cuenca

Hasta octubre de 2024, Ecuador cuenta con 214 estaciones de carga para VE disponibles, distribuidas en varias provincias como Guayas, Pichincha, Azuay, Cañar, entre otras. Sin embargo, una de las principales limitaciones es que algunas de estas estaciones son exclusivas para determinadas marcas (El UNIVERSO, 2024).

En la figura 16 podemos observar un mapa que nos presenta la distribución de las 214 estaciones de carga en Ecuador.

La Empresa de Movilidad, Tránsito y Transporte de Cuenca (EMOV), junto con las Universidades Católica y de Cuenca, en el año 2019 entregaron la primera electrolinera en Cuenca, que proveerá electricidad a vehículos, motocicletas y bicicletas híbridas, de manera gratuita (El Telégrafo, 2019).

En el año 2022 se inauguró la primera electrolinera en Cuenca de Carga rápida, con una capacidad de 50 Kilovatios. Esta estación permite cargar tres vehículos de forma simultánea, con un tiempo de carga que varía entre 12 a 20 minutos para alcanzar un 80% de la batería, dependiendo del modelo de vehículo (CENTROSUR, 2022).

Actualmente en la zona urbana de Cuenca existen 13 estaciones de carga para VE. La mayoría de estas estaciones se encuentran ubicadas en centros comerciales, esto facilita el acceso para quienes frecuentan estos establecimientos. Sin embargo, esta concentración podría representar una limitación para los usuarios que no transitan regularmente por estas áreas.

A continuación, se presenta la Tabla 2 con las 13 estaciones identificadas, detallando su localización.

Tabla 2
Características de los modos de recarga

Estaciones de carga para Vehículos Eléctricos en Cuenca	
Estación	Ubicación
Hospital del rio	Av. 24 de Mayo y José Rodríguez Peralta.
Supermaxi Chaullabamba	Panamericana norte, calle Cultura Pirincay
Centro sur Empresa eléctrica	Av. 24 de Mayo, Camino al Valle.
Centro comercial Wayra Plaza	Av. 24 de Mayo, Camino al Valle.
Hotel Oro verde	Av. Ordoñez Lasso.
Parqueadero EMOV	Parque de la Madre
Kia Parque de la Madre	Florencio Astudillo y Federico Malo.
Portal Artesanal	Simón Bolívar y Av. Huayna Cápac
Parqueadero Milenium Plaza	Cornelio Merchán y Av. José Peralta
Universidad de Cuenca	Agustín Cueva y Honorato Loyola
Universidad Politécnica Salesiana	Agustín Cueva y Honorato Loyola
Universidad del Azuay	Av. 24 de Mayo y Hernán Malo
Multiplaza Miraflores	Av. Elia Luit y Gil Ramírez Dávalos

Fuente: (León & Quituisaca, 2019)

Las evidencias fotográficas obtenidas se muestran desde la Figura 17 hasta la Figura 28, correspondiendo a cada una de las estaciones levantadas.

Figura 17: Hospital del Río



Fuente: Propia

Figura 18: Estación de Chaullabamba



Fuente: Propia

Figura 19: Estación Centro sur Empresa eléctrica



Fuente: Propia

Figura 20: Estación Centro Comercial Wayra Plaza



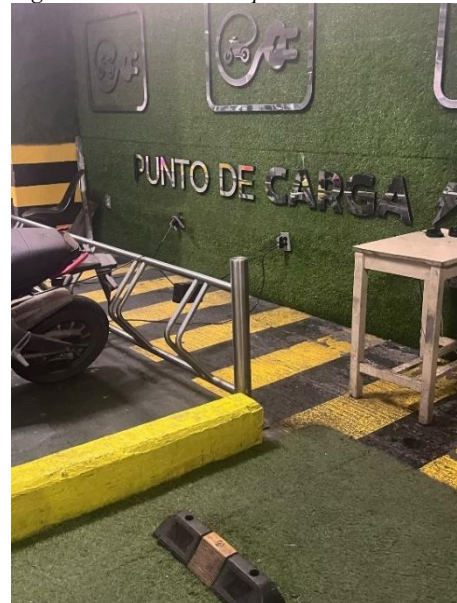
Fuente: Propia

Figura 21: Estación Hotel Oro Verde



Fuente: Propia

Figura 22: Estacion Parquadero EMOV



Fuente: propia

Figura 23: Estación EMOV Parque de la madre



Fuente: Propia

Figura 24: Estación EMOV Portal Artesanal



Figura 25: Estación Parqueadero Milenium Plaza



Fuente: Propia

Figura 26: Estación Universidad de Cuenca



Fuente: Propia

Figura 27: Estación Universidad Politécnica Salesiana



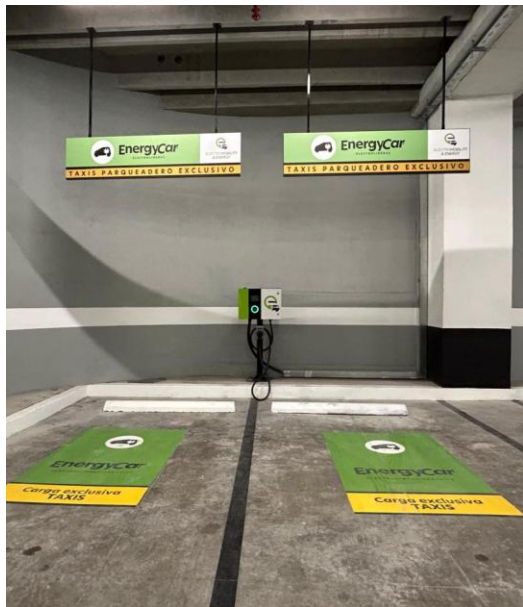
Fuente: (Universidad Politécnica Salesiana, 2017)

Figura 28: Estación Universidad del Azuay



Fuente: Propia

Figura 29: Multiplaza Miraflores



Fuente: Propia

A continuación, la Tabla 3 nos muestra un resumen que incluye algunos de los aspectos más importantes de las estaciones de la ciudad de Cuenca, como la cantidad de conectores y el tipo de conector.

Tabla 3

Resumen estaciones de carga para vehículos eléctricos en Cuenca

Ubicación	Cantidad de Conectores	Tipo de conectores
Hospital del rio	1	Tipo 2
Supermaxi Chaullabamba	6	Tipo 2
Centro sur Empresa eléctrica	2	Tipo 2
Centro comercial Wayra Plaza	16	Tipo 1, 2, GC1, CCS2, GBT Y CCS1
Hotel Oro verde	1	Tipo 2
Parqueadero EMOV	1	Tipo 2
Kia Parque de la madre	1	Tipo 2
Portal Artesanal	1	Tipo 2
Parqueadero Milenium Plaza	1	Tipo 2
Universidad de Cuenca	2	Tipo 2
Universidad Politécnica Salesiana	2	Tipo 2
Universidad del Azuay	2	Tipo 2

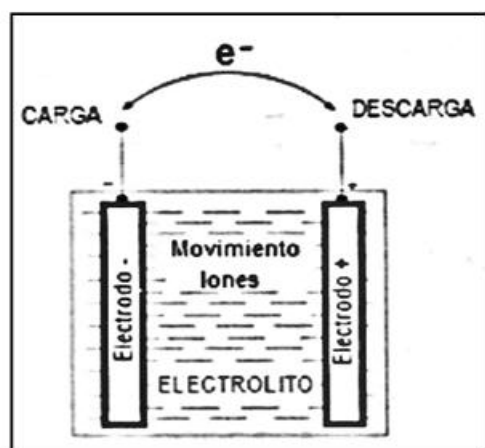
Fuente propia

1.4 Características de los vehículos eléctricos

1.4.1 Características de las baterías de vehículos eléctricos

Los problemas ambientales por problemas de contaminación por los vehículos de motor de combustión interna parecen tener una solución con los vehículos eléctricos. El elemento que da la potencia y la autonomía a un vehículo eléctrico es la batería, por ello varias empresas públicas y privadas buscan tener el mejor rendimiento, ser amigables con el medio ambiente, ser más seguras y sean ligeras. La Figura 25 muestra el funcionamiento básico de una batería.

Figura 30: Batería



Fuente: (Pérez, 2019)

Nichols, (2024) nos indica que, la batería de un vehículo eléctrico está compuesta por celdas electroquímicas, cada una con dos semiceldas denominadas electrodos: un electrodo negativo, que contiene electrones, y un electrodo positivo, que carece de ellos. Cuando ambos electrodos se conectan, los electrones fluyen del negativo al positivo, generando electricidad.

Esta electricidad impulsa el motor eléctrico del vehículo. Con el tiempo, el flujo de electrones disminuye, reduciendo el voltaje de la batería. Cuando la cantidad de electrones en ambos electrodos se equilibra, la batería deja de producir corriente eléctrica.

Afortunadamente, las baterías de los vehículos eléctricos son recargables. Al conectarlas a una fuente de energía, la corriente eléctrica revierte la polaridad de las celdas, restaurando el flujo de electrones y recargando la batería.

Proceso de carga consta de 5 etapas que se detallaran a continuación:

Etapas 1 (Bulk). En esta primera fase, la batería se cargará entre 80% y un 90% de su capacidad. Durante este proceso se suministrará la corriente a la batería teniendo la intensidad máxima constante, aumentando rápidamente hasta los 12.6 V. A partir de este punto, la corriente comienza a reducirse progresivamente a medida que la tensión sigue incrementándose, alcanzando valores entre 14,4 V y 14,8 V. Aquí el regulador de carga desempeña un papel clave para evitar la sobrecarga de la batería.

Etapas 2 (Absorción). La intensidad se reduce al mínimo para alcanzar el 100% de su capacidad. La tensión alcanza su nivel máximo llamado límite de absorción. Lo primordial de esta fase es lograr estabilizar el electrolito tras una descarga profunda. Mientras mayor sea la descarga más durara esta etapa.

Etapas 3 (Flotación). Aquí el regulador proporciona a la corriente necesaria para compensar la autodescarga y pueda permanecer al 100% de su capacidad.

Etapas 4 (Ecualización). El gaseo predomina esta fase, con el propósito de facilitar el ascenso del gas dentro del electrolito (ácido). Esto permite alcanzar una densidad uniforme en el electrolito, asegurando que todas las celdas tengan el mismo voltaje y previene la sulfatación.

Problemas de las baterías. El buen estado de las baterías es indispensable para no tener posibles fallos estos son algunas recomendaciones.

Conexiones defectuosas. En ciertos casos los tornillos o pernos se aflojan impidiendo la conexión, provocando que el vehículo no encienda, por ello es imprescindible revisar el buen estado de las conexiones.

Corrosión. Los puertos tanto el positivo como el negativo pueden sufrir corrosión debilitando la conexión. La corrosión puede presentarse como un aislante entre metal y metal, evitando el paso de corriente.

Desuso. Cuando el vehículo pasa parado durante un largo periodo de tiempo la batería pierde energía dejando de arrancar el motor. Si el vehículo está en constante funcionamiento, el alternador se encargará de cargar las baterías.

Efecto memoria. Es la reducción de la capacidad de las baterías por cargas incompletas, produciendo una cristalización por la reacción química generada durante el calentamiento de las baterías.

Sulfatación. Se da en el proceso de descarga de la batería, esta reacción genera energía en forma de corriente eléctrica, transformando la composición química del ácido que está en contacto con las placas de plomo, formando un residuo sólido.

Tipos de baterías. Actualmente, existen tres tipos principales de baterías utilizadas en vehículos electrificados: baterías de plomo-ácido, baterías de hidruro metálico de níquel y baterías de iones de litio.

La batería de plomo-ácido (Figura 26) son usadas por vehículos que funcionan con gasolina en la actualidad por su bajo costo y su fiabilidad. Pero estas baterías poseen una baja densidad de almacenamiento y son pesadas. El nombre proviene de la combinación de electrodos de plomo y ácido que se utiliza para generar electricidad. Funciona en los vehículos eléctricos para alimentar funciones secundarias, como el sistema de información y entretenimiento o la tecnología de asistencia al conductor. No puede alimentar al vehículo eléctrico en sí. (Nichols, 2024)

Figura 31: Batería de plomo-ácido



Fuente: (Nichols, 2024)

Baterías de hidruro de metálico de níquel (Figura 27) su principal ventaja es la durabilidad, además que puede descargarse por completo sin sufrir daño, pero su densidad de energía es baja más específicamente de 50/Wh/Kg (Peña, 2016). Estas baterías se componen de una caja contenedora metálica con ventilación forzada por aire y conjunto de celdas independientes de plástico o acero, que forman los acumuladores individuales. Admiten sobrecargas y permiten seguir cargadas aun cuando ya no necesitan más carga. (Cepeda et al., 2022).

Figura 32: Batería de níquel-cadmio destapada



Fuente: (Cepeda et al., 2022)

Las baterías de níquel-hidruro metálico (NiMH) (Figura 28) son ampliamente utilizados en vehículos híbridos y eléctricos debido a sus múltiples beneficios. Aunque su densidad energética no alcanza la de las baterías de iones de litio sigue siendo aceptable para muchas aplicaciones. Además, tienen una alta resistencia a ciclos de carga y descarga, siempre que la tasa de descarga no sea excesiva. Estas baterías pueden operar en un amplio rango de temperaturas y son ecológicas, ya que no generan impactos ambientales negativos y son reciclables. (Sánchez J. , 2021)

Figura 33: Batería de níquel-MH



Fuente: (Sánchez J. , 2021)

Las baterías de ion de litio (Figura 29) son la opción más avanzada para alimentar sistemas eléctricos y electrónicos, siendo muy favorable para los vehículos eléctricos y el almacenamiento de energía renovable. La principal ventaja es su alta densidad de energía y potencia, lo que le hace superior a otras baterías. (Cueva, et al., 2018)

Son ampliamente utilizadas por su peso ligero, baja tasa de autodescarga y tiempo de carga rápida, Además, su vida útil es prolongada, no requieren mantenimiento y pueden reciclarse. En los vehículos eléctricos son la tercera tecnología mas comercializada, debido a que el litio es el metal con menor peso atómico y mayor potencial electroquímico, lo que mejora su autonomía y el rendimiento de los vehículos. (Triana, 2027).

Sin embargo su desventaja es la reactividad del litio con el aire y ciertos electrolitos líquidos. Estas baterías trabajan con un voltaje de circuito abierto de aproximadamente 4.1V cuando están completamente cargadas.

Figura 34: Batería de ion de litio



Fuente: (Lorente, 2021)

1.4.2 Tipos de vehículos eléctricos

Vehículo eléctrico puro (BEV), (Figura 30) es aquel que no utiliza combustibles fósiles, sino una batería que generalmente son de ion de litio, un BEV emplea uno o varios motores como un sistema de propulsión. Se alimenta de la energía acumulada en la batería y esta al agotarse puede ser enchufadas a una red eléctrica o también estos motores se alimentan de la energía del frenado. Además de contribuir con la emisión nula de gases contaminantes, tampoco emiten ruido o vibración, su mantenimiento es mínimo comparada con un vehículo a combustible. (Pérez, 2019)

Figura 35: Vehículo eléctrico puro



Renault Zoe

Fuente: (Pérez, 2019)

Vehículos híbridos enchufables (PHEV), (Figura 31) posee dos motores uno eléctrico y otro a combustión, pero la gran ventaja de estos vehículos es que necesitan ser cargados en una red eléctrica. Estos vehículos tienen un precio elevado, pero reducen la contaminación, ya que la fuente principal de este vehículo va a ser el motor eléctrico. El motor eléctrico tiene una mayor capacidad proporcionando mayor autonomía. Todo esto permitiendo recorrer largas distancias con una disminución de CO₂. (Pérez, 2019)

Figura 36: Vehículo eléctrico puro



Mitsubishi Outlander

Fuente: (Pérez, 2019)

2.2.3 Vehículos más comercializados en Ecuador.

En los últimos años como se ha mencionado el parque automotor ha experimentado un cambio por el crecimiento de vehículos electrificados en Ecuador, entrando en este grupo los híbridos y eléctricos. Los vehículos híbridos en el 2024 han incrementado un 24.4% y los vehículos eléctricos un crecimiento de 90.5%; reflejando un 13% del mercado nacional de vehículos nuevos. Siendo las provincias pioneras Pichincha y Guayas representando el 80%.

Entre los modelos más vendidos en el país se encuentran opciones de diversas marcas, cada uno con características particulares en cuanto a desempeño, autonomía, tiempos de carga y precio. Este análisis busca caracterizar los vehículos eléctricos más vendidos en el Ecuador, destacando sus especificaciones y su impacto en el mercado automotriz local.

1. BYD (Figura 32) fabricado en China con 421 unidades vendidas entre sus modelos más solicitados están el Yuan Pro con una autonomía de 380 km; además su tiempo de carga esta entre 7 a 8 horas mediante carga de corriente altera (CA), con un

precio de \$25.990 y el Seagull (Figura 33) con una autonomía de 400km y una velocidad máxima de 130 km/h tiene un precio de \$19.990. (El Comercio, 2024)

Figura 37: BYD Yuan pro



Fuente: (BYD, 2025)

Figura 38: BYD Seagull



Fuente: (BYD, 2025)

2. KIA EV6 (Figura 34) fabricado en Corea del Sur, ha registrado 138 vehículos vendidos y tiene una autonomía de 528km y su velocidad máxima es de 185 km/h. El tiempo de carga es de 7 a 8 horas mediante carga de corriente altera (CA), mientras que con carga en corriente continua (CC) puede recargar su batería de 0% a 80% en solo 18 minutos, su valor comercial oscila entre los \$57600. (KIA, 2021)

Figura 39: KIA EV6



Fuente: (KIA, 2021)

3. LEAPMOTOR T03 (Figura 35) fabricado en China, ha registrado 90 vehículos vendidos tiene una autonomía de hasta 418km y una velocidad máxima de 140 km/h. Su batería puede recargarse del 30%-80% en 3.5 horas mediante carga de corriente altera (CA), mientras que con carga en corriente continua (CC), el mismo proceso solo toma 36 minutos. Su precio comercial oscila entre los \$18990. (Leapmotor Ecuador, 2025)

Figura 40: LEAPMOTOR T03



Fuente: (Leapmotor Ecuador, 2025)

4. DONGFENG SERES 3 (Figura 36) fabricado en China, ha registrado 38 vehículos vendidos tiene una autonomía de hasta 400 km y una velocidad máxima de 155 km/h. Su batería puede recargarse en 6-8 horas mediante carga de corriente altera (CA),

mientras que con carga en corriente continua (CC), el mismo proceso solo toma 30 minutos. Su precio comercial oscila entre los \$29990. (Automekano, 2025)

Figura 41: DONGFENG SERIES 3



Fuente: (Automekano, 2025)

5. NETA V (Figura 37) fabricado en China, ha registrado 36 vehículos vendidos tiene una autonomía de hasta 401 km y una velocidad máxima de 120 km/h. Su batería puede recargarse de 0% a 100% en 6-8 horas mediante carga de corriente altera (CA), mientras que con carga en corriente continua (CC), 30% a 80% toma 30 minutos. Su precio comercial es desde los \$21990. (netaauto, 2025)

Figura 42: NETA V



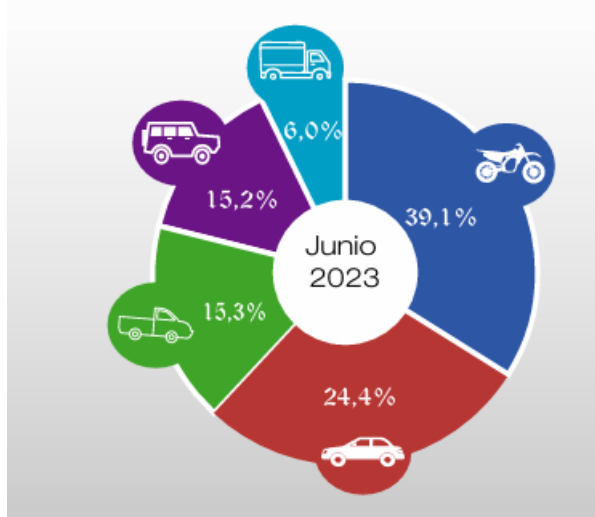
Fuente: (netaauto, 2025)

Capítulo 3. Movilidad en la ciudad de Cuenca

3.1 Características representativas del parque automotor.

El parque automotor en el Ecuador tiene una gran variedad de vehículos de diferentes marcas, como vehículos importados o ensamblados aquí. En el Ecuador tenemos diferentes categorías donde las motocicletas representan el 39,1% del total del parque automotor, seguidas por los automóviles con un 24,4%, los SUVs con un 15,2%, las camionetas con un 15,3 y los camiones con un 6%. Como se puede observar en la Figura 42.

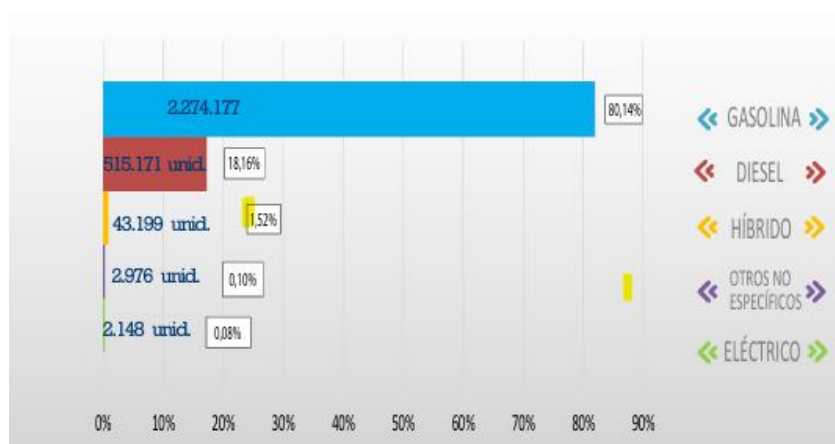
Figura 43: Participación por clase de vehículos en porcentaje junio 2023



Fuente: (Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana, 2023)

Las principales fuentes de combustible en el Ecuador como podemos ver en la figura 43 es la gasolina, representando el 80,14%. En segundo lugar, se encuentran los vehículos a diésel, que corresponden al 18,16%. Por otro lado, la participación de los vehículos híbridos es mucho menor, alcanzando el 1,52% y los vehículos eléctricos representan el 0,08% en el año 2023.

Figura 44: Participación según tipo de energía en vehículos



Fuente: (Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana, 2023)

Pero, el 2024 el Ecuador cerró con una caída general en las ventas de los vehículos de un 19% respecto al año 2023. (AEDE, 2024). Sin embargo, los vehículos electrificados lograron un crecimiento, vendiendo 1424 carros eléctricos lo que representa un incremento del 85.4% respecto al año 2023. El factor para este crecimiento ha sido la llegada de marcas como BYD, ya que ofrecen vehículos eléctricos más accesibles. Además, el Ecuador en el 2024 se posicionó como el segundo país en América del Sur con mayor penetración de vehículos electrificados, alcanzando el 13% del mercado, gracias al aumento de modelos, ampliando las opciones para los consumidores. (La nación, 2025)

La edad promedio del parque automotor en Ecuador es de 15 años registrado, en el 2023. Los vehículos están conformados por el 61% de vehículos importados y el 39% de vehículos ensamblados. Las principales marcas preferidos por los ecuatorianos son Chevrolet, Kia, Hyundai, Toyota, Mazda, Nissan, Ford, Suzuki, Hino, Volkswagen. Su principal fuente de energía de los vehículos es la gasolina (Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana, 2023).

3.2 Movilidad y localización de actividades productivas en la ciudad Cuenca

El Plan de movilidad y espacios públicos nos indica que en la ciudad de Cuenca la mayor parte de actividades productivas son las ramas de la industria, salud, comercio, actividades financieras y manufactura. La rama de la industria se encuentra ubicado en el noreste de la ciudad, denominado el sector “Parque Industrial”. La rama Comercial se encuentra en diferentes zonas especialmente en las cabeceras parroquiales, el mercado

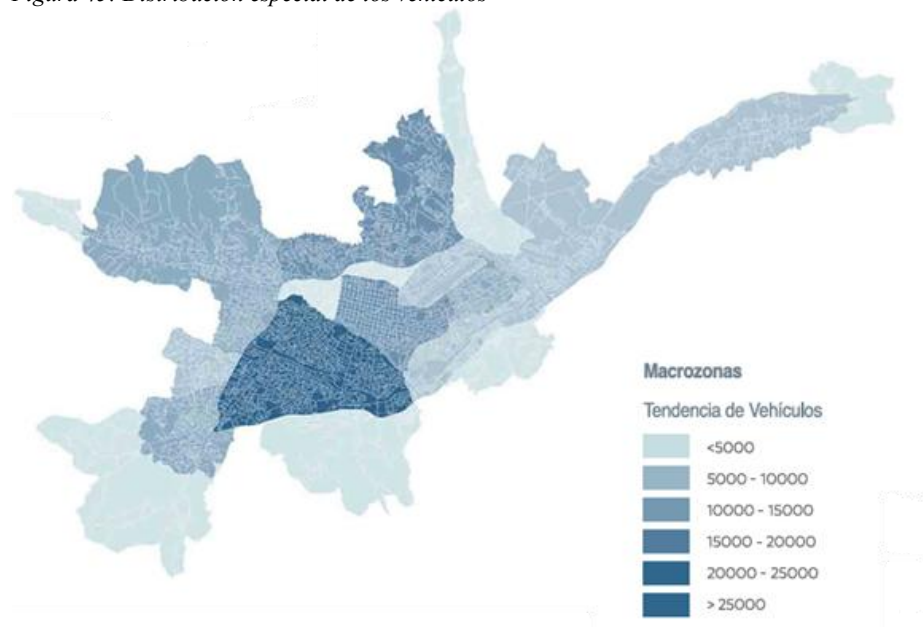
mayorista “El Arenal”, es el principal de Cuenca, se ubica al oeste de Cuenca en la parroquia El Batán. En las parroquias Gil Ramírez Dávalos, El Sagrario y San Blas se sitúan los mercados “9 de Octubre”, “10 de Agosto”, “3 de Noviembre”, y en la parroquia Cañaribamba el mercado "12 de Octubre" y estos generan grandes conflictos de movilidad por la masiva atracción de habitantes de las áreas urbanas y rurales. El centro histórico y El Elegido también se ubica la mayor cantidad de actividades comerciales, financieras y servicios, las cuales se realizan en espacios reducidos, pero tiene un alto índice de atracción vehicular.

Las actividades de servicio se ubican en las parroquias de San Blas, Huayna Cápac y El Sagrario donde se localizan 1600 locales. La rama de la Salud no solo es utilizada por los ciudadanos Cuencanos sino también por cantones cercanos como Cañar, El Oro, Morona Santiago. Las principales clínicas y hospitales se encuentran en las parroquias de Cañaribamba, El Ejido y además cada parroquia cuenta con su centro de salud. La educación está distribuida por toda la ciudad teniendo mucha influencia en la movilidad.

En el transporte, información y comunicaciones de Cuenca, destacan los centros de transferencia de viajes ubicados al sur (El Arenal), norte (Terminal Terrestre), el mercado 27 de Febrero en el sector El Ejido y la parada de transferencia en María Auxiliadora. En cuanto a las comunicaciones, los centros de ETAPA, Movistar y Claro influyen en la movilidad urbana y están distribuidos por todo el cantón.

La mayor cantidad de concentración de vehículos se encuentra vinculada por el patrón económico, y estos sectores son El Ejido y parte de las parroquias de Yanuncay y El Batán que en conjunto representan el 27% del total le sigue las parroquias de Hermano Miguel y Bellavista (13%), como tercer lugar el sector del centro en la parroquia Gil Ramírez Dávalos, los mínimos valores se localizan en las periferias de Cuenca como podemos observar en la Figura 41.

Figura 45: Distribución especial de los vehículos



Fuente: (Municipalidad de Cuenca, 2015)

Debido a la necesidad de movilidad de los ciudadanos el número de viajes promedio en Cuenca es de 600000 viajes diarios, un 60% de carácter local y un 40% de carácter cantonal con el 69% en modos de transporte motorizados y un 31% en modos de transporte no motorizados. La zona centro es la zona de mayor concentración vehicular con aproximadamente la mitad de todos los viajes urbanos. El 78% tiene una capacidad de 1500 a 3000 vehículos/hora. (Municipalidad de Cuenca, 2015).

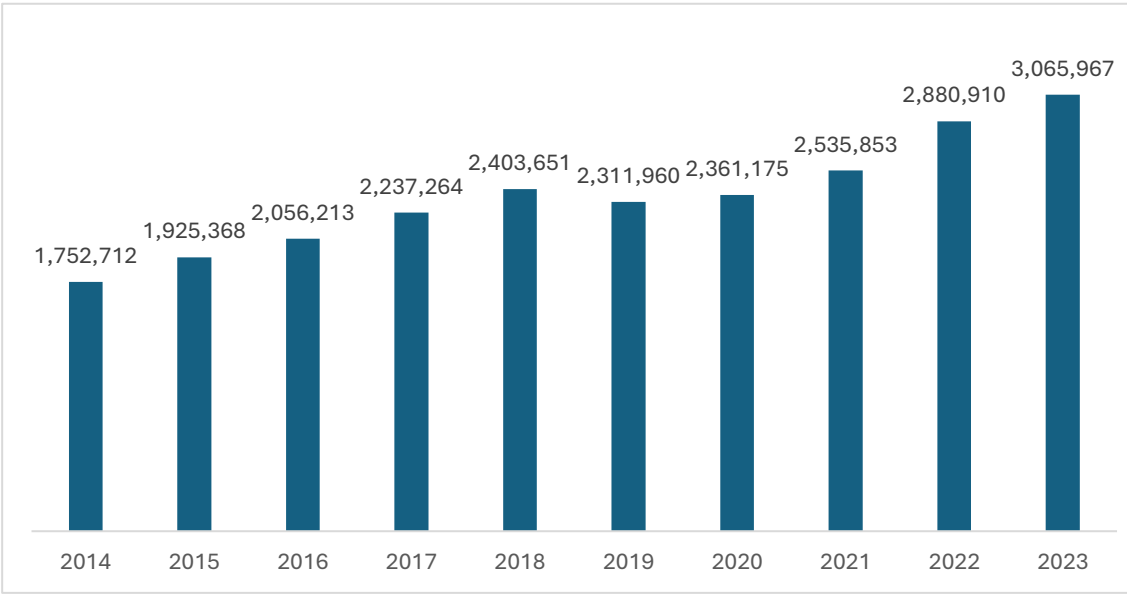
3.3 Crecimiento del parque automotor

3.3.1 Evolución del parque automotor en Ecuador y Cuenca

Crecimiento del parque automotor en los últimos años

En Ecuador, en los últimos años se observa un crecimiento vehicular en el periodo 2014-2023, dándose un incremento de 6.2% en relación al 2022 como se observa en la Figura 46 (Instituto nacional de estadísticas y censos , 2024).

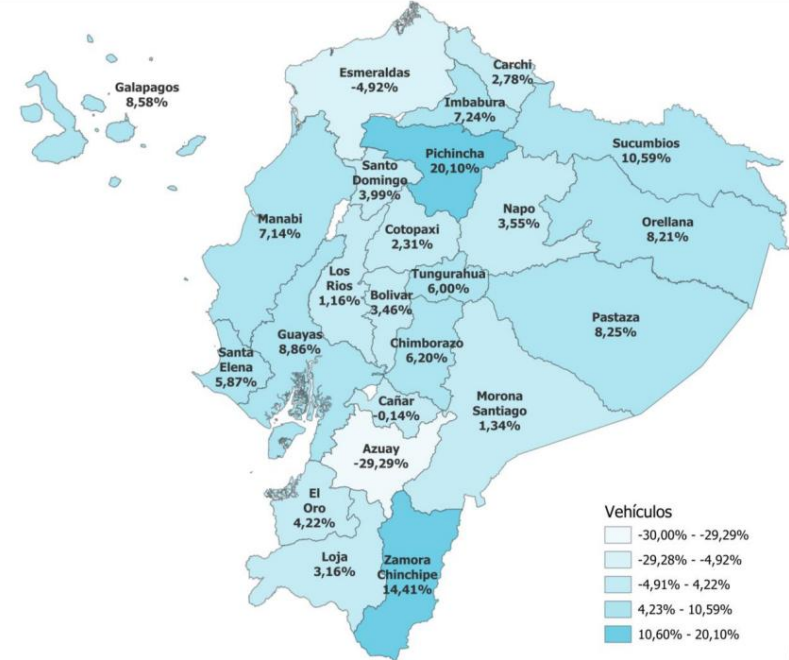
Figura 46: Vehículos matriculados por año



Fuente: (Instituto Nacional de estadísticas y censos , 2023)

En 2023, el 83,66% de los vehículos matriculados se concentraron en las diez principales provincias. Pichincha y Zamora Chinchipe fueron las que experimentaron el mayor crecimiento respecto al año 2022, de 20,10% y 14,41%, respectivamente como lo observamos en la Figura 47 (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2024).

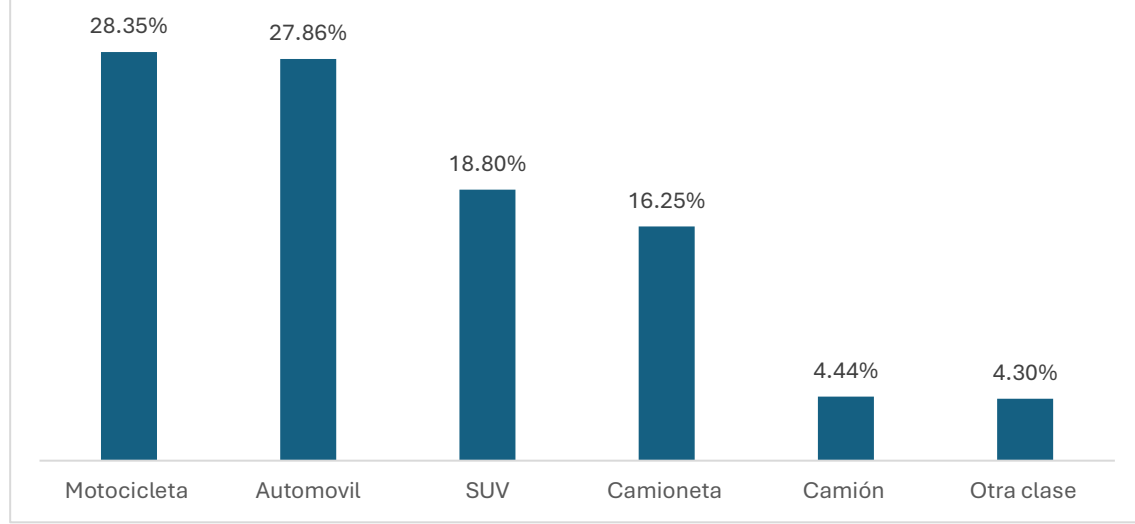
Figura 47: Vehículos matriculados por año



Fuente (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2024)

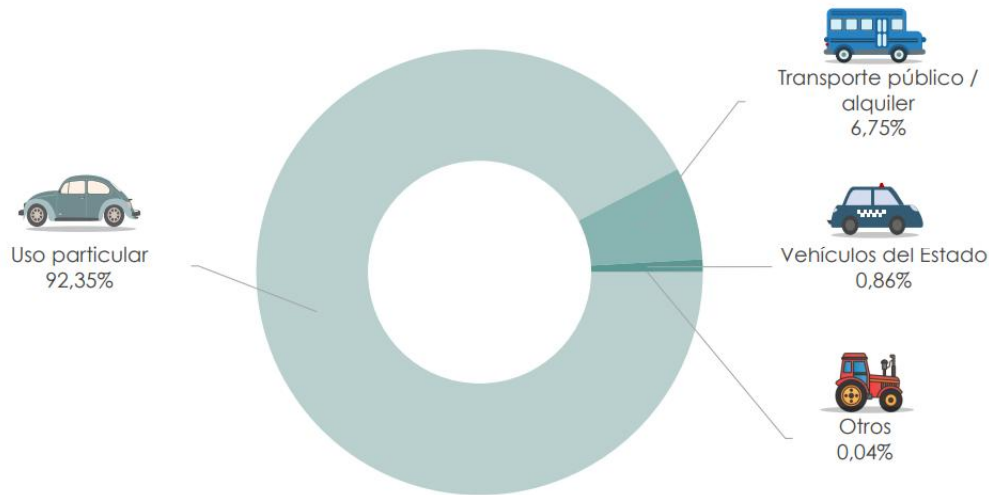
Además, en 2023, del total de 3,07 millones de vehículos matriculados, el 28,35% pertenecía a la categoría de motocicletas como lo observamos en la Figura 48. Asimismo, 92,35 % de los vehículos registrados son de uso particular como se observa en la Figura 49 (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2024).

Figura 48: Porcentaje de vehículos matriculados según su tipo



Fuente (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2024)

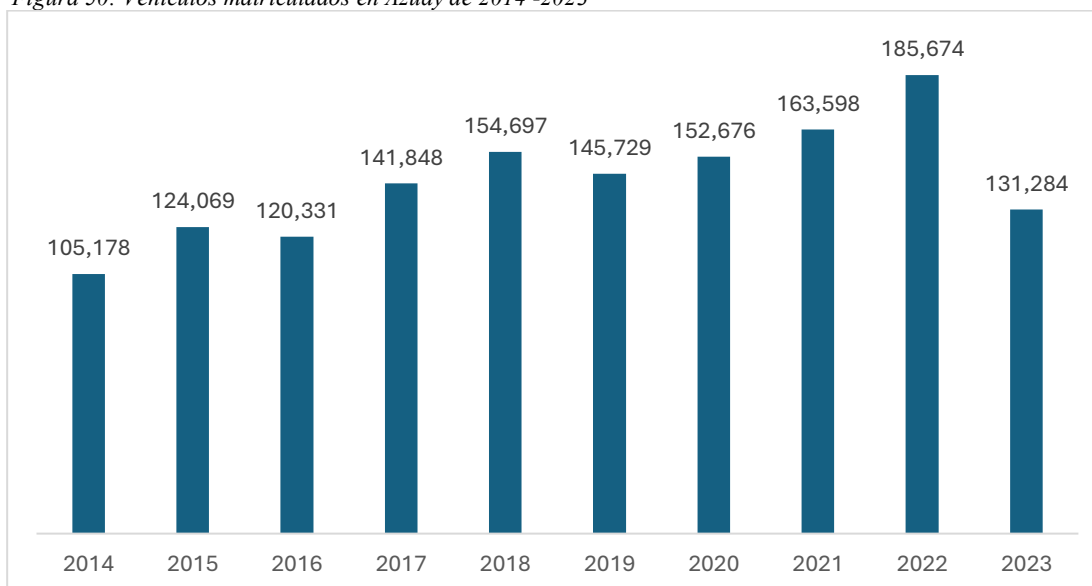
Figura 49: Porcentaje de vehículos matriculados según su uso



Fuente: (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2024)

En Azuay en el año 2014 se registraron 124,069 vehículos matriculados, y para el año 2022 llega a 185,674 vehículos, siendo este el número más alto en los últimos 10 años, en la Figura 50 podemos observar que, en el año 2016, se produce una disminución, llegando a 120,331 vehículos, sin embargo, podemos observar un notable crecimiento a lo largo de los años (Instituto Nacional de estadísticas y censos , 2023).

Figura 50: Vehículos matriculados en Azuay de 2014 -2023



Fuente: (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2024)

En Cuenca, al igual que en otras ciudades importantes de Ecuador, se ha experimentado un notable crecimiento en las últimas décadas. En 2006, el número de vehículos matriculado ascendía a 52.674, pero para 2015 esta cifra se había duplicado, alcanzando los 105.178 automotores (Sánchez C. , 2020).

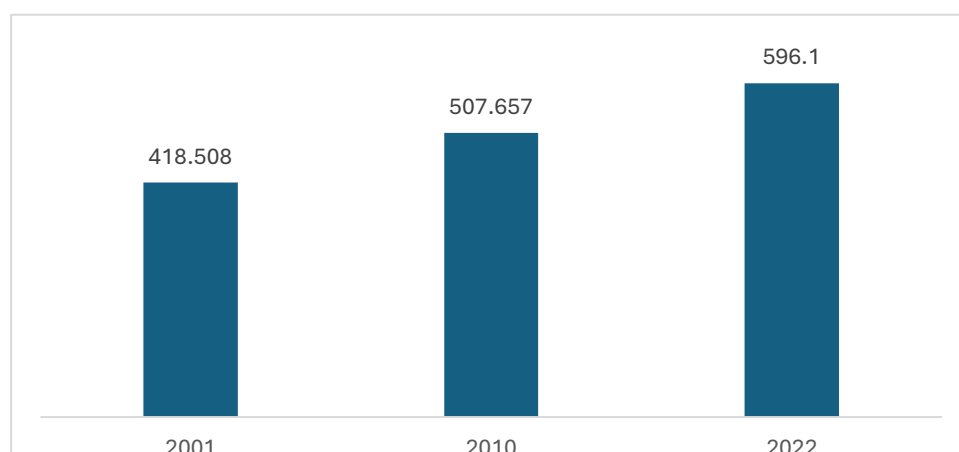
Además, el incremento del parque automotor ha superado el crecimiento poblacional, con una tasa de aumento anual del 5% mientras que la población de la ciudad crece a un ritmo del 2% por año (Beltrán, 2023).

3.3.2 Factores que han influido en el aumento del número de vehículos

Expansión urbana y densificación

Según el último censo realizado en el año 2023, por el instituto nacional de estadísticas y censos (INEN), Cuenca representa el 3.5% de la población total del Ecuador, posicionándose como la tercera ciudad más poblada del país (Primicias , 2023). Este crecimiento demográfico ha sido sostenido a lo largo de las últimas décadas, evidenciando un aumento promedio de 80.000 habitantes cada diez años como se puede observar en la Figura 51. Esta tendencia refleja no solo una expansión de la población, sino también una transformación acelerada del entorno urbano (Instituto Nacional de estadísticas y censos , 2023).

Figura 51: Crecimiento poblacional de Cuenca



Fuente: (Instituto Nacional de estadísticas y censos , 2023)

Sin embargo, el desarrollo urbano de Cuenca no ha estado acompañado por una planificación territorial eficiente. Como consecuencia, la ciudad presenta actualmente un índice de densidad poblacional relativamente bajo, estimado de 51 habitantes por hectárea, muy por debajo del estándar recomendado de 240 Hab/ha para una urbanización sostenible y eficiente (Valdivieso, 2022). Esta baja densidad implica un uso extensivo del suelo y una urbanización dispersa que incrementa las distancias entre zonas residenciales, comerciales y de servicios, lo cual incentiva el uso del transporte privado como necesidad cotidiana.

Uno de los efectos más visibles de esta expansión urbana descontrolada ha sido el encarecimiento del suelo en las zonas céntricas de la ciudad. Ante la escasez de políticas claras del uso del suelo y la limitada oferta de vivienda asequible en el área urbana consolidada, muchas familias se han visto obligadas a trasladarse hacia las zonas periurbanas y rurales. Este fenómeno ha provocado una expansión horizontal del territorio urbano, generando patrones de movilidad más complejos y una mayor dependencia del automóvil particular para satisfacer las necesidades diarias de desplazamiento.

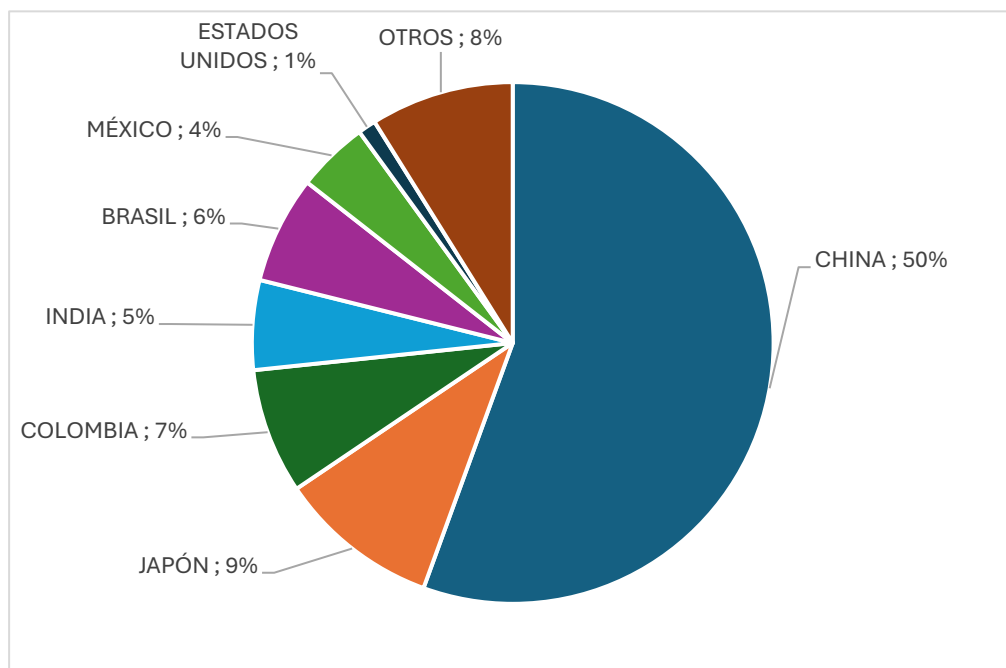
Además, la dispersión urbana impone una carga adicional sobre la infraestructura vial y el sistema de transporte público, que debe extenderse hacia áreas cada vez más alejadas del núcleo urbano, muchas veces sin la inversión suficiente. Todo esto se traduce en un incremento del parque automotor y en mayores niveles de congestión, contaminación y consumo energético, afectando directamente la calidad de vida de los ciudadanos y complicando la transición hacia un modelo de movilidad sostenible.

Importaciones y comercio automotor

En los últimos años, la creciente oferta de vehículos importados ha sido de los factores determinantes en el aumento sostenido del parque automotor en Ecuador. En 2024, el sector automotor representó aproximadamente el 5,45 del total de las importaciones del país, posicionándose como el segundo grupo de productos más importados, solo por detrás de los combustibles (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE), 2024). Esta cifra revela la fuerte dependencia del mercado interno hacia los vehículos provenientes del extranjero y evidencia cómo la amplia disponibilidad de modelos, precios y marcas ha incentivado su adquisición.

La firma del tratado de libre comercio con China ha reforzado esta tendencia, al facilitar la entrada de vehículos a menores costos gracias a condiciones arancelarias más favorables. Actualmente, el 50% de los vehículos importados provienen de China, país que domina ampliamente el mercado, seguido de Japón con el 9% y la Unión Europea con el 7% como se observa en la Figura 52 (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE), 2024).

Figura 52: Importación de vehículos 2024



Fuente: (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE), 2024)

Esta abundante y competitiva oferta ha influido directamente en el aumento del número de vehículos que circulan por las ciudades ecuatorianas, incluyendo Cuenca, donde se evidencia un incremento constante del parque automotor. La facilidad con la que los consumidores pueden acceder a modelos económicos, eficientes o eléctricos provenientes del extranjero ha facilitado el acceso al transporte privado en amplios sectores de la población.

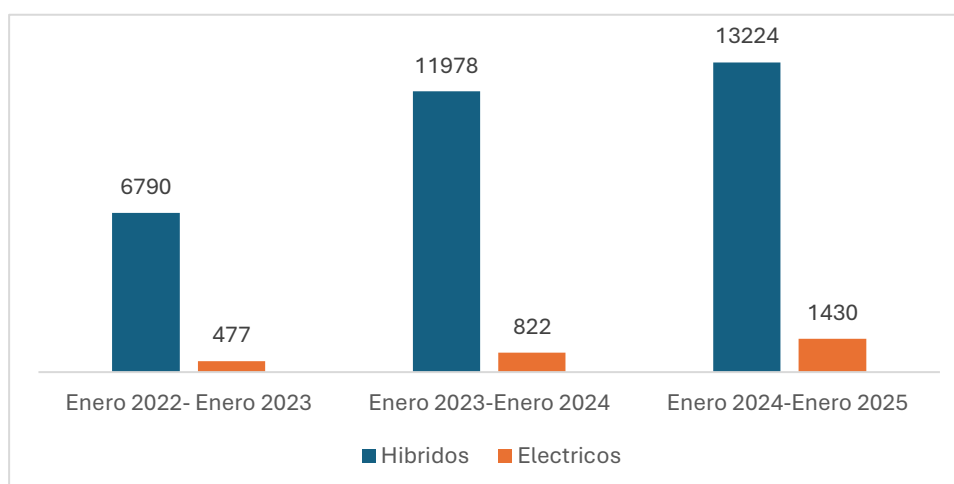
3.3.3 Adopción y crecimiento de vehículos eléctricos (VE)

En los últimos años, la electromovilidad ha experimentado un avance significativo a nivel global. Actualmente, la mayoría de fabricantes de vehículos ofrece al menos un modelo con motorización eléctrica o híbrida. Este cambio se debe, en gran parte, al endurecimiento de las regulaciones ambientales en países desarrollados, lo que ha incentivado la transición hacia tecnologías más limpias. América Latina no ha sido ajena a esta tendencia, y ha comenzado a mostrar un crecimiento sostenido en la adopción de vehículos eléctricos. Según datos de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEDE, 2024), el número de vehículos eléctricos en la región aumentó de 17.541 unidades en 2020 a 122.258 en 2024, lo que evidencia un notable crecimiento en tan solo cuatro años.

En el caso de Ecuador, entre enero y septiembre de 2024 se comercializaron 1.316 vehículos eléctricos, lo que representa un incremento del 15% en comparación con el mismo periodo del año anterior (CINAE, 2025). Este comportamiento confirma una tendencia creciente en la demanda nacional.

Tal como se muestra en la Figura 53, las ventas de vehículos híbridos y eléctricos han tenido un crecimiento considerable entre enero de 2022 y enero de 2025. Si bien los vehículos híbridos continúan liderando el mercado en cuanto a volumen de ventas, los vehículos 100% eléctricos han mostrado un ritmo de crecimiento acelerado, con un incremento de más de 200 % en tan solo tres años. Este comportamiento refleja una aceptación cada vez mayor de la tecnología eléctrica en el parque automotor ecuatoriano.

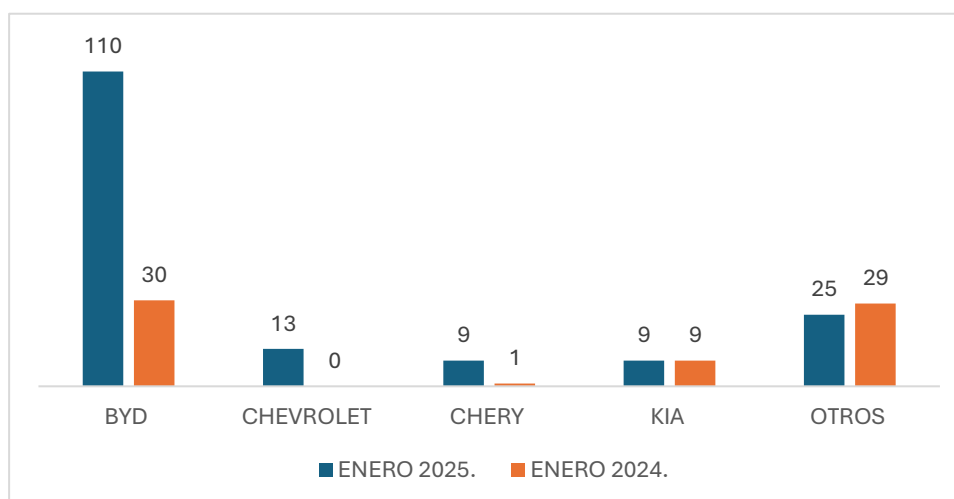
Figura 53: Venta de vehículos Híbridos y Eléctricos de enero 2023 a enero 2025



Fuente: Fuente especificada no válida.

En cuanto a preferencias por marca, BYD se consolida como el líder indiscutible del mercado de vehículos eléctricos en Ecuador, al pasar de 30 unidades vendidas en enero de 2024 a 110 unidades en enero de 2025 como se observa en la Figura 54, lo que representa un crecimiento superior al 266%. Otras marcas como Chevrolet y KIA registran volúmenes de venta menos, con unas 13 y 9 unidades respectivamente, mientras que el grupo de “otros” también muestra presencia significativa (CINAE, 2025).

Figura 54: Venta de vehículos eléctricos por marca enero 2025

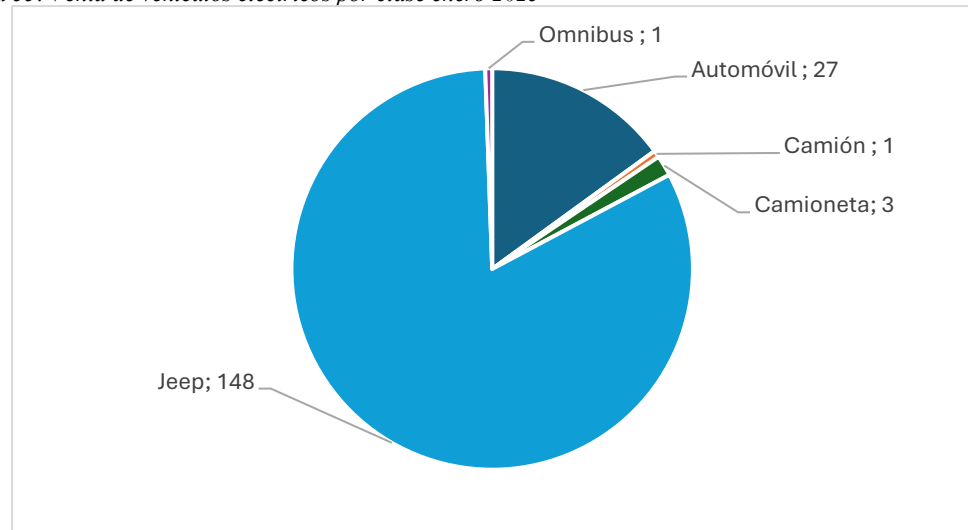


Fuente: Fuente especificada no válida.

Respecto a la clasificación por tipo de vehículo, los datos revelan una fuerte preferencia por modelos tipo Jeep, que alcanzaron las 14 unidades vendidas en enero de 2025, acaparando la mayoría del mercado. Le siguen los automóviles con 27 unidades, mientras que las categorías como camionetas, camiones y ómnibus muestran una participación

menor como lo representa la Figura 55. Esto evidencia que, en Ecuador, la electromovilidad está siendo adoptada principalmente en vehículos de uso personal, mientras que su adopción en el transporte de carga o colectivo sigue siendo limitado.

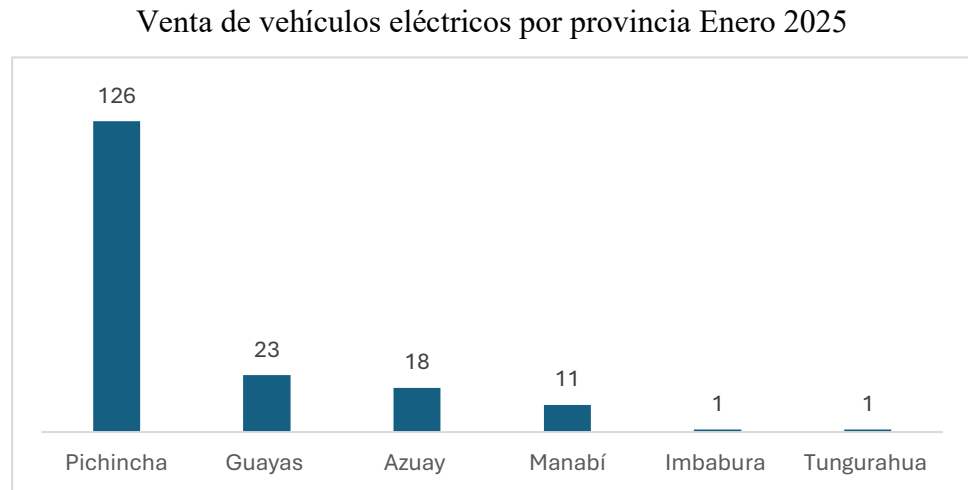
Figura 55: Venta de vehículos eléctricos por clase enero 2025



Fuente: Fuente especificada no válida.

Al analizar las ventas por provincia, la Figura 56 muestra que Pichincha lidera con 126 unidades vendidas en enero de 2025, seguida de Guayas, mientras que Azuay ocupa el tercer lugar con 18 vehículos eléctricos comercializados, lo que indica una creciente participación de la ciudad en este nuevo modelo de movilidad.

Figura 56: Venta de vehículos eléctricos por provincia enero 2025



Fuente: Fuente especificada no válida.

En la provincia del Azuay, durante el año 2023 se matricularon un total de 131.284 vehículos, de los cuales 1.505 fueron híbridos y 104 eléctricos. Aunque los vehículos eléctricos representaron apenas el 0,1% del total, esta cifra marca una tendencia creciente (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2024).

Particularmente en el cantón Cuenca, los avances en electromovilidad son aún más notables. Según la Asociación Provincial de Concesionarios de Vehículos de Cuenca, en los dos primeros meses del año 2025 se contabilizaron 155 matriculaciones de vehículos híbridos y eléctricos, lo que representa un crecimiento del 4,73% respecto al mismo periodo del año anterior. Además, estos vehículos representan ya el 70,78% del mercado local, lo que evidencia una marcada preferencia de los consumidores cuencanos por tecnologías más sostenibles (Confederación de empresarios de Cuenca , 2025).

3.3.4 Incentivos para el uso de VE

Exoneraciones fiscales, subsidios, beneficios de circulación

Con el objetivo de fomentar la movilidad sostenible, el gobierno ecuatoriano ha implementado una serie de políticas públicas orientadas a incentivar la adopción de vehículos eléctricos. Entre las principales medidas se encuentran exoneraciones fiscales, subsidios directos e indirectos y beneficios de circulación.

Una de las decisiones más relevantes fue la Resolución No.016-2019 emitida por el pleno del Comité de Comercio Exterior (COMEX), la cual estableció una reducción del arancel de importación al 0% para vehículos eléctricos, sin importar su uso, ya sea particular, publico o de transporte de carga. Esta disposición también abarca componente clave como baterías y cargadores para electrolineras, lo cual reduce significativamente los costos asociados a la infraestructura de electromovilidad (Ministerio de Producción, 2019).

Además, los vehículos eléctricos e híbridos gozan de importaciones beneficios tributarios, como la exoneración del Impuesto al Valor Agregado (IVA) y del Impuesto a los Consumos Especiales (ICE). Estas medidas hacen que los vehículos con tecnologías limpias resulten más competitivos frente a las convenciones, disminuyendo el precio final para el consumidor y facilitando su acceso al mercado nacional (Perez, 2024).

Estas exoneraciones juntos con incentivos complementarias, como tarifas preferenciales para la recarga eléctrica, beneficios en la matriculación y facilidades de circulación en

ciertas ciudades, forman parte de una estrategia orientada a fomentar la electromovilidad en el país.

Comparación de Costo Total de Propiedad (TCO) entre vehículos eléctrico (VE) y vehículos de combustión interna (VCI)

El Costo Total de Propiedad (TCO) es un análisis económico que permite comprar los costos asociados a la adquisición, financiamiento, operación y reventa de un vehículo a lo largo de su vida útil (Idoneo, 2022) . Este análisis resulta fundamental para evaluar las ventajas económicas de los vehículos eléctricos en comparación con los de combustión interna. El cálculo del TCO se realiza mediante la Ecuación 1:

Ecuación 1

Fórmula para calcular el TCO

$$TCO = \frac{CA + \frac{I}{CF} + CFN - CR}{K}$$

Fuente: (Idoneo, 2022)

- CA= Coste de adquisición
- I=intereses
- CF= costes de financiación
- CFN= Costes de funcionamiento
- CR= Costes de reventa
- K= Kilometraje total (u horas de motor) del vehículo

Costo de adquisición

Generalmente, los vehículos eléctricos presentan un costo inicial superior al de los vehículos de combustión interna. Para este análisis, se utilizaron modelos representativos del mercado ecuatoriano: el BYD Seagull con un valor de \$19.990 (El Comercio, 2024) cómo VE y el Kia Soluta con un precio en el mercado de \$15.799 (PatioTuerca, 2024) como VCI.

Intereses

Asumiendo un financiamiento del 100% con una tasa de interés anual del 15% durante 5 años (Banco ProCredit Ecuador, 2024). Los intereses se calculan con la Ecuación 2, formula del interés simple.

Ecuación 2

Interés simple

$$\text{Intereses totales} = \text{Monto financiado} \times \text{Tasa de interés} \times \text{Período}$$

Fuente: (Raisin, 2024)

Costes de financiación

El coste de financiación de un vehículo incluye no solo el precio del vehículo, sino también los costos asociados al crédito, como los intereses y otros cargos relacionados con el préstamo (Bank of America, 2025).

Costes de funcionamiento

Para el cálculo de los costes de funcionamiento se consideran dos componentes principales: los costes de mantenimiento y los costes asociados al consumo energético, los cuales varían según el tipo de vehículo. En el caso de vehículos eléctricos, se contempla el coste de energía eléctrica, mientras que, para vehículos de combustión interna, se incluye el gasto en combustible.

El consumo anual de energía de un vehículo eléctrico se determina mediante la Ecuación 3, que considera el recorrido total anual y el precio de la electricidad:

Ecuación 3

Consumo anual de Energía

$$\text{Consumo Total de energía} = \text{Recorrido total} \times \frac{\text{Costo de electricidad}}{100 \text{ Km}}$$

Fuente: (RACE, 2023)

El consumo anual de combustible de un vehículo de combustión se calcula con la Ecuación 4, en función del recorrido total y el precio de combustible:

Ecuación 4

Consumo anual de combustible

$$\text{Consumo Total de combustible} = \text{Recorrido total} \times \frac{\text{Costo de combustible}}{100 \text{ Km}}$$

Fuente: (RACE, 2023)

Finalmente, los costes de funcionamiento se obtienen sumando el coste de mantenimiento anual y el coste de energía o combustible, según corresponda. Esto se resume en la Ecuación 5:

Ecuación 5

Costes de funcionamiento

$$\text{Costes de funcionamiento} = \text{Mantenimiento} + \text{Energía o Combustible}$$

Fuente: (RACE, 2023)

Coste de reventa

También conocido como valor residual, representa el valor del vehículo al final de su vida útil estimada. En este análisis, se considera un periodo de uso de 5 años (BBVA, 2024).

Un vehículo nuevo pierde, en promedio, entre un 10% y un 15% de su valor cada año. Esto significa que, al cabo de cinco años, puede haber perdido aproximadamente el 50% de su valor inicial (Kamel, 2024).

Kilometraje Total

Según Muñoz (2025), un vehículo recorre entre 15.000 km a 27.000 km al año. Para este análisis, asumimos que se recorren 15.000 km anuales. A continuación, se calcula el kilometraje total en un periodo de 5 años:

$$\text{Kilometraje Total del vehículo (5 años)} = 15.000 \text{ Km} \times 5 \text{ años} = 75.000 \text{ Km}$$

Por lo tanto, el kilometraje total del vehículo en 5 años es de 75.000 km.

Cálculo de TCO para un Vehículo Eléctrico (BYD Seagull)

Coste de adquisición

Se considera al vehículo BYD Seagull, con un valor de \$19.990 (El Comercio, 2024).

Intereses

- Monto financiado: \$19.990
- Tasa de interés anual: 15%
- Periodo: 5 años

Aplicando Ecuación 2, se calcula el valor total de los intereses generados:

$$\text{Intereses totales} = \$ 19.990 \times 0,15 \times 5 = \$14.992,5$$

Costes de financiación

En este caso el costo de financiación corresponde a los intereses acumulados durante los 5 años asumidos, lo que da un total de \$14.992,5 USD.

Costes de funcionamiento

- Mantenimiento: El mantenimiento anual de un VE puede costar alrededor de \$189 (Hernández, 2021).

$$\text{Costo de mantenimiento (5 años)} = \$189 \times 5 = \$945$$

Energía: Un vehículo eléctrico consume entre 15 y 20 kWh por cada 100 Km recorridos. Tomando como referencia un valor promedio de 15kWh y una tarifa eléctrica promedio de \$0.15 centavos/kWh en Ecuador (Renault Ecuador , 2023). Utilizando la ecuación y considerando un recorrido de 15.000 km, con Ecuación 3 se calcula el consumo total de energía:

$$\text{Consumo Total de energía} = 15.000 \times \frac{15kWh}{100 Km} = 2.250kWh$$

$$\text{Costo anual de energía} = 2.250 \text{ kWh} \times \$0.15 = \$337,5$$

$$\text{Costo de energía (5 años)} = \$337,5 \times 5 = \$1687,5$$

$$\text{Costes de funcionamiento} = \$945 + \$1687,5 = \$2.632,5$$

Coste de reventa

Considerando un 50% de depreciación, el precio de reventa del BYD Seagull es de \$9.995.

Kilometraje Total

El kilometraje total del vehículo en 5 años es de 75.000 km.

Cálculo de TCO

Con la Ecuación 1 calculamos el TCO correspondiente.

$$TCO = \frac{19.990 + \frac{14.992,5}{14.992,5} + 2.632,5 - 9.995}{75.000} = 0.168 \frac{USD}{Km}$$

El análisis del Costo Total de Propiedad (TCO) para el vehículo BYD Seagull, considerando un periodo de cinco años, permitió estimar un costo promedio de operación de aproximadamente \$0.168 USD por kilómetro.

Cálculo de TCO de un vehículo de combustión interna

Coste de adquisición

Para este análisis se seleccionó el modelo Kia soluto con un valor aproximado de \$ 15.794.

Intereses

- Monto financiado: \$ 15.794

- Tasa de interés anual: 15%
- Periodo: 5 años

Aplicando la Ecuación 2, se calcula el valor total de los intereses generados:

$$\text{Intereses totales} = \$ 15.794 \times 0,15 \times 5 = \$11.845,5$$

Costes de financiación

En este caso el costo de financiación corresponde a los intereses acumulados durante los 5 años asumidos, lo que da un total de USD.

Costes de funcionamiento

- Mantenimiento: Un vehículo de combustión interna tiene un mantenimiento anual estimado de \$700, considerando servicios como cambio de aceite, filtros, bujías, entre otros (Hernández, 2021).

$$\text{Costo de mantenimiento (5 años)} = \$700 \times 5 = \$3.500$$

Combustible: Un vehículo a gasolina con un rendimiento promedio de 40 km por galón requiere de 2,5 galones para cubrir 100km. (El comercio, 2015). Se asume el consumo de gasolina Extra o Ecopaís, considerando el precio actual de \$2,50 por galón en Ecuador (El Comercio, 2025). A continuación, con la Ecuación 5 se calcula el consumo total de combustible.

$$\text{Consumo Total de combustible} = 15.000 \times \frac{2.5 \text{ Galones}}{100 \text{ Km}} = 375 \text{ Galones}$$

$$\text{Costo anual de combustible} = 375 \text{ Galones} \times \$2,50 = \$937,5$$

$$\text{Costo de energía (5 años)} = \$937,5 \times 5 = \$4.687,5$$

$$\text{Costes de funcionamiento} = \$3.500 + \$4.687,5 = \$8.187,5$$

Coste de reventa

Considerando un 50% de depreciación, con un precio de adquisición de \$ 15.794 USD el precio de reventa del Kia soluto es de \$7.897 USD.

Kilometraje Total

El kilometraje total del vehículo en 5 años es de 75.000 km.

Cálculo de TCO

Con la Ecuación 1 calculamos el TCO correspondiente.

$$TCO = \frac{15.794 + \frac{11.845,5}{11.845,5} + 8.187,5 - 7.897}{75.000} = 0.214 \frac{USD}{Km}$$

El análisis del Costo Total de Propiedad (TCO) para el vehículo Kia Soluta, considerando un horizonte temporal de cinco años, permitió estimar un costo promedio de operación de aproximadamente \$0.214 USD por kilómetro.

El análisis del TCO revela que, a lo largo de cinco años, el vehículo eléctrico BYD Seagull presenta un costo promedio de operación de \$0.168 USD/km, mientras que el vehículo de combustión Kia Soluta tiene un costo de \$0.214 USD/km. A pesar de su mayor costo inicial, el vehículo eléctrico resulta más económico a largo plazo, principalmente debido a menores costos de mantenimiento y energía.

Capítulo 4: Desarrollo de modelo de optimización para determinar las ubicaciones óptimas para la instalación de estaciones de carga

4.1 Análisis de la red vial en Cuenca

Según lo expuesto (Flores, 2013), la red vial urbana de Cuenca está compuesta por un conjunto de vías urbanas e interparroquiales, administradas por los gobiernos municipales, que atienden tanto a la cabecera cantonal como a las zonas urbanas de los centros poblados. Este sistema responde a una planificación urbana estructurada en jerarquías expresas, arteriales, colectoras, locales.

Sistema de vías expresas son aquellas que están diseñadas para grandes flujos vehiculares a través o alrededor de las ciudades. Estas vías son corredores viales divididos que cuentan con un control total de accesos y no permiten conexión directa con las propiedades aledañas. De acuerdo a la normativa vigente en el Ecuador, este tipo de vías se autorizan velocidades de circulación de hasta 100km/h. Aunque poseen un rango funcional inferior al de las autopistas, requieren intersecciones a desnivel, ubicadas al menos cada 500 metros. A estas vías expresas convergen los flujos vehiculares provenientes de las vías arteriales.

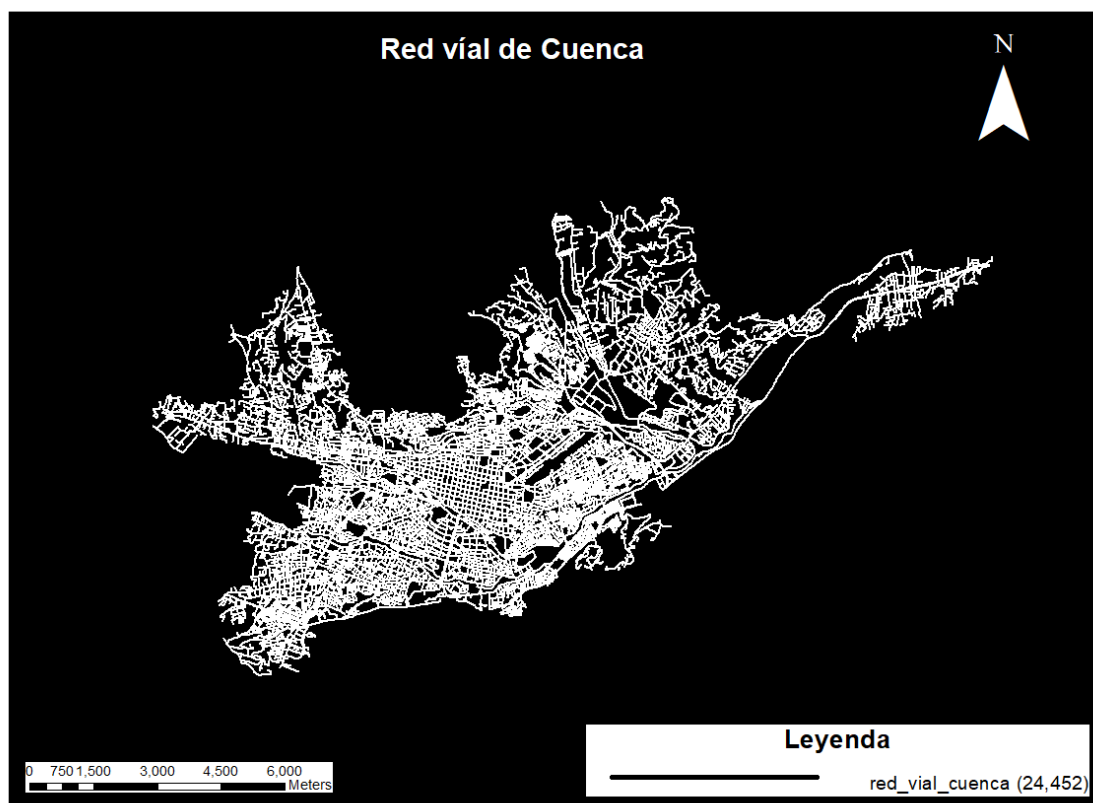
Sistema de vías arteriales cumplen la función de canalizar el tránsito desde las vías colectoras hacia las vías expresas, soportando un volumen elevado de vehículos. Por su jerarquía, deben tener prioridad sobre las vías colectoras. El diseño de estas arterias debe considerar el control de accesos hacia los predios colindantes, y no se recomienda permitir el estacionamiento vehicular en sus bordes. Estas vías, al integrarse entre sí, conforman un sistema articulado que facilita el movimiento del tránsito en múltiples direcciones a lo largo de toda la ciudad.

Sistema de vías colectoras tienen como función principal conectar las arterias con las vías locales, facilitando además el acceso directo a los predios a lo largo de su recorrido. Al igual que otras vías carácter secundario, están sujetas a limitaciones de velocidad: 50km/h para vehículos livianos y 40km/h para el transporte público. Su papel en la red vial es intermedio, ya que canalizan el tránsito desde áreas residenciales hacia vías de mayor jerarquía.

Sistema de vías locales están destinadas a brindar acceso directo a propiedades de diverso uso, como residencias, comercios, industrias u otros. También cumplen una función esencial en el tránsito interno de barrios o zonas específicas. Estas vías se enlazan directamente con las colectoras y, en algunos casos, con las arteriales. Por su naturaleza de baja velocidad, es recomendable que contemplen espacios adecuados para el estacionamiento vehicular, dado que esta actividad es común en este tipo de calles.

Para el análisis de movilidad y la posterior ubicación óptima de estaciones de carga para vehículos eléctricos, como se muestra en la Figura 57. Se adquirió modelar la red vial de Cuenca. Para ello, se utilizó la librería de OSMnx de Python, la cual permite descargar y procesar datos geoespaciales directamente desde OpenStreetMap. Utilizando el servicio de geocodificación de OpenStreetMap obteniendo los límites geográficos oficiales de la ciudad de Cuenca y, dentro de esa área, además, descarga todos los elementos viales transitables por vehículos motorizados, es decir, calles principales, avenidas, etc. Excluyendo a caminos no vehiculares, como senderos peatonales y ciclovías exclusivas. La información descargada incluye atributos relevantes para cada calle, tales como longitud, nombre de la vía, sentido de circulación y tipo de vía.

Figura 57: Red vial de Cuenca

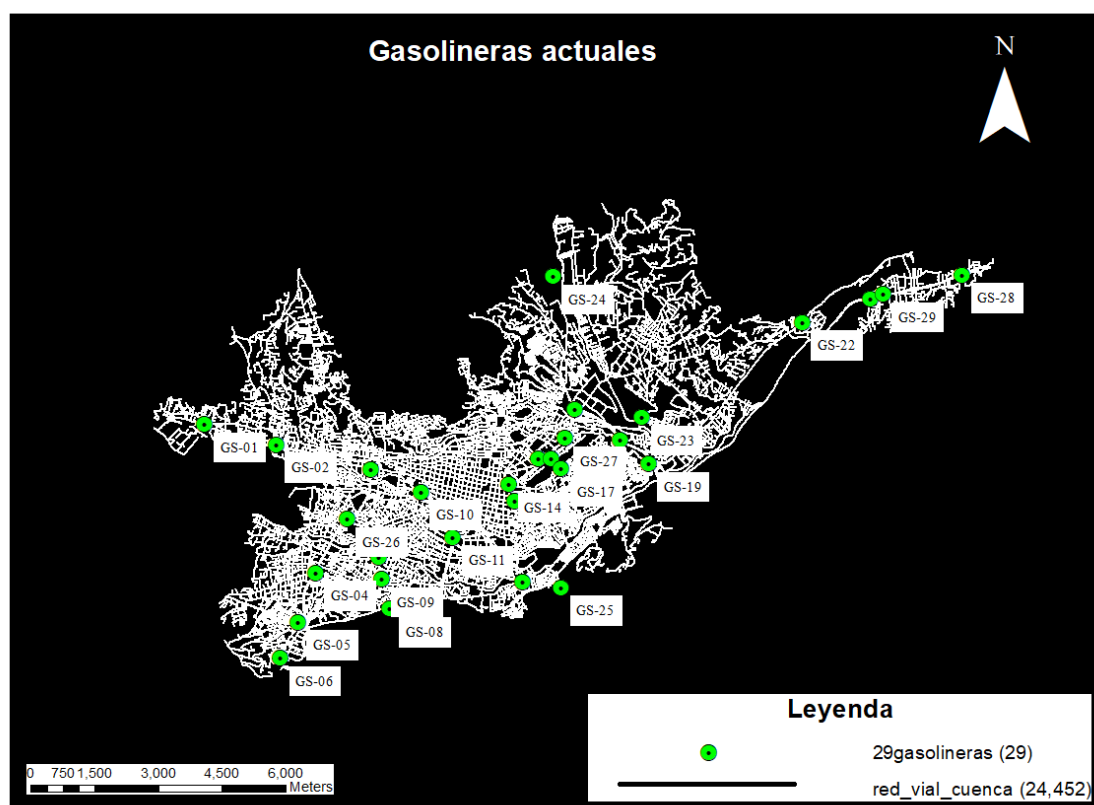


Fuente: Fuente propia

4.1.1 Ubicación de gasolineras y electrolineras en Cuenca

La distribución geográfica de las gasolineras en una ciudad es un factor clave para garantizar el acceso eficiente al abastecimiento de combustible por parte de la población y del parque automotor. En esta Figura 58 se presenta la localización actual de 29 gasolineras en la ciudad de Cuenca, como parte de un estudio más amplio donde se busca evaluar si se encuentran en zonas estratégicas. Esta primera etapa busca proporcionar una visión general de cómo se encuentran distribuidas estas estaciones dentro del territorio, lo cual permitirá, en temas posteriores, realizar un análisis si su ubicación podría ser utilizado a mediano plazo, como posible adecuación de electrolineras.

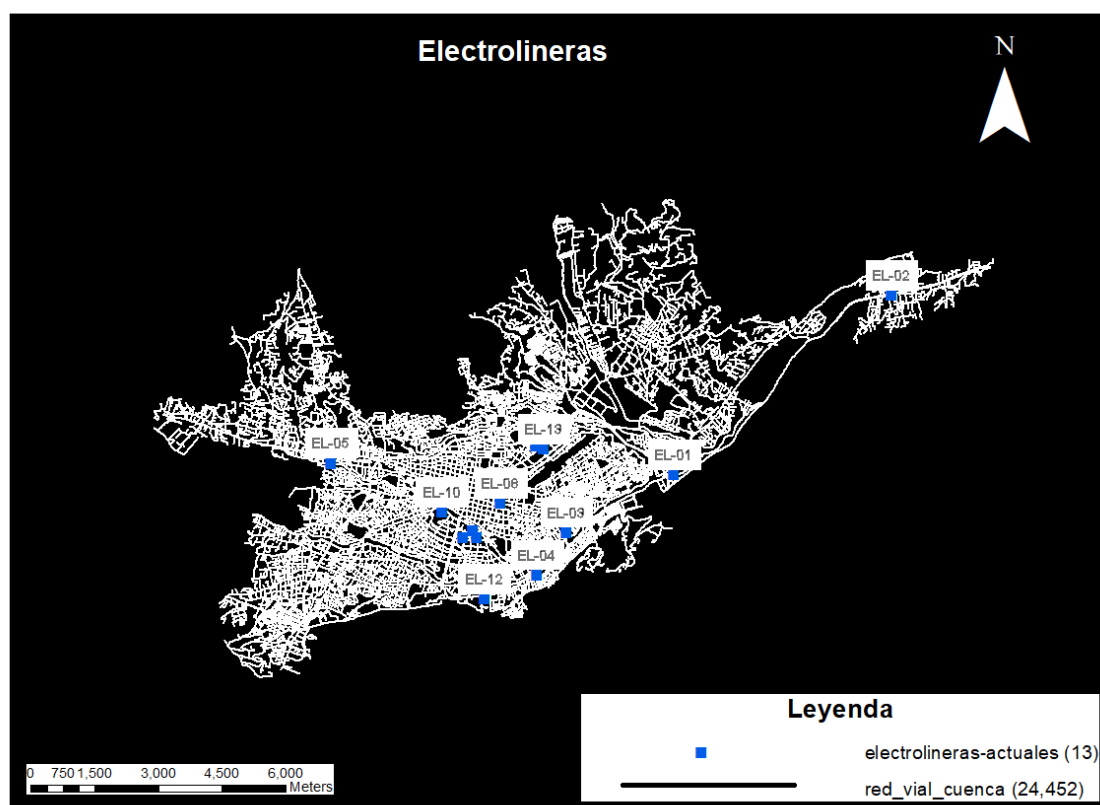
Figura 58: Gasolineras en Cuenca



Fuente: Fuente propia

En ese sentido, también se ha considerado relevante presentar la ubicación actual de las electrolineras existentes en la ciudad. En la Figura 59 se muestra el levantamiento de información que hicimos en la ciudad de Cuenca para conocer en donde se encuentran las electrolineras, el total que existen en la ciudad, etc. Como parte del proceso de transición hacia una movilidad más sostenible. Esta representación inicial permite visualizar cómo se está empezando a conformar una red de apoyo para vehículos eléctricos en Cuenca. Al igual que con las gasolineras, se hizo un análisis para evaluar si estas electrolineras están ubicadas en puntos estratégicos, considerando factores como conectividad vial, cobertura. Finalmente, se busca determinar si la infraestructura actual es suficiente para atender el crecimiento progresivo del parque vehicular eléctrico, o si será necesario ampliarla a mediano y largo plazo para garantizar un sistema de carga eficiente y accesible en toda la ciudad.

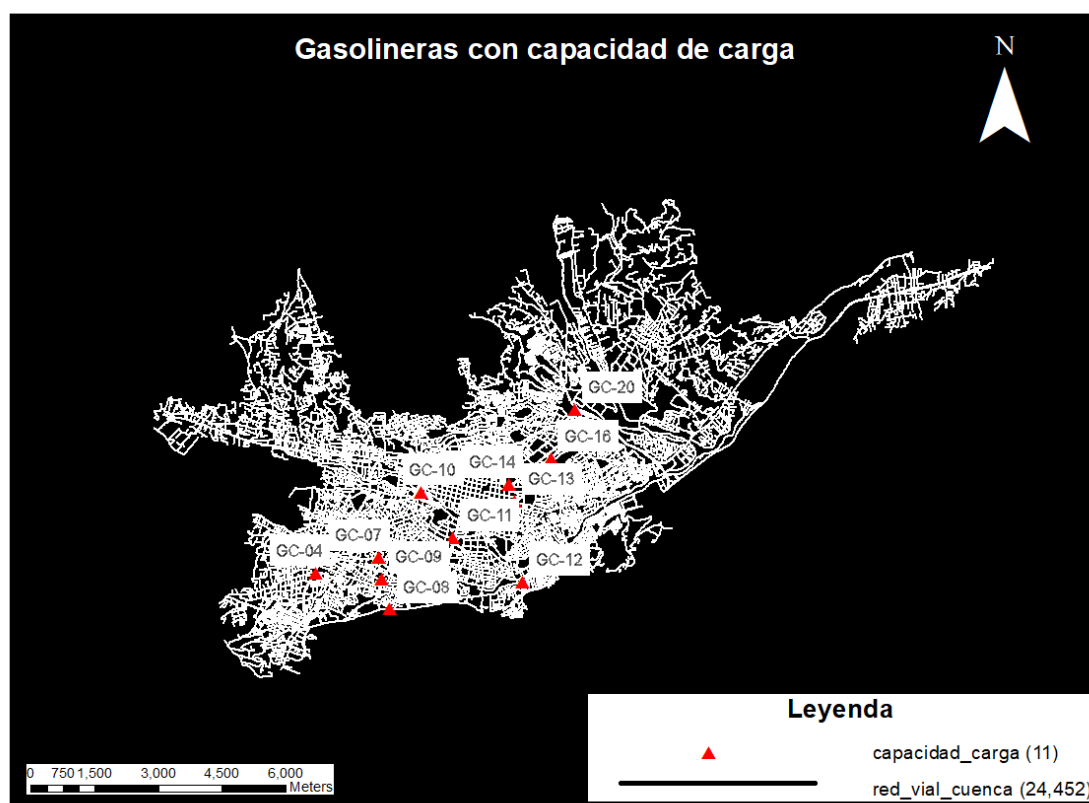
Figura 59: Electrolineras en Cuenca



Fuente: Fuente propia

Como parte del presente estudio, se ha considerado también el análisis de una tesis Morocho et al. La que se identificaron ciertas gasolineras en la ciudad de Cuenca que cuentan con el potencial técnico para incorporar sistema de carga para vehículos eléctricos y su ubicación se encuentra en la Figura 60. Esta información es muy importante para evaluar escenarios de adaptación progresiva de la infraestructura existente, sin necesidad de construir nuevas estaciones desde cero. A partir de estas investigaciones, se plantea la posibilidad de que, a mediano plazo, algunas de estas gasolineras tradicionales puedan ser adecuadas para ofrecer servicios de carga eléctrica, contribuyendo así una transición más eficiente hacia la movilidad eléctrica en la ciudad.

Figura 60: Gasolineras con capacidad de carga



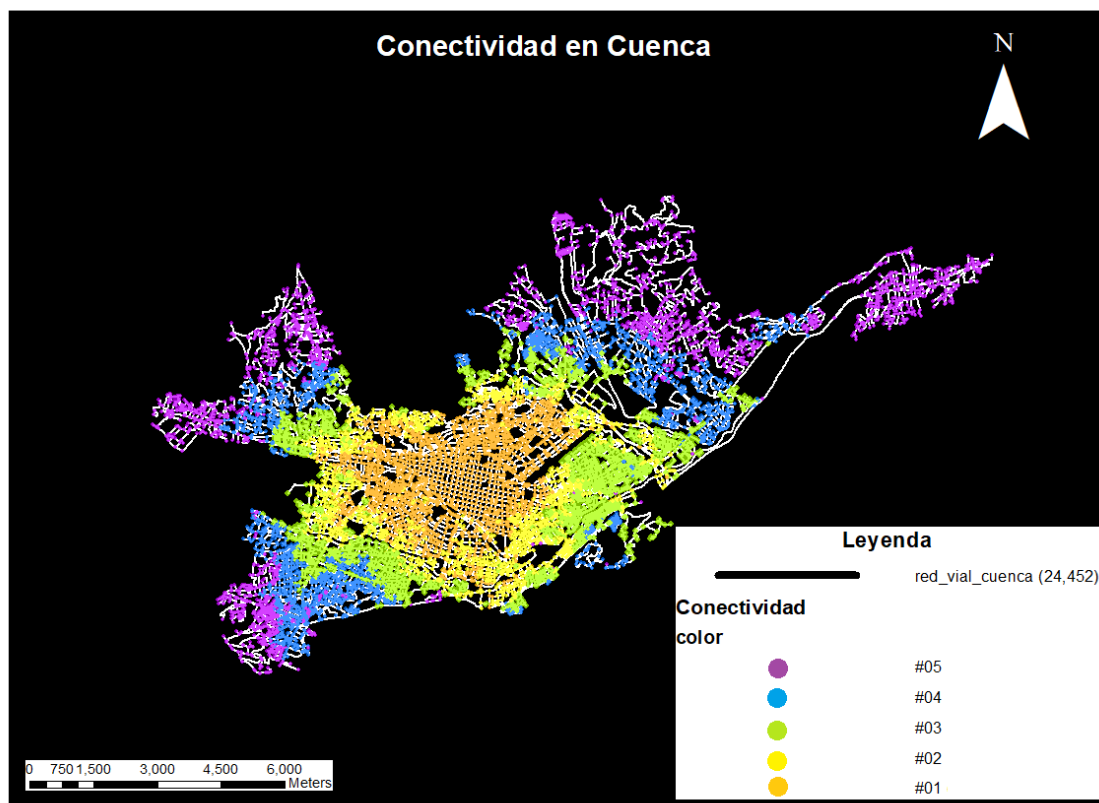
Fuente: Fuente propia

4.2 Parámetros que influyen en la optimización de las estaciones de carga

Después de obtener la red vial urbana de la ciudad de Cuenca, se estableció dos criterios que serían la base para nuestra optimización que es la conectividad y la cobertura esto con el fin de identificar puntos estratégicos para el abastecimiento de carga eléctrica. Se utilizó la función `nx.closeness_centrality(G)` de la librería Networkx, donde (G) representa la red vial de Cuenca modelada con anterioridad. La centralidad es una medida que permite determinar cuán importante o influyente es un nodo o una arista dentro de la red, y se evaluaron distintas medidas como la centralidad de grado que indica cuántas conexiones tiene un nodo; la centralidad de cercanía, que mide qué tan rápidamente se puede acceder al resto de la red desde un nodo. Esto es ideal ya que pueden servir eficientemente a un mayor número de usuarios; la centralidad de intermediación, que identifica nodos que actúan como puentes en los caminos más cortos entre otros; y la centralidad de vector propio, que considera no solo la cantidad de conexiones, sino también la importancia de los nodos conectados. En la Figura 61 se puede observar los

11302 nodos que existe en la ciudad. Cada nodo representa un punto físico dentro de la red vehicular, como una intersección entre calles, un crece, etc. Estos nodos son los puntos clave donde se conectan diferentes segmentos viales, y su nivel de conectividad puede variar: algunos están conectados a muchas calles, mientras otros tienen conexiones limitadas. Estos puntos se ordenaron de mayor a menor conectividad siendo el “#01” los puntos que representan mayor conectividad.

Figura 61: Conectividad en Cuenca



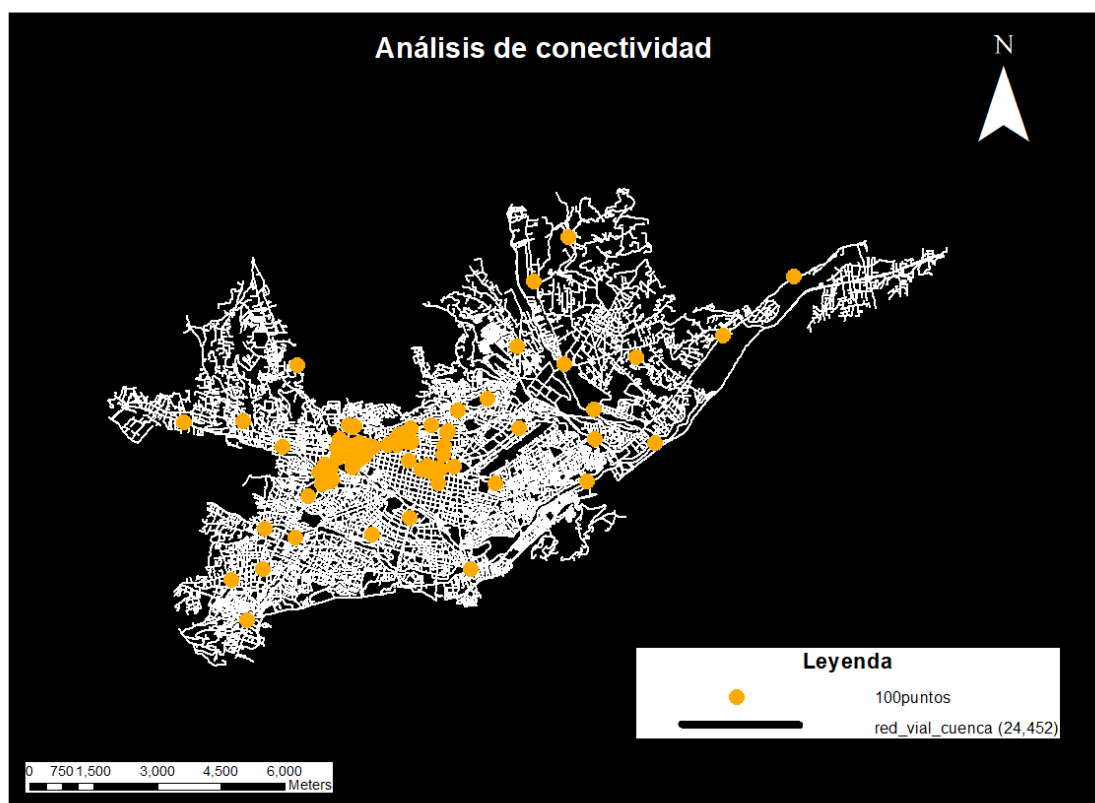
Fuente: Fuente propia

Estas medidas permiten identificar ubicaciones clave dentro de la red urbana que podrían ser prioritarias para la ubicación de estaciones de carga. Además, se llevó a cabo un análisis de cobertura territorial, debido a que este tipo de análisis es indispensable para garantizar una cobertura adecuada en toda la ciudad y evaluar la eficiencia de la infraestructura actual como su posible ampliación en función de la demanda futura.

Como parte del estudio, se identificaron los 100 nodos con mayor conectividad dentro de la red vial de Cuenca, a partir del cálculo de la centralidad. Esta medida es clave para la

planificación de estaciones de carga para vehículos eléctricos, ya que permite priorizar las ubicaciones con alta accesibilidad geográfica, reduciendo tiempos de desplazamiento y mejorando la cobertura. La Figura 62 se puede observar los nodos que representan los puntos de mejor accesibilidad, ya que se concentran altos niveles de flujo. A partir de estos 100 puntos, se llevó a cabo el análisis comparativo para evaluar si las gasolineras, electrolineras, se encuentran bien posicionadas. Este enfoque permitió identificar las fortalezas y posibles vacíos en la cobertura del sistema de carga eléctrica actual.

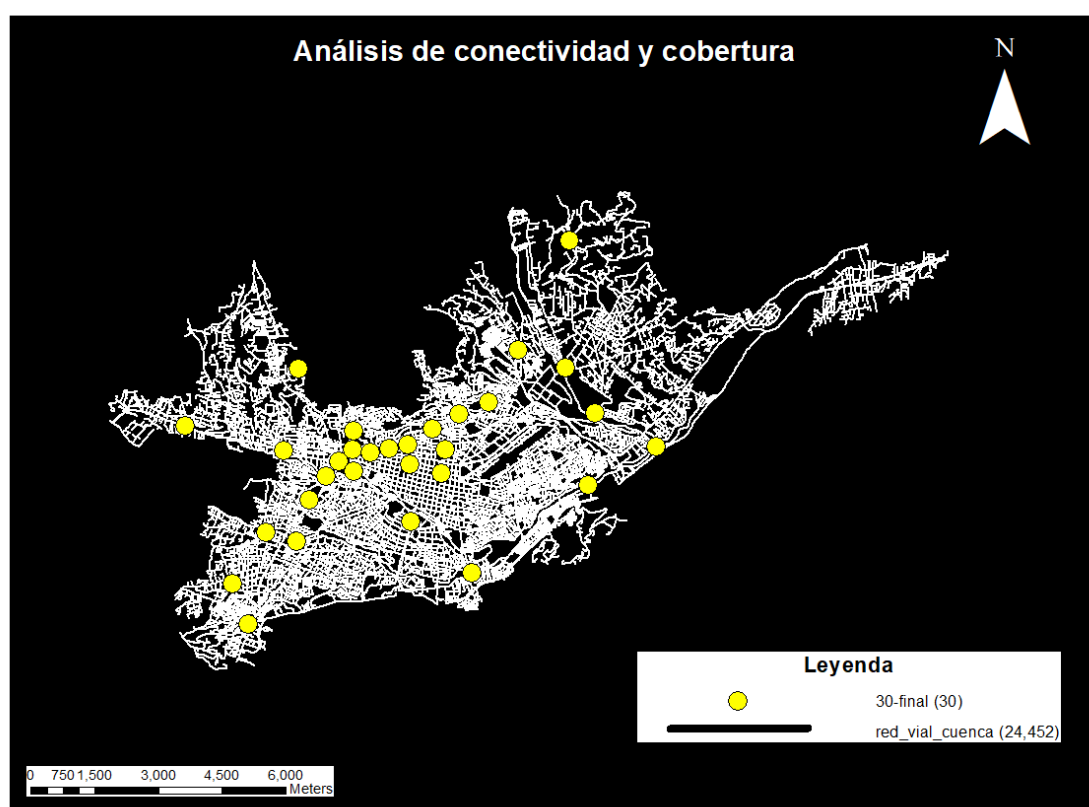
Figura 62 Electrolineras con conectividad



Fuente: Fuente propia

Con el objetivo de determinar ubicaciones óptimas a largo plazo de estaciones de carga para vehículos eléctricos en la ciudad de Cuenca, se desarrolló un programa que integra criterios de conectividad vial y cobertura espacial mediante análisis de redes y agrupamiento geográfico. Este enfoque busca maximizar tanto la accesibilidad de los puntos seleccionados como su distribución equitativa en el área. Con los nodos anteriores de centralidad se aplica el algoritmo de agrupamiento espacial K-Means para dividir en zonas representativas. Seleccionando el nodo con mayor centralidad en cada zona como punto óptimo. En Figura 63 se puede observar su ubicación.

Figura 63 Análisis de conectividad y cobertura

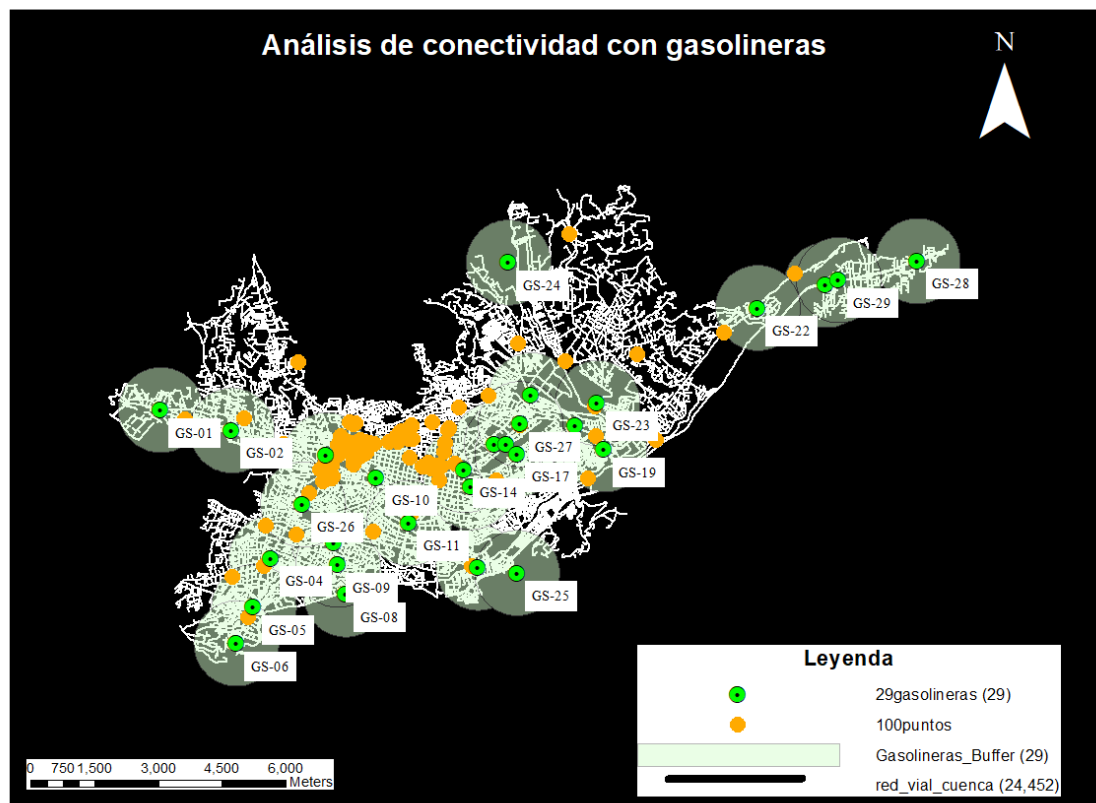


Fuente: Fuente propia

4.3 Análisis de resultados

Se realizó un análisis espacial de las 29 gasolineras ubicadas en la ciudad de Cuenca, considerando un radio de 1 km alrededor de cada una y su relación con los 100 puntos de mayor conectividad, como se muestra en Figura 64. Este proceso permitió cuantificar cuantos de estos puntos se encuentran dentro del área de influencia de cada estación. Los resultados muestran que la gasolinera GS-03 presenta la mayor conectividad con 37 puntos dentro de su radio, con perspectivas de convertirse en electrolinera a largo plazo, seguida por GS-10 con 25 puntos y GS-14 con 10 puntos, Por otro lado, seis estaciones no registran puntos dentro de su radio, lo que indica ubicaciones con menor impacto en términos de conectividad. Pero, estos puntos en temas de cobertura son estratégicos ya que son estaciones ubicadas en zonas de acceso a la ciudad. La Tabla 4 a continuación presenta en número de puntos conectados por cada gasolinera.

Figura 64 Análisis de conectividad con gasolineras



Fuente: Fuente propia

Tabla 4

Puntos de conectividad por gasolinera

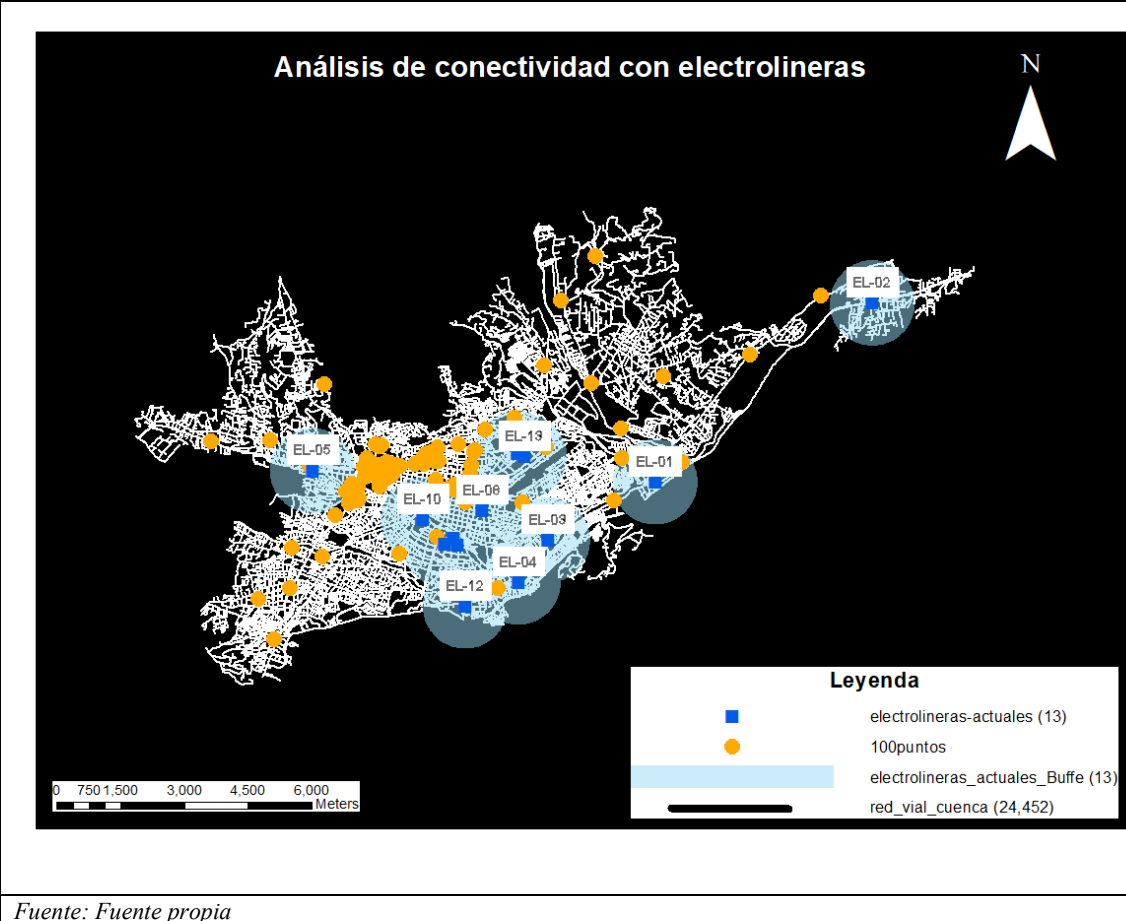
Id	longitud	latitud	N° Puntos
GS-03	79.0247529	-2.89128766	37
GS-10	-79.0140671	-2.89604425	25
GS-14	-78.9954902	-2.89444139	10
GS-25	-78.9843747	-2.91624208	8
GS-13	-78.9941727	-2.89801643	5
GS-04	-79.0364413	-2.91313153	3
GS-05	-79.040132	-2.92350357	3
GS-07	-79.0230406	-2.90990067	2
GS-11	-79.0072826	-2.90568587	2
GS-15	-78.9891864	-2.88907649	2
GS-16	-78.9865608	-2.88892833	2
GS-17	-78.9843533	-2.89109183	2
GS-18	-78.971901	-2.88512498	2
GS-19	-78.9658993	-2.89007295	2
GS-20	-78.9814426	-2.87861191	2
GS-23	-78.9673273	-2.88024667	2
GS-26	-79.0297431	-2.90172761	2
GS-01	-79.0598544	-2.88171498	1
GS-02	-79.044754	-2.88603507	1

GS-06	-79.0438657	-2.9311754	1
GS-12	-78.9925901	-2.91513386	1
GS-21	-78.9188924	-2.85522457	1
GS-22	-78.9334025	-2.86009919	1
GS-24	-78.9861876	-2.85048423	1
GS-08	-79.0206545	-2.92077959	0
GS-09	-79.0223538	-2.91447586	0
GS-27	-78.9836738	-2.8847016	0
GS-28	-78.899518	-2.850163	0
GS-29	-78.9162668	-2.85417747	0

Fuente: Propia

Como resultado del análisis espacial de las 13 electrolineras existentes en la ciudad de Cuenca y su relación con los 100 puntos de mayor conectividad y cobertura, se aplicaron radios de 1 km alrededor de cada estación como muestra Figura 65. Esto permitió determinar cuántos puntos estratégicos se encuentran dentro de cada zona de estudio. Se identificó que las estaciones EL-02 y EL-03 actualmente no presentan conectividad cercana. Sin embargo, la electrolinera EL-02 muestra una ubicación estratégica desde el punto de vista de cobertura potencial, ya que se encuentra sobre una vía interprovincial que conecta Azuay con Cañar, lo cual le otorga relevancia para futuras expansiones. La electrolinera mejor posicionada en términos de conectividad es la EL-08, con 9 puntos en su zona de influencia. Sin embargo, esta estación no cuenta con la infraestructura necesaria para su funcionamiento inmediato. A pesar de ello, se evidenció, que el espacio disponible en su ubicación la convierte en una alternativa viable para una implementación a corto plazo. La Tabla 5 a continuación resume el número de puntos de conectividad por electrolinera.

Figura 65 Análisis de conectividad con electrolineras



Fuente: Fuente propia

Tabla 5

Puntos de conectividad por electrolinera

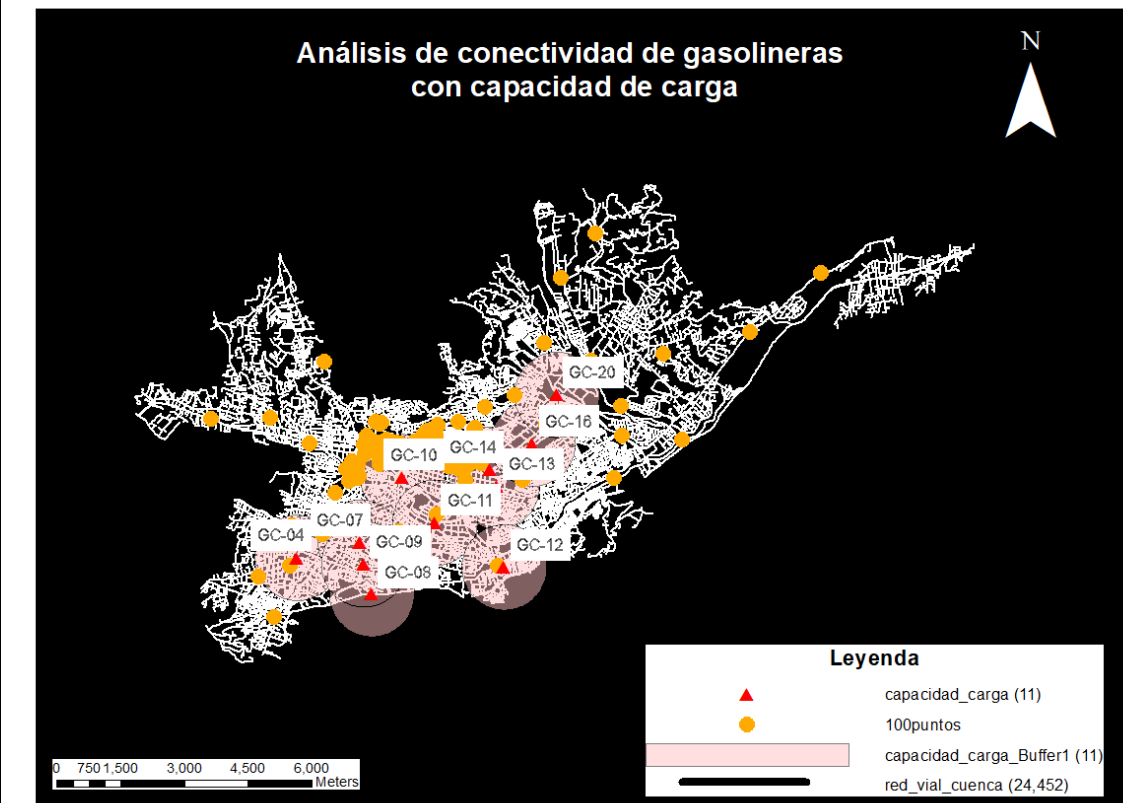
ID	longitud	latitud	N° de puntos
EL-08	-78.9972687	-2.89837582	9
EL-10	-79.0097345	-2.90029947	4
EL-11	-78.9898255	-2.88633622	4
EL-05	-79.03318	-2.88994	3
EL-01	-78.96058	-2.89235	2
EL-07	-79.0032059	-2.90429102	2
EL-09	-79.0024406	-2.9056443	2
EL-13	-78.988229	-2.88699855	2
EL-04	-78.98958	-2.91358	1
EL-06	-79.00521	-2.90557	1
EL-12	-79.0008017	-2.91864628	1
EL-02	-78.91459	-2.85444	0
EL-03	-78.98334	-2.90462	0

Fuente: Propia

Además del análisis espacial, se consideró un estudio previo sobre la infraestructura eléctrica de las gasolineras existentes en la ciudad de Cuenca. Según Morocho et al. (2024), de las 29 gasolineras activas, solo 11 cuentan con capacidad eléctrica suficiente

para soportar estacione de carga para vehículos eléctricos sin requerir intervenciones mayores en la red en la Figura 66 se puede observa el resultado. Esta información resulta clave para la planificación a mediano plazo, ya que permite priorizar ubicaciones estrategicas que podrían entrar en operación con menor tiempo de implementación. En la siguiente Tabla 6 se presentan estas estaciones, junto con el número de puntos de mayor conectividad dentro de su radio de 1 km.

Figura 66 Análisis de conectividad con gasolineras con capacidad de carga



Fuente: Fuente propia

Tabla 6

Puntos de conectividad por gasolineras con capacidad eléctrica

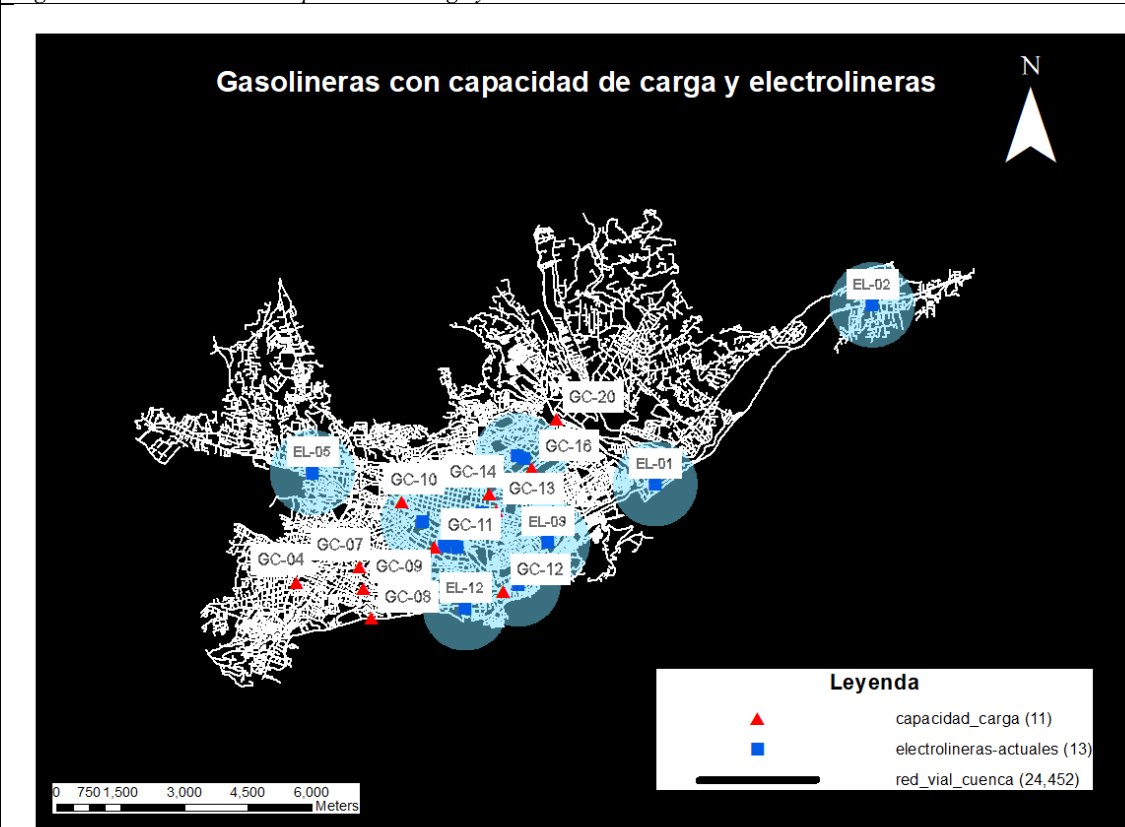
Id	longitud	latitud	Nº Puntos
GC-10	-79.0140671	-2.89604425	25
GC-14	-78.9954902	-2.89444139	10
GC-13	-78.9941727	-2.89801643	5
GC-04	-79.0364413	-2.91313153	3
GC-07	-79.0230406	-2.90990067	2
GC-11	-79.0072826	-2.90568587	2
GC-16	-78.9865608	-2.88892833	2
GC-20	-78.9814426	-2.87861191	2
GC-12	-78.9925901	-2.91513386	1
GC-08	-79.0206545	-2.92077959	0

GC-09	-79.0223538	-2.91447586	0
-------	-------------	-------------	---

Fuente: Propia

Con el objetivo de evitar la redundancia en la ubicación de electrolineras se realizó un estudio espacial para identificar aquellas gasolineras que se encuentran en un radio de 1 km de las electrolineras existentes. Este criterio permitió descartar las estaciones ubicadas en zonas que ya cuentan con cobertura de carga eléctrica, priorizando así sectores desatendidos que podrían beneficiarse de las nuevas estaciones. Como resultado se identificaron tres gasolineras con potencial para implementar una infraestructura de carga a mediano plazo. La siguiente Tabla 7 muestra estas ubicaciones junto con el número de puntos de conectividad en su entorno inmediato.

Figura 67 Gasolineras con capacidad de carga y electrolineras



Fuente: Fuente propia

Tabla 7

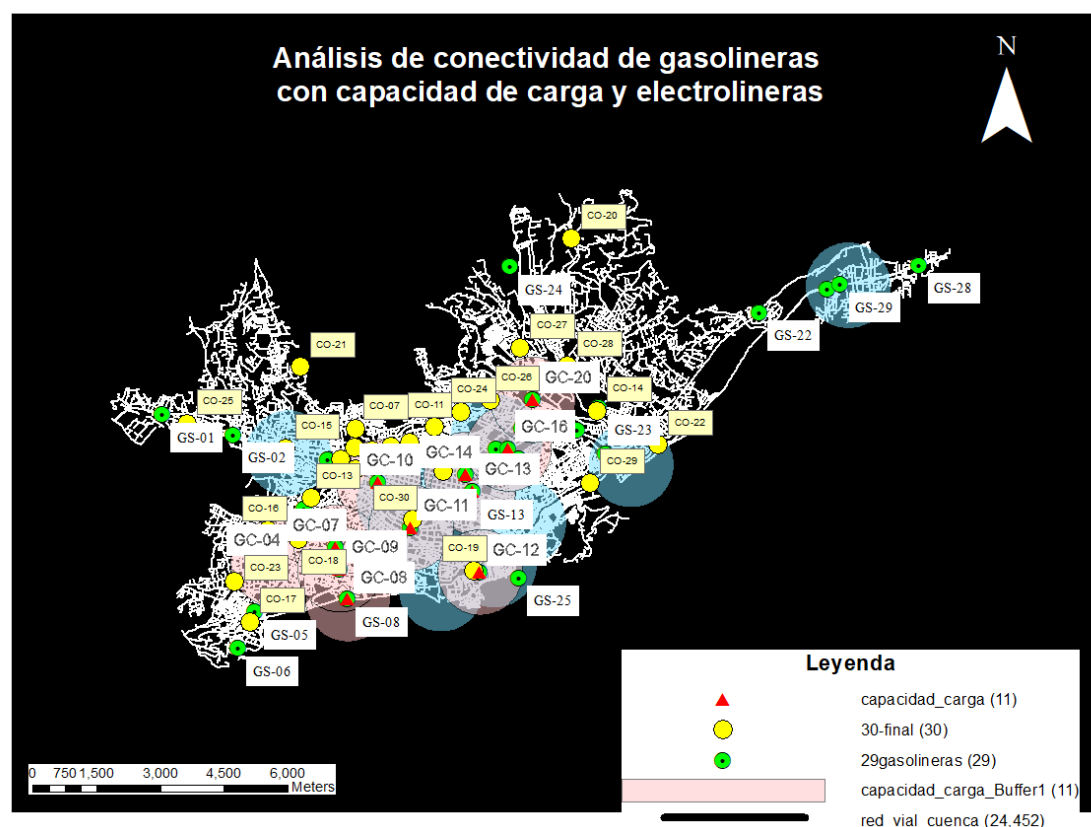
Gasolineras con capacidad para convertirse en electrolineras

Id	longitud	latitud	Nº Puntos
GC-04	-79.0364413	-2.91313153	3
GC-07	-79.0230406	-2.90990067	2
GC-20	-78.9814426	-2.87861191	2

Fuente: Propia

Para el análisis final de ubicación de electrolineras, se consideran los 30 puntos con mayor conectividad y cobertura dentro de la ciudad como se observa en Figura 68. Además, se incorporó un radio de 1 km alrededor de las electrolineras existentes y de las gasolineras con capacidad eléctrica, lo que permitió identificar los puntos estratégicos que se presentan en la Tabla 8.

Figura 68 Análisis de conectividad con gasolineras con capacidad de carga y electrolineras



Fuente: Fuente propia

Tabla 8
Ubicaciones optimas de electrolineras a largo plazo

Id	longitud	latitud
CO-02	-79.022129	-2.891385
CO-04	-79.0075	-2.887806
CO-07	-79.019009	-2.884827
CO-08	-79.024859	-2.894503
CO-11	-79.002356	-2.884483
CO-13	-79.028399	-2.899474
CO-14	-78.967858	-2.881069
CO-17	-79.041283	-2.925711
CO-20	-78.973238	-2.844529

CO-21	-79.030631	-2.871757
CO-23	-79.044673	-2.9171
CO-25	-79.054675	-2.88379
CO-27	-78.984056	-2.867691
CO-28	-78.974073	-2.871562
CO-29	-78.969232	-2.896402

Fuente: Propia

Conclusiones

Las ventajas de la electromovilidad son tanto ambientales como económicos. Aunque el costo inicial de adquisición de un vehículo eléctrico suele ser superior al de un vehículo a combustión interna, su conveniencia radica en los menores costos de adquisición de un vehículo eléctrico suele ser superior al de un vehículo a combustión interna, su conveniencia radica en los menores costos de mantenimiento y operación a largo plazo, lo que lo convierte en una alternativa más eficiente y sostenible en el tiempo.

La movilidad en Cuenca está marcada por una alta concentración de actividades productivas, comerciales y de servicios en sectores específicos como El Ejido, el centro histórico, Yanuncay y El Batán, lo que genera una intensa demanda de desplazamientos. Esta centralización se encuentra en zonas de mercados y centros de salud, que también reciben afluencia de cantones cercanos. La ciudad registra alrededor de 600000 viajes diarios, de los cuales el 69% se realiza en medios motorizados, reflejando una fuerte dependencia del vehicular particular y del transporte público. Las zonas periféricas presentan menor carga vehicular particular, mientras que el centro concentra la mayoría de viajes.

Uno de los factores clave en ese análisis fue la cobertura territorial, ya que para promover efectivamente la electromovilidad es fundamental garantizar que cada zona de la ciudad cuente con un nivel adecuado de abastecimiento y acceso a infraestructura de carga.

El análisis de gasolineras indicó que la mayoría se encuentran bien ubicadas, con excepción de las estaciones GS-08, GS-09 y GS-29. Sin embargo, debido a su ubicación estratégica en términos de cobertura y acceso a la ciudad son importantes.

El análisis de distribución y accesibilidad de las 13 electrolineras se evidenció que, si bien no todas las electrolineras actuales se encuentran ubicadas en zonas óptimas, existen oportunidades estratégicas en corto plazo. La electrolinera EL-08 se perfila como la mejor

opción para una intervención inmediata gracias a su alta accesibilidad y espacio disponible. Asimismo, se identificó que el conector más común en todas las electrolíneas es el “Mennekes” también conocido como “Tipo 2”. Por otro lado, la electrolínea EL-04 tiene la mejor infraestructura con un total de 16 conectores distribuidos en carga rápida y lenta, adicionalmente presenta varios tipos de conectores.

Después del estudio realizado de las 11 gasolineras con capacidad eléctrica, se descartaron 8 por tener electrolíneas cerca y por la falta de conectividad, quedando 3 opciones viables para implementación a mediano plazo.

Para finalizar la integración de criterios de conectividad, cobertura territorial y proximidad a infraestructuras existentes permitió identificar de manera estratégica los puntos con mayor potencial para la implementación de nuevas electrolíneas en Cuenca. Al considerar tanto las electrolíneas actuales como las gasolineras con capacidad eléctrica dentro de un radio de 1 km, se optimizó la cobertura y se redujo la redundancia en la cobertura y se priorizó la eficiencia en la planificación. En este sentido, se concluye que, en lugar de desarrollar nuevas infraestructuras desde cero, resulta más conveniente fortalecer las estaciones existentes mediante la incorporación de mayor número y variedad de conectores. Esta estrategia optimiza recursos, mejora capacidad de atención de la demanda creciente de vehículos eléctricos y promueve una expansión más sostenible del sistema de carga en la ciudad.

Recomendaciones

Dado que la ciudad de Cuenca se encuentra en una fase temprana en cuanto a la adopción de la electromovilidad, es fundamental establecer lineamientos estratégicos que orienten un desarrollo ordenado y eficiente de la infraestructura de carga. Una de las recomendaciones clave es la estandarización de los conectores en las electrolíneas públicas, de forma que se garantice la compatibilidad con la mayor cantidad posible de vehículos eléctricos. Esta medida facilitará la interoperabilidad, mejorará la experiencia del usuario y permitirá optimizar los procesos de mantenimiento, además de alinear a la ciudad con buenas prácticas internacionales.

Debido al tiempo de espera necesario para la carga de los vehículos eléctricos, se recomienda que estas estaciones se sitúen en zonas que cuenten con servicios complementarios como centros comerciales, restaurantes, parques, supermercados y

edificios públicos. Esto no solo mejora la comodidad y satisfacción de los usuarios durante el tiempo de carga, sino que también puede incentivar un mayor uso de la infraestructura, generando un impacto positivo en la aceptación y adopción de esta tecnología.

Paralelamente, se recomienda implementar campañas de información y concienciación ciudadana que promuevan el uso de vehículos eléctricos. Estas campañas deben centrarse en divulgar los beneficios ambientales, como la reducción de emisiones contaminantes y ruido, así como los beneficios económicos a largo plazo, como el menor costo por kilómetro recorrido y bajo mantenimiento de estos vehículos.

Finalmente se sugiere priorizar el uso de infraestructuras existentes, como centros comerciales, parqueaderos, hoteles, etc. Esta estrategia permite reducir costos iniciales de instalación, facilitar la conexión a redes eléctricas ya establecidas y acelerar el despliegue de la red de carga.

Bibliografía

AEDE. (2024). *ASOCIACIÓN DE EMPRESA AUTOMOTRICES DEL ECUADOR*.
Obtenido de <https://www.aeade.net/>

Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE). (2024). *Anuario estadístico del sector automotor ecuatoriano 2024*. Obtenido de https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2025/03/AEADE-ANUARIO-2024_digital.pdf

Automekano. (2025). *Dongfenf Seres 3*. Obtenido de <https://www.automekano.com/dfsk/electrico/seres-3/>

Banco interamericano. (2021). *Estrategia Nacional de Electromovilidad para Ecuador*.
Banco interamericano.

Banco ProCredit Ecuador. (julio de 2024). *Tasas de interés y tarifas por servicios financieros – Julio 2024*. Obtenido de https://bancoprocredit.com.ec/wp-content/uploads/2024/07/tasas-de-interes-y-tarifas-por-servicios_Julio.pdf

Bank of America. (2025). *Financiamiento de automóviles*.

BBVA. (2024). *¿Qué es el valor residual de un coche?* Obtenido de <https://www.bbva.es/finanzas-vistazo/ef/finanzas-personales/valor-residual-coche.html>

Beltrán, J. (24 de febrero de 2023). *El proximo alcalde de Cuenca deberá lidiar con el caos vehicular y la inseguridad* . Obtenido de Primicias : <https://www.primicias.ec/noticias/seccionales-2023/retos-proximo-alcalde-cuenca>

Bosch. (2025). Obtenido de Bateria Bosch: <https://www.boschaftermarket.com/es/es/novedades/ultimas-noticias/bater%C3%ADas-bosch>

BYD. (2025). *Seagull*. Obtenido de <https://bydauto.ec/project/seagull/>

BYD. (2025). *Yuan Pro EV*. Obtenido de <https://bydauto.ec/project/yuan-pro-ev/>

Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana. (2023). *Boletín Parque Automotor Circulante* .

- Cano, D., Picó, M., & Dimuro, G. (2019). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible como marco para la acción y la intervención social y ambiental. *Revista de Ciencias de Administración y Economía* .
- CENTROSUR. (19 de abril de 2022). *Cuenca cuenta con su primera estación de carga para vehículos eléctricos*. Obtenido de <https://www.centrosur.gob.ec/cuenca-cuenta-con-su-primera-estacion-de-carga-para-vehiculos-electricos>
- CEPAL. (s.f.). *Acerca del desarrollo sostenible*. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/pagina/acerca-desarrollo-sostenible>
- Cepeda, S., Garzón, C., Guasumba, J., & Oramas, D. (2022). Descripción de las características de los diferentes tipos de baterías utilizadas en . *Polo del Conocimiento*.
- Confederación de empresarios de Cuenca . (06 de marzo de 2025). *CONVECU muestra una cifra de matriculaciones similar a la del año pasado, aunque con cambios sustanciales* . Obtenido de Confederación de empresarios de Cuenca : https://www.ceoecuenca.es/portal/lang__es/rowid__2068896,60127/dTabID__1/rowid1__816395,60251/asociacion__CONVECU/tabid__25117/default.aspx
- Cueva, E., Lucero, J., Guzman, A., Rocha, J., & Espinoza, L. (2018). *Revisión del estado* . SciELO Analytics .
- Daza, E., Artacker, T., & Lizano, R. (2020). *Cambio climático, biodiversidad y sistemas agroalimentarios*. Cuenca: Editorial Universitaria Abya-Yala.
- Díez, P. (2019). *Principios Básicos del vehículos eléctrico*. Tesis de grado, Universidad de Valladolid , Valladolid. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/36790/TFG-I-1128.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ecuenca. (2023). *Plan de electromovilidad de Cuenca*. Cuenca: CITIES FORUM .
- ecuenca. (2023). *Plan de electromovilidad de Cuenca*. Cuenca: CITIES FORUM .
- El comercio. (09 de julio de 2015). *Los vehículos eléctricos abaratan ciertos costos*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/vehiculos-electricos-beneficios-costo-gasolina-baterias>

- El Comercio. (2024). *BYD presenta el Yuan Pro, un SUV 100% eléctrico*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/empresariales/byd-presenta-yuan-pro-suv-electrico>.
- El Comercio. (junio de 2024). *Las ventas de vehículos ensamblados en Ecuador cayeron*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/ventas-vehiculos-ensamblados-ecuador-cayeron.html>
- El Comercio. (11 de abril de 2025). *Gasolinas extra y ecopaís tendrán nuevo precio desde el 12 de abril en Ecuador*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/gasolinas-extra-ecopais-nuevo-precio-12-abril-ecuador>.
- El Telégrafo. (25 de noviembre de 2019). *Cuenca inauguró la primera electrolinera* . Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/cuenca-inauguro-la-primera-electrolinera>
- El UNIVERSO. (1 de octubre de 2024). *¿Dónde están los puntos de carga (electrolineras) para carros electrificados y por qué impulsar una movilidad eléctrica en Ecuador?* Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/informes/cuanto-y-donde-están-los-puntos-de-carga-electrolineras-para-carros-electrificados-y-por-que-impulsar-una-movilidad-electrica-en-ecuador-nota>
- Flores, E. (2013). *LA ORDENACIÓN DE LA RED VIAL DEL CANTÓN CUENCA*. TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGISTER EN ORDENACIÓN TERRITORIAL, UNIVERSIDAD DE CUENCA, FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO, Cuenca. Recuperado el 4 de Mayo de 2025, de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/7dc0691a-50bc-4d08-a1b1-3dd0f6da7849>
- Hawker Energy Products Inc. (2021). *Qué es una batería?*
- Hernán Andrade, C. A. (2017). Emisión de gases de efecto invernadero por el uso de combustibles fósiles en Ibagué. Tolima (Colombia). *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*. , 105-106.
- Hernández, L. (29 de agosto de 2021). *Decisión importante: Comprar un carro* . Obtenido de Tus Finanzas : <https://tusfinanzas.ec/decision-importante-comprar-un-carro>

- Idoneo. (26 de abril de 2022). *¿Qué es el TCO y cómo afecta a la gestión de flotas?*
Obtenido de <https://idoneo.es/guias/gestion-flotas/tco#>
- Instituto nacional de estadísticas y censos . (2024). *Estadísticas de transporte (ESTRA), Vehículos matriculados, 2023*. Cuenca .
- Instituto Nacional de estadísticas y censos . (2023). *Instituto nacional de estadísticas y censos* . Obtenido de Vehículos matriculado :
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/vehiculos-matriculados/>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (08 de 2024). *Anuario de Estadísticas de Transporte-2023*. Obtenido de
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/ESTRA/2023/2023_BOLETIN_ESTRA.pdf
- Kamel, G. (16 de julio de 2024). *Car depreciation: How much is your car worth?*
Obtenido de Ramsey: https://www.ramseysolutions.com/saving/car-depreciation?srltid=AfmBOoo1ogGmx6R1U22sl310WHvA_30h9TeKt7hmLB0plyqWPKxZWlva&utm
- KIA. (2021). *EV6*. Obtenido de
<https://www.kia.com/ec/showroom/ev6/features.html?msocid=2ea317df76bc6fc31736071277036e54>
- La nación. (2025). *Crecimiento de vehículos electromovidos en Ecuador: Avances y desafíos en 2024*. Obtenido de <https://lanacion.com.ec/crecimiento-de-vehiculos-electromovidos-en-ecuador-avances-y-desafios-en-2024/>
- Leapmotor Ecuador. (2025). *Muévete inteligente con el Leapmotor T03*. Obtenido de <https://www.leapmotor.ec/t03>
- León, E., & Quituisaca, D. (2019). *Estudio de la ubicación y dimensionamiento de electrolíneas en la ciudad de Cuenca* . Tesis grado , Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca , Cuenca . Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17323/1/UPS-CT008270.pdf>
- Lorente, M. (17 de mayo de 2021). *Carwow*. Obtenido de <https://www.carwow.es/blog/tipos-baterias-coches-electricos>

- Mantilla, A. P. (2010). *Combustibles fósiles; análisis, impactos y alternativas, estudio para caso Colombiano* . Tesis doctoral, Universidad industrial de Santander. Obtenido de https://www.academia.edu/32942946/COMBUSTIBLES_F%C3%93SILES_AN%C3%81LISIS_IMPACTOS_Y_ALTERNATIVAS_ESTUDIO_PARA_EL_CASO_COLOMBIANO
- Ministerio de Energía y Minas . (2023). *Balance Energetico Nacional- BEN 2023*. Obtenido de Balance Energetico Nacional- BEN 2023: https://www.rekursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2024/08/BEN_2023-cap_1.pdf
- Ministerio de obras públicas y Banco Interamericano. (2021). *Estrategia Nacional de Electromovilidad* .
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2023). *Política Nacional de Movilidad Urbana Sostenible del Ecuador* . Obtenido de Política Nacional de Movilidad Urbana Sostenible del Ecuador : <https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/10/Politica-Nacional-de-Movilidad-Urbana-Sostenible-del-Ecuador-2023.pdf>
- Ministerio del ambiente, Agua y Transición ecológica. (26 de Julio de 2016). *Ecuador suscribe Acuerdo de París sobre cambio climático*. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-suscribe-acuerdo-de-paris-sobre-cambio-climatico/>
- Ministerio de Energía y minas. (2018). *Ministerio de Energía y minas*. Obtenido de <https://www.rekursosyenergia.gob.ec/>
- Molina, M., Sarukhán, J., & Carabias, J. (2017). *El cambio climático*. Ciudad de México: Fondo de Cultura económica.
- Morocho, W., Barragán, A., Zalamea, E., Ochoa, D., Terrados, J., & Serrano, X. (2024). Identifying locations for electric vehicle charging stations in urban areas. *Energy Reports*. Recuperado el 8 de Mayo de 2025, de <file:///D:/pauem/Documents/UDA/9no%20ciclo/TESIS/Morocho-Chicaiza%20et%20al.%20-%202024%20->

%20Identifying%20locations%20for%20electric%20vehicle%20chargin%20(2).pdf

Municipalidad de Cuenca. (2015). *Plan de movilidad y espacios públicos*. Cuenca.

Naciones Unidas. (2015). *Acuerdo de París*. París.

Naciones Unidas. (2023). *Cambio climático*. Obtenido de <https://news.un.org/es/story/2023/11/1525997>

netauto. (2025). *NETA V*. Obtenido de <https://netauto.com.ec/neta-v/>

Nichols, D. (10 de 2024). *Cómo funcionan las baterías para vehículos eléctricos*. Obtenido de <https://www.greencars.com/es-us/greencars-101/como-funcionan-las-baterias-para-vehiculos-electricos>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. (2019). *Objetivo de Desarrollo Sostenible*.

PatioTuerca. (16 de abril de 2024). *Los 5 autos mas vendidos en Ecuador en 2024* . Obtenido de PatioTuerca: <https://ecuador.patiotuerca.com/blog/los-5-autos-mas-vendidos-en-ecuador-en-2024>

Peña, C. (2016). *ESTUDIO DE BATERÍAS PARA VEHÍCULOS*. Trabajo especial de grado . Recuperado el 14 de 03 de 2025

Perez, A. (2024). *Efecto de los incentivos fiscales en la importación de vehículos electrificados en Ecuador* . tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil . Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/13689230-e019-4ac3-9d4b-976d592e095c/T-114787%20ADMI-1101-PEREZ%20LOPEZ.pdf>

Pérez, C. (2019). *PRINCIPIOS BÁSICOS DEL VEHÍCULO*. Tesis para grado, UNIVERSIDAD DE VALLADOLID , VALLADOLID. Recuperado el 17 de 03 de 2025, de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/36790/TFG-I-1128.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Primicias . (02 de Noviembre de 2023). *Diversa y con retos por delante, así luce Cuenca a sus 203 años de independencia* . *Primicias* .

- RACE. (28 de marzo de 2023). *¿Cuánto cuesta cargar un coche eléctrico?* Obtenido de <https://www.race.es/cuanta-energia-consume-coche-electrico>
- Raisin. (2024). *Interés simple y compuesto: características y diferencias*. Obtenido de <https://www.raisin.es/educacion-financiera/diferencias-interes-simple-compuesto/>
- Renault Ecuador . (2023). *Ventajas de los autos Renault E-Tech 100 % eléctricos*. Obtenido de Renault Ecuador: <https://www.renault.ec/e-tech/advantages-e-tech-electric.html>
- Sánchez, C. (26 de enero de 2020). *El Mercurio Diario independiente del austro*. Obtenido de Plan de movilidad sostenible: <https://elmercurio.com.ec/2020/01/26/plan-de-movilidad-sostenible>
- Sánchez, J. (2021). *Modelado de sistemas de gestión térmica en baterías para vehículos* . Trabajo especial de grado, Universitat Politècnica de València. Recuperado el 14 de 03 de 2025
- Santiago, G. (2021). *El futuro de los coches de hidrógeno*. Trabajo de fin de grado, GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS , Madrid. Recuperado el 17 de 03 de 2025, de file:///D:/pauem/Downloads/TFG-SantiagoGarciaPrieto2-.pdf
- The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). *Cambio Climático*. Obtenido de <https://www.ipcc.ch/>
- Torres, J. (2015). *Estudio de viabilidad en la implementación de vehículos eléctricos en la ciudad de Cuenca*. Tesis de grado , Universidad Politécnica Salesiana , Cuenca . Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8050/1/UPS-CT004893.pdf>
- Triana, E. (2027). *Baterías de tracción para vehículos eléctricos*. Trabajo , Valladolid. Recuperado el 14 de 3 de 2025
- Universidad Politécnica Salesiana. (2017). *Universidad Politécnica Salesiana*.
- Valdivieso, R. (2022). *Reflexiones sobre la gestión de suelo para la implementación de vivienda accesible en Cuenca*. Tesis de grado , Universidad del Azuay , Cuenca . Obtenido de <https://revistas.uazuay.edu.ec/html/revistas/DAYA/13/articulo1/uazuay.reflexio>

nes_sobre_la_gestion_de_suelo_para_la_implementacion_de_vivienda_accesibl
e_en_cuenca.html