



**Facultad de Ciencias Técnicas
Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz**

Trabajo de Integración Curricular

**Artículo Investigación para la obtención del Título de Ingeniera en Mecánica
Automotriz**

**ESTUDIO DE IMPLEMENTACIÓN DE ELECTROLINERAS EN PUNTOS
ESTRATÉGICOS A NIVEL NACIONAL INCLUYENDO GALÁPAGOS**

**Christian Andrés Anda Suarez
Mateo Martin San Andrés Coello**

Director: Fabricio Corrales

Quito, Julio 2021

CERTIFICACIÓN

Nosotros, Christian Andrés Anda Suárez, Mateo Martin San Andrés declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



Christian Andrés Anda Suárez



Mateo Martin San Andrés

Yo, Luis Fabricio Corrales Zurita, certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Firma

Luis Fabricio Corrales Zurita

Dedicatoria

Este trabajo de investigación se lo dedico de manera muy especial a mis padres que siempre me han apoyado para cumplir mis metas y convertirme en un excelente profesional, gracias a sus palabras, consejos y aliento para nunca darme por vencido, además, se lo dedico a mi abuelito Julio, con quien siempre tuve una conexión muy especial, siempre estuvo conmigo, cuidándome e impulsándome a dar lo mejor de mí siempre.

También, con mucho cariño, se lo dedico a todos mis familiares que han estado siempre presentes para brindarme su apoyo y consejos, mismos que me han permitido seguir el camino correcto durante todo mi trayecto de formación profesional.

Agradecimiento

En primer lugar quiero agradecerle a Dios quien me ha cuidado durante esta gran etapa de mi vida, a mis padres que siempre han sido mi apoyo para continuar mis estudios y hacerlos de la mejor manera, siempre brindándome los mejores consejos y compartiéndome su sabiduría, quiero agradecer también a mis hermanos que siempre me han apoyado durante este trayecto para formarme como un gran profesional y persona de bien, además, quiero agradecer a mis abuelos que siempre me brindaron su amor y comprensión, sus palabras que siempre me han hecho pensar que todos los obstáculos de la vida pueden ser superados, por ultimo quiero agradecer al Ing. Fabricio Corrales, quien gracias a su experiencia, profesionalismo y conocimientos nos ha guiado de la mejor manera para culminar nuestro artículo de investigación de la mejor manera.

Dedicatoria

Este artículo de investigación está dedicado a las dos mujeres que marcaron la persona y el profesional que soy el día de hoy, mi mamá y mi abuelita sin todas sus enseñanzas, guía y consejos nada de esto sería posible, a su vez dedico este trabajo a mi familia que me dio un respaldo gigantesco al momento de realizar mis estudios, de muchas maneras entre ellas sus muestras de afecto y confianza hacia mí.

Agradecimiento

Mi principal agradecimiento es para mi mamá que con su trabajo esfuerzo y apoyo diario logré llegar a esta etapa de mi carrera, gracias por su apoyo emocional y siempre motivarme a dar lo mejor de mí y jamás rendirme y luchar por mis sueños, gracias por mostrarme que ninguna meta es inalcanzable y por siempre haber creído en mí, por apoyarme en los momentos más difíciles y siempre estar para mí cuando más lo necesite, igual agradecer a mi familia por apoyarme en estas diferentes etapas de mi vida y mostrarme todo su apoyo y confianza. Por último, agradecer a mi compañero Christian, por haber estado durante toda esta etapa estudiantil desde el colegio, gracias a su apoyo es que hoy somos profesionales, sin el apoyo de todos esto no hubiese sido posible, muchas gracias.

Tabla de contenido

CERTIFICACIÓN	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	4
Dedicatoria	5
Agradecimiento	5
RESUMEN	7
INTRODUCCIÓN	7
INTRODUCCIÓN	8
MARCO TEÓRICO	9
MATERIALES Y MÉTODOS	12
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
Conclusiones	20
Referencias	21
Anexos	23

ESTUDIO DE IMPLEMENTACION DE ELECTROLINERAS EN PUNTOS ESTRATEGICOS A NIVEL NACIONAL INCLUYENDO GALAPAGOS

Ing. Fabricio Corrales, Christian Anda, Mateo San Andrés

Ingeniería Automotriz -Universidad Internacional del Ecuador, lucorraleszu@uide.edu.ec,

2 Ingeniería Automotriz -Universidad Internacional del Ecuador, chandasu@uide.edu.ec

3 Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, maandresco@uide.edu.ec,

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. – Los vehículos eléctricos están entrando al mercado ecuatoriano como una gran ayuda para contrarrestar la contaminación ambiental, sin embargo, el Ecuador al ser un país en vías de desarrollo no posee una buena infraestructura para la implementación adecuada de la movilidad eléctrica la cual promueva la movilidad eléctrica, por lo que surge la necesidad de crear un plan de estudio de electrolineras en puntos estratégicos a nivel nacional, para poder permitir viajes de largas distancias con vehículos eléctricos, fomentando la implementación de los mismos. El principal problema que existe es la escasez de puntos de carga a lo largo del territorio ecuatoriano. Por este motivo, el presente estudio busca analizar los puntos estratégicos donde sería recomendable la implementación de una electrolinera.

METODOLOGÍA. – DIH RESULTADOS Y DISCUSIÓN. - Los resultados obtenidos nos indican que las electrolineras deben ser ubicadas en un rango de 200 kilómetros y localizadas en las principales vías que componen la red vial nacional. En el mercado ecuatoriano existen vehículos que no tienen las condiciones necesarias para realizar viajes extensos, debido a su baja autonomía e inexistencia de electrolineras en puntos claves.

Palabras claves: Electrolinera, Cargadores, Autonomía, Vías Principales.

ABSTRACT

INTRODUCTION. – Electric vehicles are entering the Ecuadorian market as a great help to counteract environmental pollution, however, Ecuador, being a developing country, does not have a good infrastructure for the adequate implementation of electric mobility which promotes mobility electricity, so there is a need to create a study plan for charging stations at strategic points nationwide, in order to allow long-distance trips with electric vehicles, promoting their implementation. The main problem that exists is the shortage of charging points throughout the Ecuadorian territory. For this reason, this study seeks to analyze the strategic points where the implementation of a charging station would be recommended.

METHODOLOGY. – The study carried out is based mainly on the experimental methodology, this type of methodology consists in that based on what has already been stated, it supposes a prediction of the next event or result, in case there is any change, it is made based on the How? And the why?

RESULTS AND DISCUSSION. - The results obtained indicate that the charging stations should be located within a range of 200 kilometers and located on the main roads that make up the national road network. In the Ecuadorian market, there are vehicles that do not have the necessary conditions to carry out long trips, due to their low autonomy and the lack of charging stations at key points.

Keywords: Charging Station, chargers, autonomy, main roads.

INTRODUCCIÓN

Actualmente dentro del territorio ecuatoriano si una persona desea adquirir un vehículo eléctrico se ve limitado debido a que no se puede realizar viajes de larga distancia porque no existen electrolinerías a lo largo de nuestras principales vías, esto implicaría que no pudiesen culminar su recorrido con éxito debido a la inexistencia de puntos de recarga. El Ecuador al ser un país en vías de desarrollo no posee una buena infraestructura para la implementación adecuada de la movilidad eléctrica por lo cual se necesita de planes necesarios para facilitar y promover el uso de vehículos eléctricos.

La presente investigación, busca en primera instancia analizar la cantidad de vehículos eléctricos que se comercializan a nivel nacional, en segunda instancia se determinará las distancias de las vías principales donde circulan la mayor cantidad de automotores, en base a estos dos puntos se analizará la ubicación de las electrolinerías para poder garantizar una movilidad eléctrica viable.

Los vehículos eléctricos son presentados al mundo como una gran alternativa para movilizarnos, ya que ayudarán al cuidado del medio ambiente, mejorando la calidad del aire y la calidad de vida de las futuras generaciones.

En nuestro país, en los últimos años se ha evidenciado un ligero aumento en vehículos eléctricos y en la infraestructura necesaria para permitir una buena movilidad de estos, sin embargo, no ha sido suficiente, ya que esto está limitado a ciudades grandes y a trayectos pequeños dentro de las mismas.

Para tener una referencia, en la ciudad de Quito existen alrededor de quince electrolinerías, las cuales no son capaces de abastecer a la movilidad eléctrica en esta ciudad, tomando como referencia este punto, nuestro estudio plantea la implementación de estaciones de carga en las principales vías que conectan al Ecuador.

Los vehículos eléctricos son la principal alternativa de movilización en un futuro no muy lejano, se podrá ver este tipo de automotores realizando cualquier tipo de trabajo, sabiendo que habrá una importante reducción en la contaminación ambiental. Entre los meses de enero a mayo del presente año se han comercializado 128 vehículos eléctricos, presentando un incremento del 18% comparado al año 2021 en ventas de este tipo de automotores, poniendo en comparación la tendencia, en el año 2021 se vendieron 348 autos eléctricos, en el año 2020 se comercializaron 105 vehículos eléctricos y en el 2019 se vendieron 103 automotores de este tipo. Estos números marcan una tendencia alcista en todos los aspectos, por lo que se debe implementar facilidades de movilización eléctrica.

Debido a la preocupación existente por el lento avance de la implementación de la movilidad eléctrica en países en vías de desarrollo, entre los cuales se encuentra el Ecuador, se decidió realizar un plan para implementar electrolinerías en puntos estratégicos a nivel nacional los cuales permitan que el mercado automotor de vehículos eléctricos aumente y que este ayude de esta manera al país a surgir en temas de nuevas energías.

Para implementar las electrolinerías, se debe tomar en cuenta las diferentes normativas técnicas necesarias para la construcción de las electrolinerías de manera que sean seguras tanto para los vehículos, personas y como para el ambiente en el que sea implementada.

Al momento de construir una electrolinera, se deben tomar en cuenta distintos parámetros necesarios para el correcto funcionamiento de la misma, al tener definidos todos los parámetros será menos complejo trabajar en la construcción de la electrolinera y al mismo tiempo se evitan contratiempos y desfases en el tiempo y presupuesto.

La implementación de electrolineras a nivel nacional requiere de una gran logística que permita implementar de manera efectiva las diferentes electrolineras necesarias, en el presente estudio se realizará una segmentación de la implementación de electrolineras en la red vial nacional.

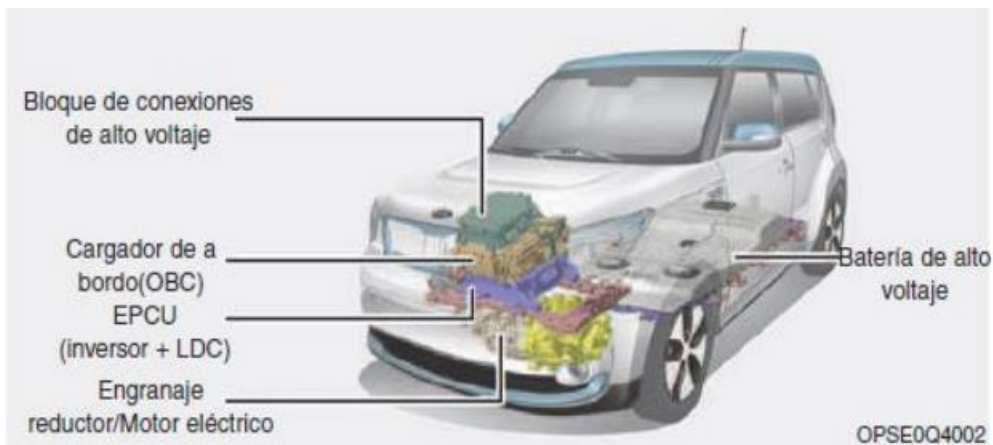
Una vez realizado el estudio correspondiente en la red vial nacional, este se puede replicar en los diferentes puntos estratégicos a nivel nacional, necesarios para la implementación de la movilidad eléctrica en el Ecuador.

MARCO TEÓRICO

Un vehículo eléctrico es aquel cuyo movimiento es producido por un motor que funciona eléctricamente. Asimismo, se define como un medio de transporte que emplea energía química concentrada en baterías recargables, siendo necesario que mientras el automotor no se encuentre en movimiento, sean recargadas mediante una conexión a la red eléctrica, necesitando obligatoriamente de la infraestructura adecuada.

Figura 1.

Esquema del vehículo eléctrico.



Fuente. Duque, Rocano UPS de Cuenca.

Una electrolinera es una estación de recarga eléctrica donde se abastece una alimentación de energía eléctrica para la ejecución de una recarga rápida de las baterías de automotores tanto híbrido enchufables y eléctricos.

Las electrolineras son de principal importancia para la implementación de la movilidad eléctrica en el Ecuador, ya que de estas depende la viabilidad de la implementación de los vehículos eléctricos en la red de movilidad nacional.

Las electrolineras ubicadas en puntos estratégicos a nivel nacional permitirían realizar viajes de larga distancia fomentando de esa manera el uso de vehículos eléctricos.

Hoy en día no existen normativas determinadas a nivel nacional para la implementación de electrolineras, por lo que los elementos necesarios para la implementación de esta deben cumplir con las normativas internacionales IEC y EN que se detallan a continuación:

Tabla 1.

Normativas necesitadas para la construcción de electrolineras.

Normativa	Descripción
EN 50438:2013	Requisitos para la conexión de micro generadores en paralelo con redes generales de distribución en baja tensión.
IEC 61851-1:2010	Sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos, norma aplicada para cargar vehículos de carretera a tensiones de alimentación de corriente alterna de hasta 1000v,
IEC 61851-22:2001	Sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos.
ITC-BT-18	Instalaciones de puesta a tierra de los componentes.
ITC-BT_23	Protecciones al momento de instalaciones

Fuente. Estudio de la ubicación y dimensionamiento de electrolineras en la ciudad de Cuenca.

Al momento de implementar una electrolinera se debe definir los parámetros que se incluyen en una estación de carga, una estación de carga denomina un conjunto de componentes y equipos los cuales están utilizados para suministrar corriente continua o corriente alterna al vehículo eléctrico, ésta se conectará mediante las tomas de corriente hacia la alimentación del vehículo.

El sistema de alimentación del vehículo consta de equipos tales como conductores de fase, neutro, tierra para protección acoplamiento necesarios del vehículo eléctrico, clavijas de sujeción, enchufes, salida de potencia, todo esto instalado con el propósito de aportar la energía necesaria desde la estación de carga hacia el vehículo.

Existen dos tipos de cargadores, el cargador dedicado que no está a bordo y el cargador que está a bordo; el cargador que no está a bordo se conecta directamente a la toma de corriente alterna y éste está diseñado para operar fuera del vehículo, la función de este tipo de cargador es suministrar corriente continua al vehículo eléctrico, mientras que el cargador dedicado que está a bordo se utiliza con algunos tipos específicos de vehículos eléctricos y éste tiene el fin de realizar la comunicación y control de carga del vehículo eléctrico.

Así también, se puede encontrar dos tipos de estaciones de carga las cuales se diferencian por suministrar corriente continua o corriente alterna, cada uno de estos cargadores tiene la función de contener todos los componentes y equipos necesarios para suministrar tanto la corriente alterna, como la corriente continua al vehículo, estos componentes están instalados en materiales envolventes los cuales poseen funciones de control especiales.

Uno de los principales factores que diferencian a las electrolineras son sus tipos de recarga de los cuales se pueden dividir en 3; la recarga lenta, la recarga semi rápida, y la recarga rápida.

La recarga lenta utiliza un nivel de voltaje convencional que se encuentra en algunos domicilios manejando un promedio de 240 voltios y 16 amperios lo cual nos entregaría una

potencia aproximada de 3.8 kilovatios, el tiempo aproximado de carga con este tipo de corriente es de 8 horas.

La recarga semi rápida utiliza un nivel de voltaje de 240 voltios en corriente alterna y 32 amperios de corriente lo cual nos entrega una potencia de 7.7 kilovatios, a este nivel de potencia se ha determinado que el tiempo de carga del vehículo se dará en 4 horas. [9]

Por su parte, la recarga rápida utiliza el nivel de corriente mucho más amplia manejando un alrededor de 400 amperios que nos entregaría 50 kilovatios de potencia, con este nivel de potencia se puede cargar la batería del vehículo en un 60% en un tiempo de 15 minutos, sin embargo, este tipo de carga al utilizar una potencia extremadamente amplia para la carga necesita de adecuaciones especiales en las redes eléctricas que se encuentren en el Punto de carga.

Según la AEADE actualmente en el Ecuador existen 2772179 vehículos en total de todas las provincias existentes en el país. La siguiente tabla tiene como información el incremento de vehículos desde al año 2019 al año 2021 por cada provincia del Ecuador.

Tabla 2.

Incremento de vehículos y motos matriculados por año y el porcentaje representado.

Vehículos y motos matriculados por año				
Provincias	Incremento de vehículos año 2019	Incremento de vehículos año 2020	Incremento de vehículos año 2021	Porcentaje que representa del mercado
Azuay	183301	188903	195450	7.05%
Bolívar	14187	14168	13961	0.50%
Cañar	36214	36543	36666	1.32%
Carchi	22056	22137	21740	0.78%
Chimborazo	58194	70087	71885	2.59%
Cotopaxi	56522	57216	57308	2.07%
El Oro	59365	71516	73519	2.65%
Esmeraldas	28338	26899	27239	0.98%
Galápagos	652	652	649	0.02%
Guayas	670523	896690	724385	26.13%
Imbabura	78262	80567	83064	3.00%
Loja	80443	62075	64082	2.31%
Los Ríos	58980	57693	57492	2.07%
Manabí	120185	123545	126547	4.56%
Morona Santiago	5093	5105	5559	0.20%
Napo	4809	4941	5055	0.18%

Orellana	9613	9759	9935	0.36%
Pastaza	9008	9304	9217	0.33%
Pichincha	881375	912843	951398	34.32%
Santa Elena	4925	5152	4916	0.18%
Santo Domingo	45528	51637	54036	1.95%
Sucumbíos	8954	9100	9427	0.34%
Tungurahua	151962	157728	164588	5.94%
Zamora Chinchipe	3682	3992	4061	0.15%
Total	2592171	2878252	2772179	100.00%

Fuente. San Andrés, Anda.

La provincia con más cantidad de vehículos es Pichincha con 951398 automotores, mientras que la provincia con menor cantidad de parque automotor es Galápagos, con tan solo 652 vehículos.

Estos datos nos indican como se distribuye el mercado automotor actualmente y un panorama de cómo se distribuirán los vehículos eléctricos en un futuro de acuerdo con cada provincia, para poder generar planes de implementación dentro de cada una de estas, para de esta manera poder cumplir con la infraestructura adecuada para la electromovilidad.

Según un estudio realizado por la UPS de Cuenca el modelo matemático que nos permite calcular la autonomía restante de un vehículo eléctrico depende de dos variables que son la autonomía declarada del vehículo y el porcentaje en el cual se encuentra la batería al momento de realizar el cálculo, un factor importante para realizar este cálculo y que posea más exactitud es que el porcentaje de batería sea mayor al 20%.

$$Autonomía\ Teórica = \left[\frac{SOC(\%) * Autonomía\ Vacío}{100} \right]$$

$$Autonomía\ teórica = \left[\frac{75\% * 552km}{100} \right]$$

$$Autonomía\ teórica = 414\ km\ de\ autonomía\ restante$$

MATERIALES Y MÉTODOS

Las variables de entrada que compone el estudio son el análisis de las pendientes existentes en las diferentes vías, después los vehículos ofertados en el país y su rango de autonomía, los cuales se encuentran en la tabla 3; posteriormente se analizará las principales vías del país y su extensión en kilómetros, dicha información se encuentran en la tabla 4; finalmente se analizará la potencia nominal en cada provincia donde serán instaladas las electrolineras, para así, determinar la viabilidad de colocar la electrolinera en ese punto, lo cual se encuentra en la tabla 5.

La metodología que plantea el estudio realizado está basada mayormente en el método experimental, este tipo de metodología consiste en que en base de lo ya planteado supone una predicción del siguiente acontecimiento o resultado, en caso de existir algún cambio se lo realiza en base al ¿Cómo? Y el ¿Por qué?

Refiriéndose a las pendientes, Según el ministerio de obras públicas las pendientes existentes varían del 5-12%, por lo que se toma como referencia estándar una pendiente del 8,5%, todas las pendientes son constantes en ese valor, por lo que no tomamos en cuenta este factor.

En la tabla 3, se determina un kilometraje promedio de autonomía de los vehículos eléctricos que se comercializan dentro del Ecuador, y es de 293.33 kilómetros. Tomando en cuenta la evolución del desarrollo en las nuevas tecnologías de vehículos eléctricos esta cantidad puede aumentar considerablemente con la llegada de vehículos con una autonomía mayor al Ecuador. Como se puede observar en la tabla 3, los vehículos presentados en la misma son los distintos modelos de vehículos eléctricos comercializados en el país, de esta forma se puede encontrar el promedio de autonomía que poseen estos vehículos.

Tabla 3.

Vehículos eléctricos comercializados en el país con su respectiva autonomía

Marcas y modelos	Autonomía
Renault Twizy	100 km
Zhidou D1	100 km
Dayang Chok	100 km
Dayang Chok-G2	100 km
Dayang Chok-Cross	100 km
Xinxiang H6	165 km
Zotye Domy E30	165 km
Jiayuan City Spirit	165 km
Kia Soul EV	200 km
BYD E2	305 km
Hanteng X5 EV	300 km
Nissan Leaf	270 km
Zedriv GX5	338 km
Zedriv GC1	338 km
MG ZS EV	335 km
BYD E3 GL 400	400 km
Dongfeng E70	400 km
Audi E-tron	441 km
BYD E5 400	400 km

BYD S2	400 km
Hyundai-Kona	564 km
Audi-E-Tron RS GT	552 km
Skywell ET5	520 km
Promedio	293.33

Fuente. San Andrés, Anda.

Como segundo punto, en el estudio se procedió a determinar las principales arterias que conectan al Ecuador. La siguiente tabla abarca la extensión de las vías principales del Ecuador con el fin de encontrar la extensión de kilometraje y la importancia de cada una de estas vías para la conectividad del territorio ecuatoriano.

Tabla 4.

Vías principales del Ecuador y su extensión.

Vías principales	Extensión
Troncal Insular	55.8km
Transversal Fronteriza	453km
Troncal del Pacífico	741km
Transversal Norte	336km
Troncal de la Costa	664km
Troncal de la Costa Alternativa	10km
Transversal Austral	649km
Troncal Amazónica	701km
Troncal Amazónica Alternativa	85km
Transversal Sur	2224km
Transversal Central	438km
Transversal de la Sierra	781km

Fuente. San Andrés, Anda.

Una vez realizado el análisis se determinó el principal eje vial por el cual se puede recorrer todo el Ecuador y a su vez por regiones, este eje está interconectado, por lo cual se determinó que las electrolíneas deben estar localizadas en los siguientes puntos:

1. E35 recorre todo Carchi al Macará (781.19 km)
2. E30 recorre Manabí, Los Ríos, Pichincha y Tungurahua (438.01km)
3. E45 recorre el Puyo, Morona Santiago, Zamora Chinchipe, Napo Y Sucumbíos (701.19km)
4. E45a recorre la Francisco de Orellana y Sucumbíos (84.82km)
5. E25 recorre Pichincha, Manabí, Los Ríos, Azuay, El Oro y Loja (663.71km)
6. E15 recorre el Carchi, Esmeraldas, Manabí y Santa Elena (741.33km)

7. E20 recorre Esmeraldas, Santo Domingo, Pichincha, Napo y Orellana (336.11km)
8. E50 recorre El Oro, Loja y Zamora Chinchipe (224.14km)
9. E5 recorre Galápagos (38.00km)

Como siguiente aspecto, como se puede observar en la tabla 5, se tomó en cuenta la potencia nominal que llega a cada punto en los que se determinó la instalación de las electrolineras, con el fin de conocer si es viable o no la red eléctrica en cada provincia.

Tabla 5.

Potencia nominal de cada provincia.

Provincias	Potencia nominal (MW)
Azuay	2.048,55
Napo	1.635,13
Guayas	1.137,23
Orellana	720,02
Sucumbíos	536,68
Tungurahua	500,30
Pichincha	335,34
El Oro	281,35
Esmeraldas	244,92
Manabí	216,70
Zamora Chinchipe	182,4
Los Ríos	152,77
Morona Santiago	143,12
Santa Elena	131,80
Imbabura	108,73
Cañar	84,96
Santo Domingo	57,6
Pastaza	61,30
Cotopaxi	49,39
Loja	42,23
Galápagos	34,81
Chimborazo	16,33
Bolívar	8,00
Carchi	4,82

Fuente. Agencia de regulación y control de electricidad.

El Ecuador al ser un país con relieves y expuesto a condiciones externas durante un viaje en carretera, el estudio plantea colocar las electrolinerías en las vías principales que conectan al Ecuador en un rango de 200 km, de esta manera se permite la movilidad de la mayoría de los vehículos eléctricos comercializados en nuestro país y se obtiene una distancia considerable de seguridad por cualquier factor externo que pueda influir en el trayecto de los vehículos.

Realizando una relación con un tanque de gasolina convencional se puede establecer que con esta distancia se obtiene un rango de ¼ de tanque para llegar a otra estación de carga, solventando de esta forma los inconvenientes que se puedan llegar a presentar dentro de las carreteras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tablas mostradas a continuación establecen el número de electrolinerías que deben ser implementadas y el punto en el que se recomienda la colocación de estas.

En la ruta e35 que tiene una extensión de 781.19 kms, el estudio determina que deben existir 4 electrolinerías ubicadas en el kilómetro 195, en el km 390, en el km 585 y en el km 781.

Tabla 6.

Ruta E35.

Carchi-Imbabura-Pichincha-Cotopaxi-Tungurahua-Chimborazo-Cañar-Azuay Loja		
Ruta	Extensión	Número de electrolinerías
E35	781.19	4

Fuente. San Andrés, Anda.

En la ruta e30 que tiene una extensión de 438.01 kms, el estudio concluye que deben existir 2 electrolinerías ubicadas en el kilómetro 219 y en el kilómetro 438. En el caso de querer implementar 3 electrolinerías se recomienda colocarlas en el punto 146, en el 292 y finalmente en el 438.

Tabla 7.

Ruta E30.

Manabí-Los Ríos-Cotopaxi-Tungurahua-Pastaza		
Ruta	Extensión	Número de electrolinerías
E30	438.01	2

Fuente. San Andrés, Anda.

En la ruta e45 que tiene una extensión de 701.19 kms, el estudio sugiere que deben existir 4 electrolinerías ubicadas en el kilómetro 175, en el km 350, en el km 525 y en el kilómetro 701.

Tabla 8. Ruta E45.

Sucumbíos-Napo-Pastaza-Morona Santiago-Zamora Chinchipe		
Ruta	Extensión	Número de electrolinerías
E45	701.19	4

Fuente. San Andrés, Anda.

En la ruta e45a que tiene una extensión de 84.82 kms, se recomienda que exista una electrolinerera en su punto medio, es decir, en el km 42.

Tabla 9.

Ruta E45a.

Sucumbíos-Orellana-Napo		
Ruta	Extensión	Número de electrolinereras
E45A	84.82	1

Fuente. San Andrés, Anda.

En la ruta e25 que tiene una extensión de 663.71 kms, el estudio determina que deben existir 3 electrolinereras ubicadas en el kilómetro 221, en el km 442, en el km 525 y en el kilómetro 663.

Tabla 10.

Ruta E25.

Pichincha-Santo Domingo-Los Ríos-Guayas-El Oro-Loja		
Ruta	Extensión	Número de electrolinereras
E25	663.71	3

Fuente. San Andrés, Anda.

En la ruta e15 que tiene una extensión de 741.33 kms, el estudio concluye que deben existir 4 electrolinereras ubicadas en el kilómetro 185, en el km 370, en el km 555 y en el kilómetro 741.

Tabla 11.

Ruta E15.

Carchi-Imbabura-Pichincha-Cotopaxi-Tungurahua-Chimborazo-Cañar-Azuay Loja		
Ruta	Extensión	Número de electrolinereras
E15	741.33	4

Fuente. San Andrés, Anda.

En la ruta e20 que tiene una extensión de 336.11 kms, el estudio recomienda que deben existir 2 electrolinereras ubicadas en el kilómetro 168 y en el km 336.

Tabla 12.

Ruta E20.

Carchi-Imbabura-Pichincha-Cotopaxi-Tungurahua-Chimborazo-Cañar-Azuay Loja		
Ruta	Extensión	Número de electrolinereras
E20	336.11	2

Fuente. San Andrés, Anda.

En la ruta e50 que tiene una extensión de 50 kms, el estudio concluye que debe existir una electrolinerera ubicada en el km 112.

Tabla 13. Ruta E50.

El Oro-Loja-Zamora Chinchipe		
Ruta	Extensión	Número de electrolineras
E50	224.14	1

Fuente. San Andrés, Anda.

En la ruta e5 que tiene una extensión de 38 kms, se recomienda la implementación de una electrolinera en la mitad del recorrido, por lo tanto, sería en el kilómetro 19.

Tabla 14.

Ruta E5.

Galápagos		
Ruta	Extensión	Número de electrolineras
E5	38	1

Fuente. San Andrés, Anda.

La tabla 15 permite determinar si es viable o no la instalación de electrolineras en los distintos puntos seleccionados en el estudio, si ese punto admite o no una carga rápida, sus coordenadas exactas de la ubicación de estas electrolineras y el número de las mismas a implementarse.

Tabla 15.

Ubicación y viabilidad de electrolineras.

Vía	Número de kilómetro	Ubicación recomendada	Coordenadas	Viabilidad de implementación de acuerdo a la red eléctrica	Tipo de carga admitida
E35					
	195	Gasolinera P y S Biblian	-2.720153845906537, -78.88631310803801	Viable	Rápida
	390	Gasolinera Energy Gas	-0.32659007567833187, -78.39511670080554	Viable	Rápida
	585	Gasolinera Petroecuador	-1.6319295267802678, -78.68047776826249	Viable	Rápida
	781	Gasolinera Petroecuador	0.3588017217687566, -78.12156976528091	Viable	Rápida
E30					
	219	Gasolinera	-0.9423115016654093, -78.68312375731931	Viable	Rápida
	438	Gasolinera		Viable	Rápida
E45					
	175	Gasolinera	-1.4911848408434762, -77.99581942045255	Viable	Rápida

	350 Gasolinera	-1.4785233342620716, - 78.00032387122747	Viable	Rápida
	525 Gasolinera	-1.4974936516276485, - 78.02135630280586	Viable	Rápida
	701 Gasolinera	-1.495881732159364, - 78.01873004192059	Viable	Rápida
E45A				
	42 Gasolinera	0.073160469041091, - 76.8910116637193	Viable	Rápida
E25				
	221 Gasolinera	-1.1084949031405706, - 79.43460835142893	Viable	Rápida
	442 Gasolinera	-2.1393698250795294, - 79.59168275876259	Viable	Rápida
	525 Gasolinera	-2.124116894173286, - 79.59673458758844	Viable	Rápida
	663 Gasolinera	-2.1622008137549202, - 79.60613176502153	Viable	Rápida
E15				
	185 Gasolinera	0.882252073634189, - 79.81243583879912	Viable	Rápida
	370 Gasolinera	0.8921403047116769, - 79.71355577131928	Viable	Rápida
	555 Gasolinera	0.8772148920168851, - 79.63769238599139	Viable	Rápida
	741 Gasolinera	0.8930786808872545, - 79.66381798647238	Viable	Rápida
E20				
	168 Gasolinera	-0.0028083227002478634, - 79.38993573780186	Viable	Rápida
	336 Gasolinera	-0.23513358426804085, - 79.1694353421328	Viable	Rápida
E50				
	112 Gasolinera	-3.757832334377027, - 79.82180134336456	Viable	Rápida
E5				
	19 Gasolinera	-0.7378726013533886, - 90.32288747582187	Viable	Rápida

Fuente. San Andrés, Anda.

El estudio determina que en el mercado ecuatoriano actualmente se comercializan ciertos vehículos eléctricos que no son aptos para viajes de largas distancias ya que su autonomía es menor a 200km tal es el caso de: Renault twizy, zhidou d1, dayang chok, dayang chok-g2, dayang chok-cross, xinxiang h6, zotye domy e30, jiayuan city spirit. La tendencia mundial y la mayoría de los modelos comercializados en el país tienden a tener una autonomía mayor a los 200 km.

Conclusiones

Las electrolinerías serán ubicadas cada 200 kms, dando así un rango óptimo tanto para vehículos con poca autonomía y vehículos actuales que poseen una mayor autonomía, esto con el fin de que cada automotor pueda cumplir con su recorrido determinado, tomando en cuenta que los puntos de referencia son tomados de inicio a fin de cada carretera, esto permite que todas las electrolinerías estén ubicadas a 200 km o menos sin importar el punto de partida del recorrido.

La implementación de 20 electrolinerías, supone una gran inversión, sin embargo, esta puede ser cubierta por parte del gobierno y del sector privado, ya que, como se observa en el estudio, cargar un vehículo eléctrico toma alrededor de 20-40 minutos por lo que el proyecto llamaría a activar el comercio local en los puntos de ubicación de las electrolinerías, se puede potenciar la creación de restaurantes, centros culturales y de entretenimiento, los cuales se podrán visitar mientras el auto está realizando su carga y esto llamaría la atención de inversionistas, el proyecto ayuda a la sostenibilidad medioambiental, fomentando la movilidad eléctrica en el país lo que da como resultado un gran avance en la meta de lograr la movilidad 100% eléctrica, ayudando a conservar ecosistemas propios del Ecuador y ayudando a combatir el calentamiento global, lo cual es un objetivo mundial.

Finalmente se puede concluir que el proyecto es viable para su implementación en el Ecuador, ya que, las condiciones técnicas están presentes en todas las provincias del Ecuador y el proyecto abrirá la puerta a la implementación de la movilidad eléctrica, permitiendo los viajes extensos dentro del territorio con un vehículo eléctrico.

Referencias

- Hassan, T.-U., Cheema, K. M., Mehmood, K., Tahir, M. F., Milyani, A. H., & Akhtar, M. (2021). Optimal control of high-power density hybrid electric vehicle charger. *Energy Reports*, 7, 194–207. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.12.021>
- Shen, X., Sun, T., Yang, L., Krasnoslobodtsev, A., Sabirianov, R., Sealy, M., Mei, W.-N., Wu, Z., & Tan, L. (2021). Ultra-fast charging in aluminum-ion batteries: electric double layers on active anode. *Nature Communications*, 12(1), 820. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-21108-4>
- S. Kumar Sikder, H. Herold, and G. Meinel, “Halten Sie die Augen nach einer Ladestation offen! – Die E-Ladestations-Infrastruktur in Deutschland: eine räumliche Analyse Keep your Eyes on Electric Vehicle Charging Infrastructure: A Geospatial Analysis in Case of Germany,” *Halten Sie Die Augen Nach Einer Ladestation offen! – Die e-ladestations-infrastruktur in Deutschland: Eine Räumliche Analyse*, vol. 4, no. 23649283, 2018, doi: 10.14627/537647028.
- Fasthuber, D. (2020). Integration der Ladeinfrastruktur in das elektrische Energiesystem. *E & I*, 137(4–5), 156–160. <https://doi.org/10.1007/s00502-020-00806-9>
- S/f). Researchgate.net. Recuperado el 20 de agosto de 2022, de https://www.researchgate.net/publication/324945380_An_EV_Charging_Scheduling_Mechanism_Based_on_Price_Negotiation
- (S/f-b). Researchgate.net. Recuperado el 20 de agosto de 2022, de https://www.researchgate.net/publication/353856095_Optimal_Sizing_of_Electric_Vehicle_Charging_Stations_Considering_Urban_Traffic_Flow_for_Smart_Cities
- L. Villagrán-Valencia, N. Mondragón-Escamilla, J. Ramírez-Hernández, I. Araujo-Vargas, P. Velázquez-Elizondo and O. Vásquez-Castillo, "AC-DC Converter for Plug-in Electric Vehicles Charger," 2018 IEEE International Autumn Meeting on Power, Electronics and Computing (ROPEC), Ixtapa, México, 2018, pp. 1-6, doi: 10.1109/ROPEC.2018.8661462
- F. Leon and X. Salinas, “Implementación y uso de autos eléctricos en el transporte público y su impacto en la red de distribución,” Universidad de cuenca, 2017.
- E. León, “Estudio de la ubicación y dimensionamiento de electrolinerías en la ciudad de Cuenca,” Universidad politécnica salesiana sede Cuenca, 2019.
- Campana, M., & Inga, E. (2019). Optimal Allocation of Public Charging Stations based on Traffic Density in Smart Cities. *2019 IEEE Colombian Conference on Applications in Computational Intelligence (ColCACI)*. <https://doi.org/10.1109/colcaci.2019.8781986>
- De, E., Ubicación, L., Dimensionamiento De Electrolinerías En, Y., Ciudad, L., Cuenca, D., Francisco, E., Duchi, L., Fernando, D., Verdugo, Q., Xavier, I., & Reinoso, S. (n.d.). *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ PROYECTO TÉCNICO AUTORES: TUTOR*. Retrieved August 20, 2022, from <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17323/1/UPS-CT008270.pdf>

ECUADOR. (n.d.).

https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1537/Ecuador_Analisis_de_Inversiones_en_el_Sector_de_Transporte_Interurbano_Terrestre_Latinoamericano_al_2040.pdf?sequence=14&isAllowed=y

Ecuador, E., Johnatan, A., Vélez, G., Juan, I., & Espinoza, L. (2017). *"Análisis y Estimación de la Demanda Eléctrica con la Implementación de Vehículos Eléctricos conectados a una Red de Distribución en Cuenca Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico"*.<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27353/1/TRABAJO%20DE%20TITULACION.pdf>

Ecuadoriana Vial, N. (2013). *MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE VOLUMEN N° 2 -LIBRO A NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIALES*. https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf#page379

Ismael, J., Ojeda, J., Xavier, I., & Reinoso, S. (2021). *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico Automotriz TUTOR*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20346/1/UPS-CT009154.pdf>

Patricio, F., Montaña, M., & Director, S. (2018). <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2164/1/Tesis%20%28Recuperado%20%29.pdf>

Paúl Barros, H., Luis, G., Ortega, A., Diego, I., & Chacón, P. (n.d.-a). *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Proyecto Técnico con enfoque Investigativo: Análisis y Diseño de la Instalación Eléctrica de una Electrolinera en la Ciudad de Cuenca Autores: CUENCA -ECUADOR 2018 Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16376/1/UPS-CT007975.pdf>

Paúl Barros, H., Luis, G., Ortega, A., Diego, I., & Chacón, P. (n.d.-b). *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Proyecto Técnico con enfoque Investigativo: Análisis y Diseño de la Instalación Eléctrica de una Electrolinera en la Ciudad de Cuenca Autores: CUENCA -ECUADOR 2018 Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16376/1/UPS-CT007975.pdf>

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR FACULTAD DE INGENIERIA MAESTRIA EN TRANSPORTES. (n.d.).

<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/7910/9.55.000560.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Redacción: Varus. (2021, January 16). *Catálogo de vehículos eléctricos particulares en Ecuador*. VARUS. <https://varusecuador.com/vehiculos-particulares/>

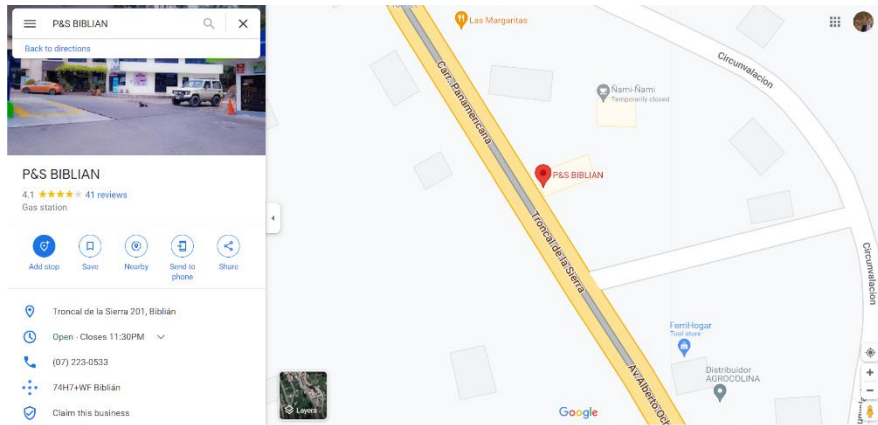
Sarmiento, D., Rocano, D., Jaime, Y., & Tobar, G. (2018). *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico Automotriz PROYECTO TÉCNICO "DETERMINACIÓN DE LA AUTONOMÍA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO MEDIANTE CICLOS*

CONTROLADOS" AUTORES: TUTOR.

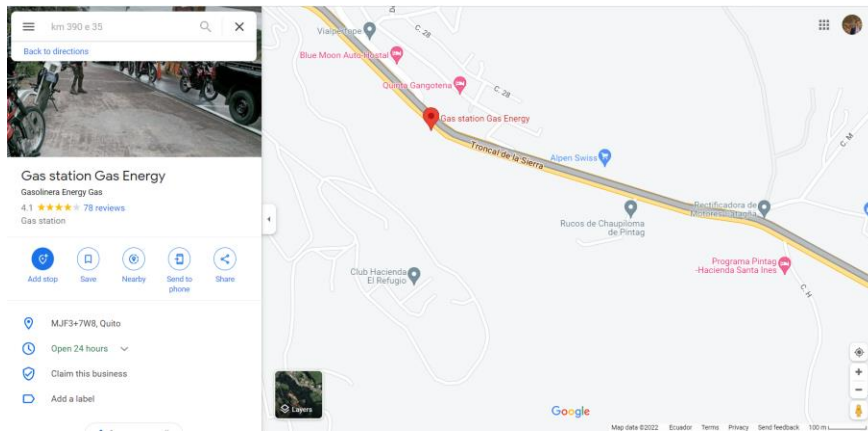
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15067/1/UPS-CT007435.pdf>

Anexos

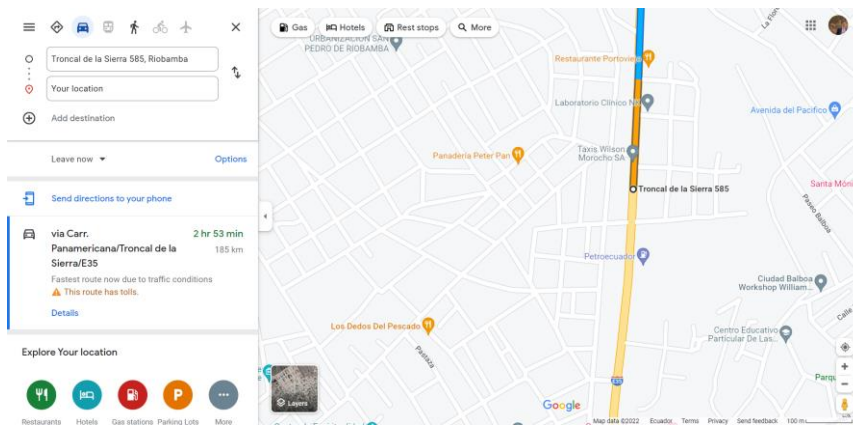
Estación de servicio PYS Km 195 E35



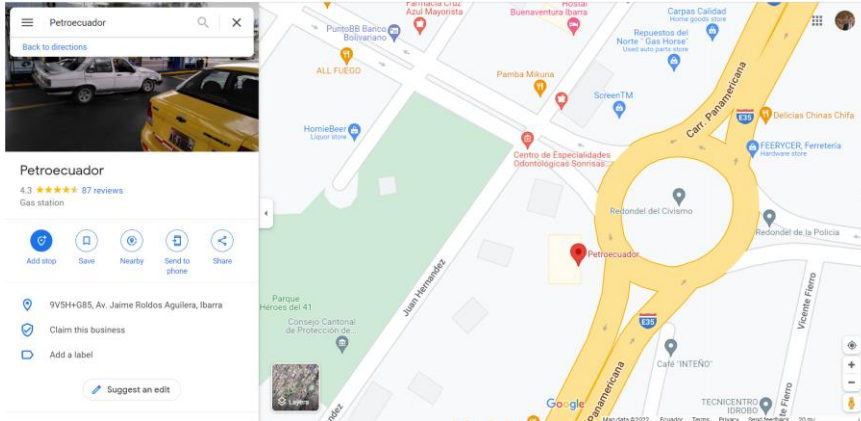
Gasolinera Energy GAS Km 390 E35



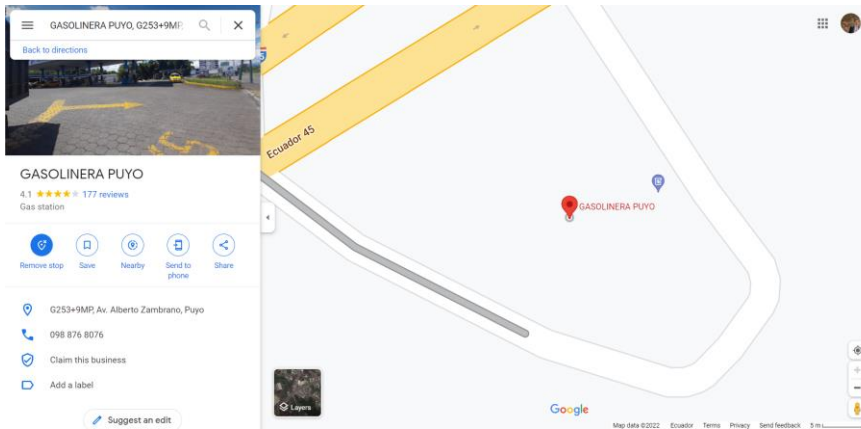
Gasolinera Petroecuador KM 585 E35



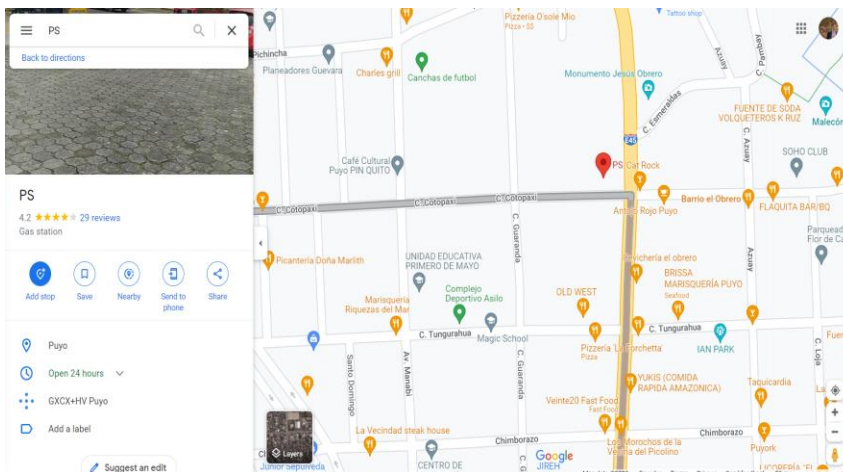
Gasolinera Petro Ecuador KM 781 E35



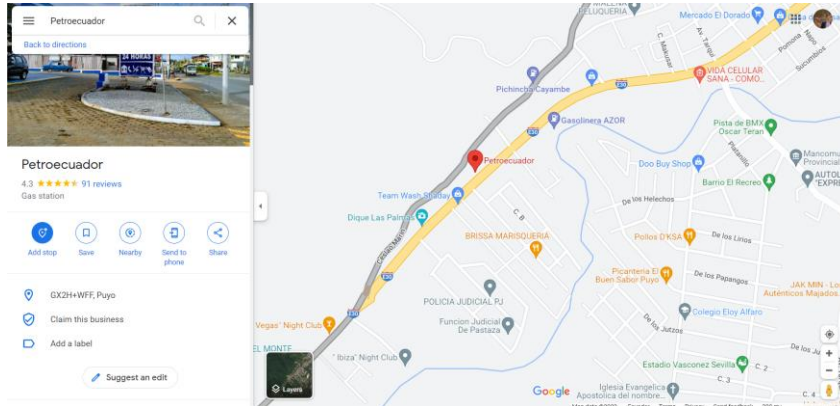
Gasolinera Puyo KM 175 E45



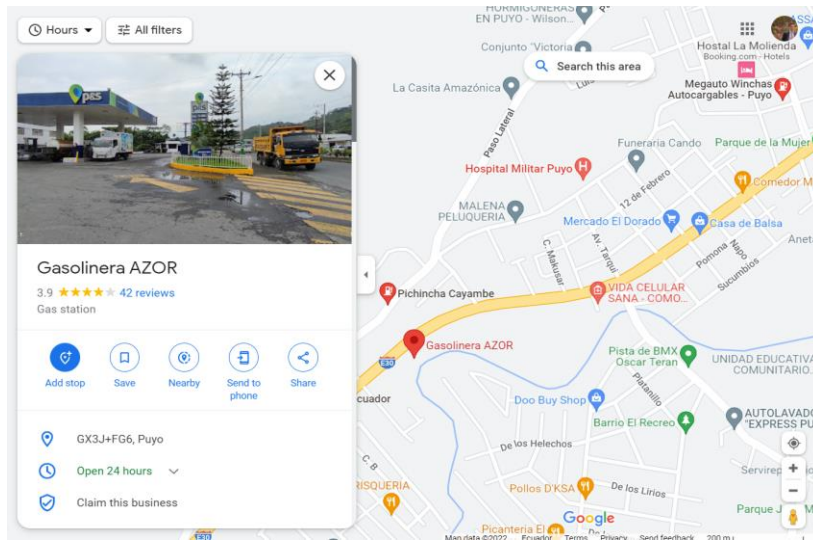
Gasolinera PS KM 350 E45



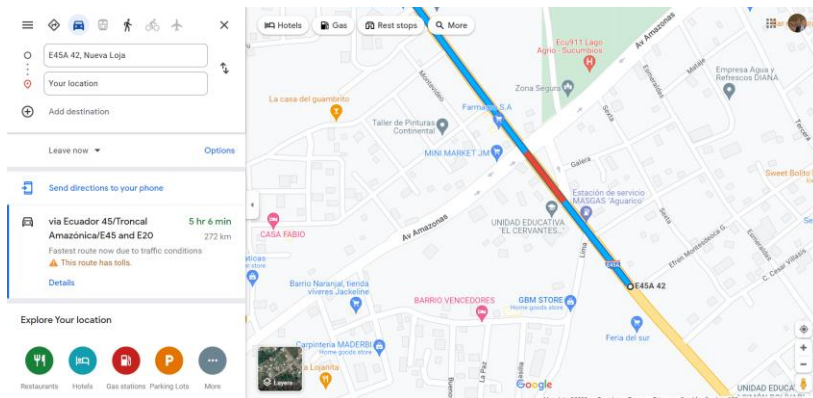
Gasolinera Petro Ecuador KM 525 E45



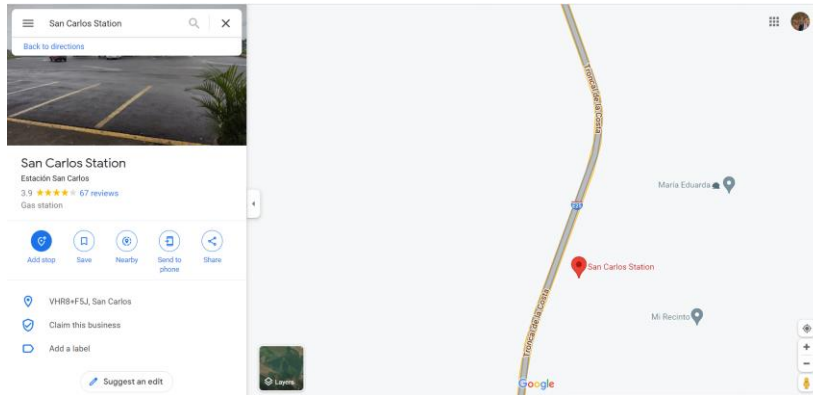
Gasolinera Azor KM 701 E45



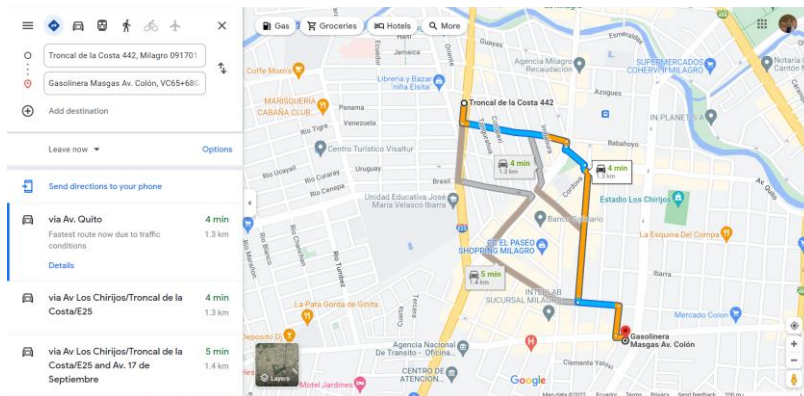
Gasolinera MASGAS Aguarico km 42 E45A



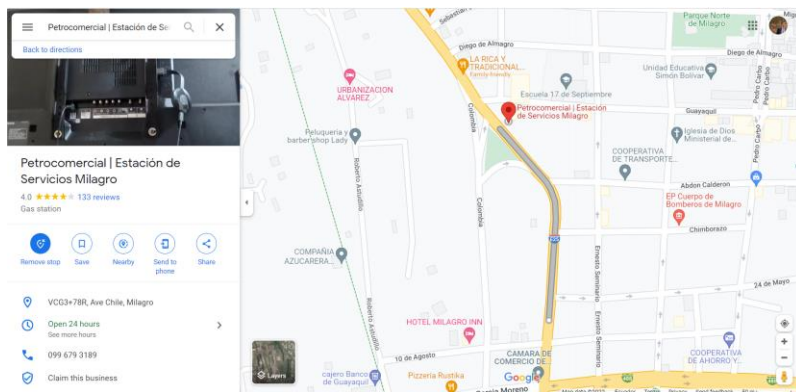
Gasolinera PDV San Carlos km 221 E25



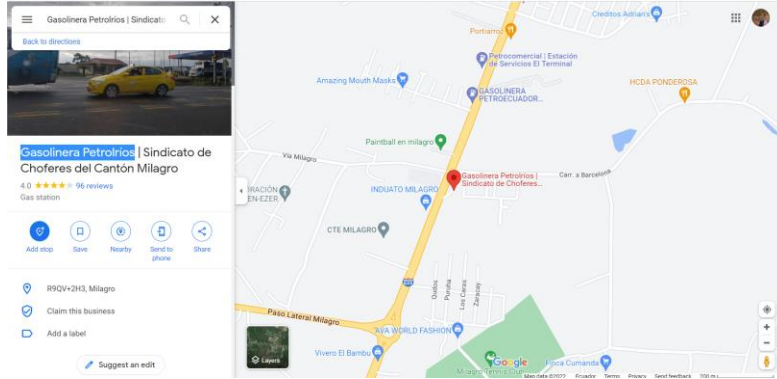
Gasolinera Masgas Av. Colón



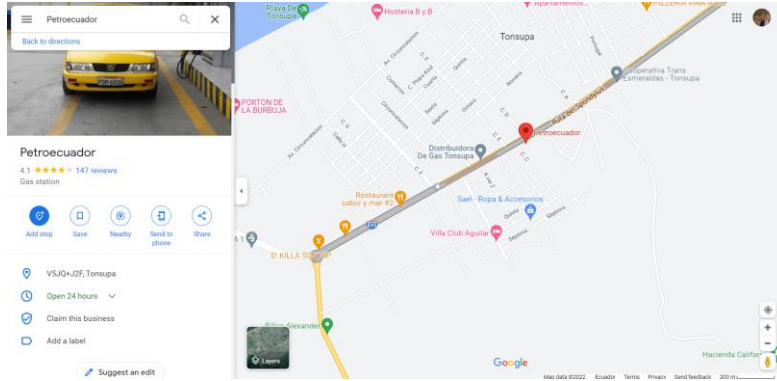
Gasolinera Petrocomercial Milagro



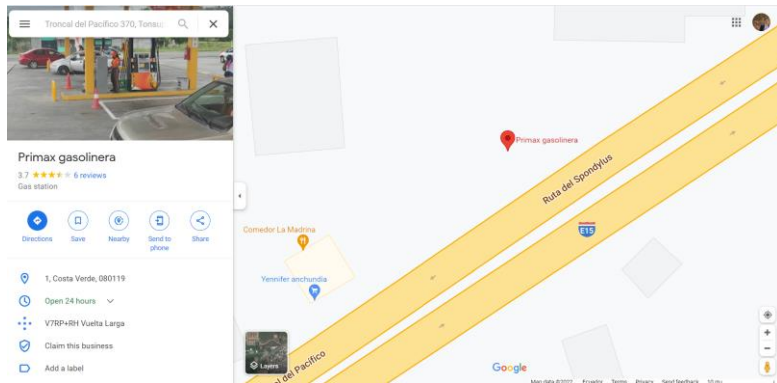
Gasolinera Petrolrios km 663 E25



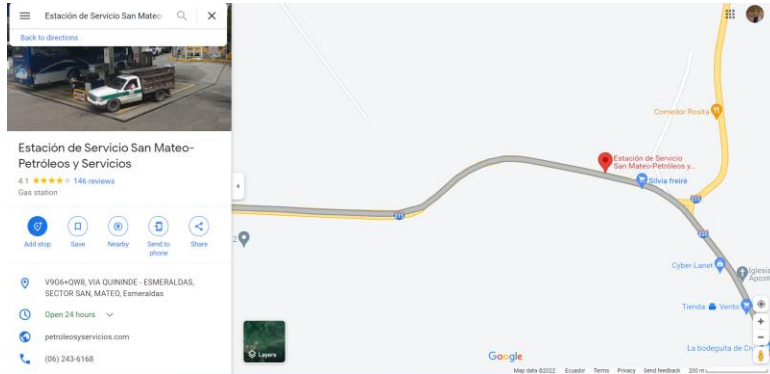
Gasolinera Petroecuador km 185 E15



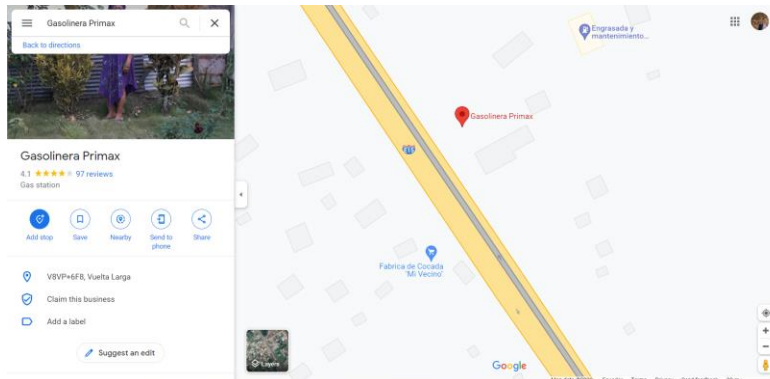
Gasolinera Primax km 370 E15



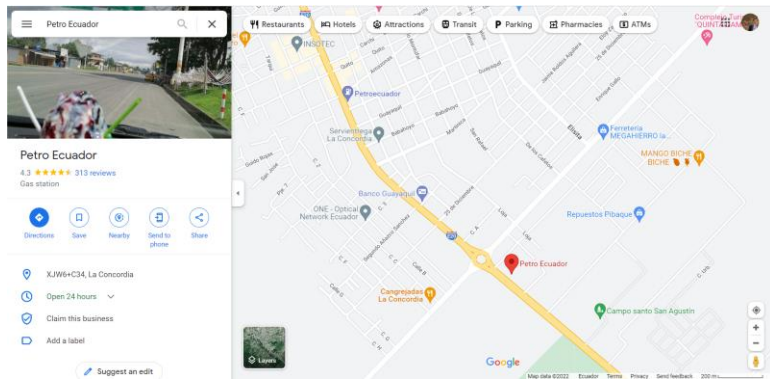
Gasolinera San Mateo km 555 E15



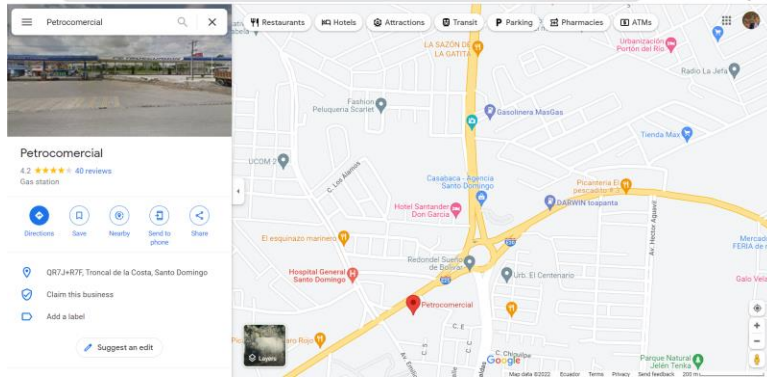
Gasolinera San Mateo km 741 E15



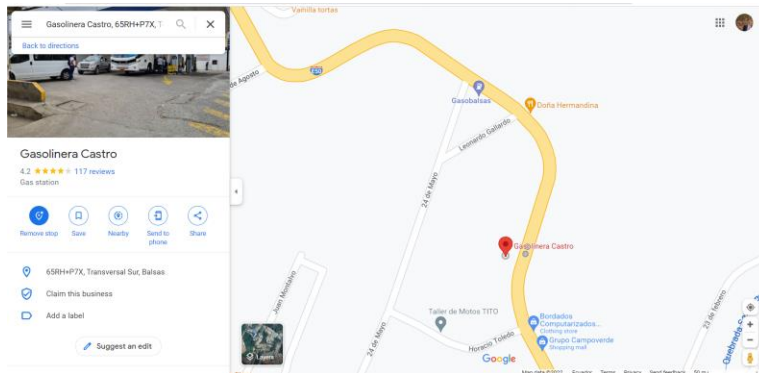
Gasolinera Petroecuador km168 E20



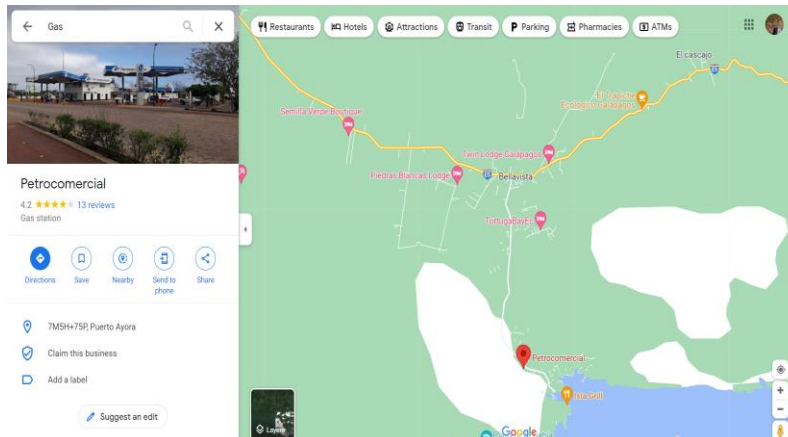
Gasolinera Petrocomercial km 336 E20



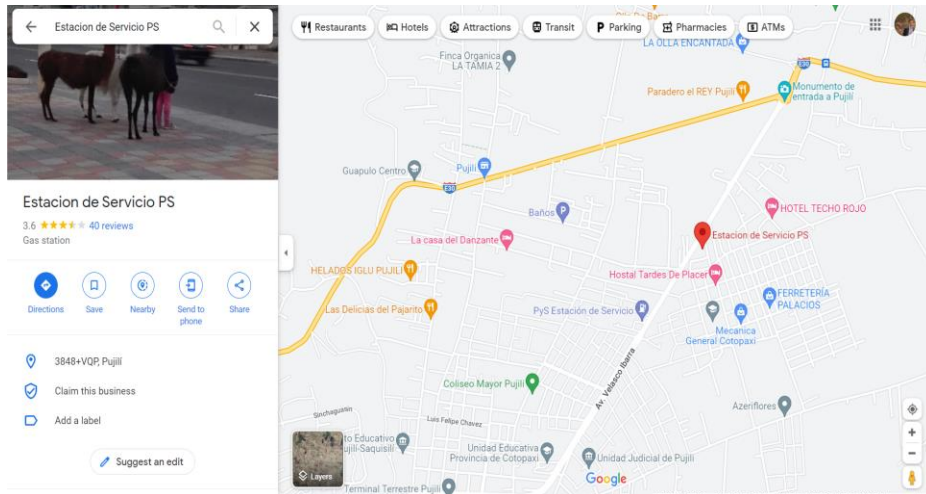
Gasolinera Castro km 112 E50



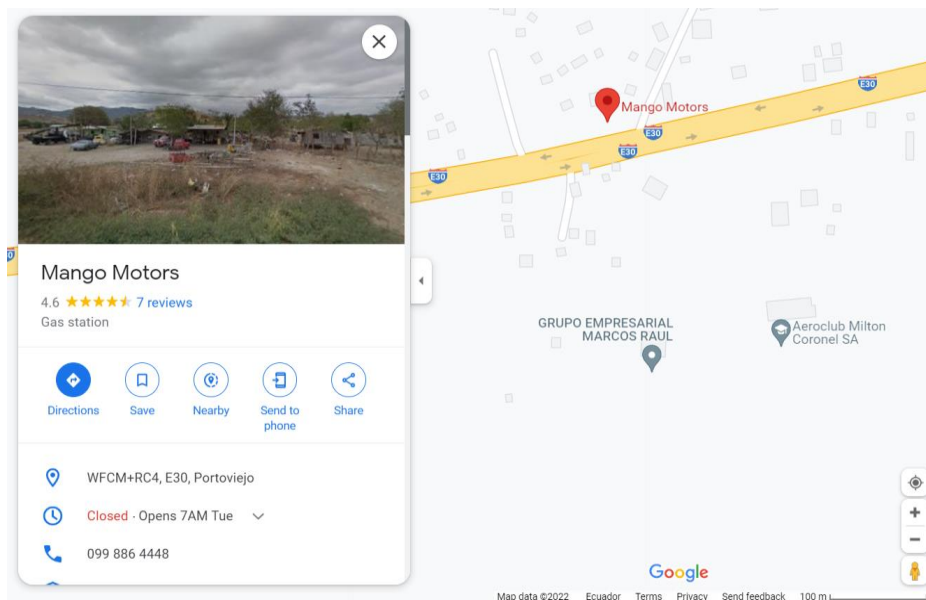
Gasolinera Petrocomercial km19 E5



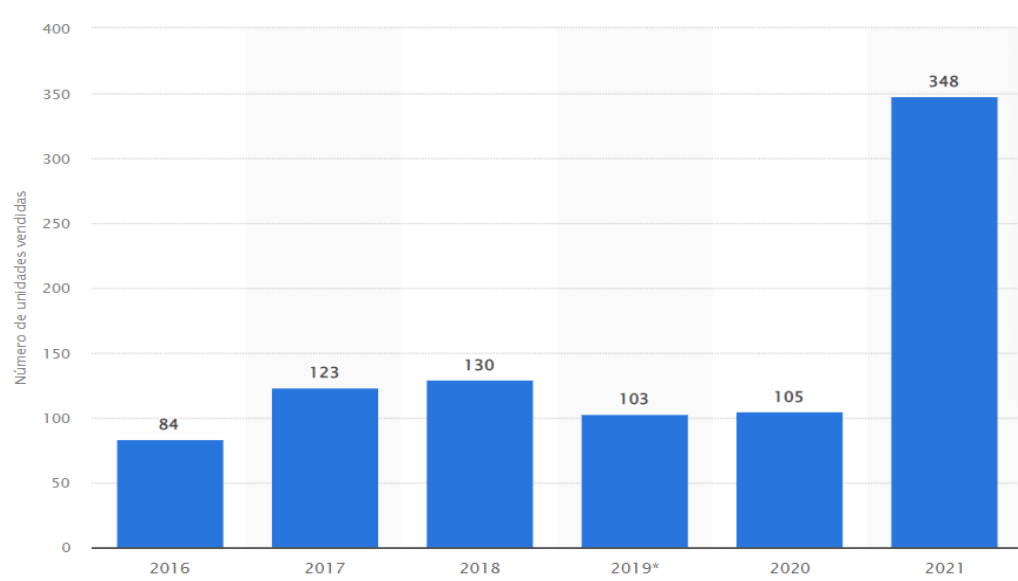
Gasolinera Petrocomercial km219 E30



Gasolinera Mango Motors km438 E30



Ventas de vehículos eléctricos en los últimos años en Ecuador



6 MARCO LEGAL

La Auditoría Ambiental se efectuó en base a la legislación ambiental vigente aplicable a la actividad efectuada en el proyecto, misma que es detallada a continuación:

6.1 CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

(Registro Oficial N° 449, 20 de Octubre de 2008)

La Constitución del Estado establece responsabilidades ambientales para garantizar la conservación de los recursos y su apropiado aprovechamiento por parte de las comunidades. El derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado (artículo 14), es la pauta para el establecimiento de lineamientos como:

Art. 395. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

El artículo 66, numeral 27, expresa el derecho de la población ecuatoriana a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

El Capítulo Segundo: Biodiversidad y Recursos Naturales, Sección Primera: Naturaleza y Ambiente, artículos 395, 396, 397 y 398 puntualiza las garantías brindadas por el Estado para la conservación del medio ambiente, así como las responsabilidades, sanciones y la necesidad de que la comunidad sea informada de todas las decisiones tomadas en materia ambiental.

6.2 LEYES

6.2.1 LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL

(Registro Oficial Suplemento No 418 del 10 de Septiembre de 2004)

Es la norma macro de la política ambiental del Estado Ecuatoriano y todos los que ejecutan acciones relacionadas con el ambiente en general; esta ley dispone la aplicación de varios principios

políticas y herramientas de gestión ambiental y constituye por lo tanto un instrumento jurídico que delinea el campo de acción del Estado y de la sociedad civil en materia ambiental.

En cuanto a la participación de los particulares en la protección de sus derechos ambientales el Título VI de la Ley declara que las personas naturales, jurídicas o los grupos humanos tendrán acción pública para denunciar la violación de las normas ambientales.

Las instituciones del Estado con competencia ambiental forman parte del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental y se someterán obligatoriamente a las directrices establecidas por el Consejo Nacional de Desarrollo Sustentable. Las instituciones del sistema son las responsables de aprobar, regular, exigir el cumplimiento, supervisar y ejecutar acciones de protección y cuidado ambiental que debe contemplar los sujetos de control. Establece los principios ejecutables de información y vigilancia ambiental, aplicando mecanismos de participación social para lograr un adecuado control de la contaminación ambiental y protección del ambiente.

Determina los instrumentos de aplicación de las normas ambientales, entre los cuales se identifican los siguientes: calificación previa considerando el principio precautelatorio, garantías licencias ambientales, sistemas de manejo ambiental, parámetros de calidad ambiental, normas de efluentes, emisiones y evaluación de los impactos ambientales.

Se destaca el Art. 20 que establece la exigencia de la licencia ambiental previa para toda actividad que implique riesgo ambiental.

6.2.2 LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

(Registro Oficial Suplemento 418 del 10 de Septiembre de 2004)

Contiene una serie de disposiciones relacionadas con acciones de ejecución obligatoria para prevenir y controlar la contaminación ambiental en todos los componentes ambientales (agua, suelo, aire) y prohibiciones expresas para efectuar descargas de contaminantes directas. Señala también los responsables del control y la implementación de acciones según lo establecen los Art. 1, 3, 6, 10, 11 y 15. Involucra también a la población concediéndole acción popular para denunciar ante las autoridades competentes, toda actividad que contamine el medio ambiente en el Art. 16.

El Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA) a partir del mes de Diciembre de 2002, estableció los parámetros y límites permisibles de contaminantes sobre los recursos suelo, agua y aire.

6.2.3 LEY PARA LA CONSTITUCIÓN DE GRAVÁMENES Y DERECHOS TENDIENTES A OBRAS DE ELECTRIFICACIÓN

(Registro Oficial No 472 del 28 de Noviembre de 1977)

La Ley de Régimen del Sector Eléctrico en el título final sobre las derogatorias deja vigente a esta ley y señala que las atribuciones otorgadas en este cuerpo legal serán ejercidas por el CONELEC.

Esta ley establece los derechos de las personas jurídicas de derecho público o de derecho privado con finalidad social o pública para tender Líneas de Transmisión y distribución eléctrica y de colocar otras instalaciones propias del servicio eléctrico, dentro de las respectivas circunscripciones nacionales o locales en las que prestan dicho servicio.

De acuerdo con el Art. 2 de la Ley para la Constitución de Gravámenes y Derechos Tendientes a Obras de Electrificación, las Empresas Eléctricas tendrán derecho a ocupar el área de terreno necesario para:

- a. La colocación de postes, torres, transformadores, o similares;
- b. El tendido de líneas subterráneas; y,
- c. En el caso de tendido de líneas aéreas, la determinación de una faja de terreno destinada a los propósitos indicados, siguiendo el trazado de la línea, de acuerdo con las características y requerimientos de seguridad de la obra.

EL CONELEC luego de aprobar los estudios de impacto ambiental impone con carácter de obligatorio mediante resolución, el derecho de servidumbre de tránsito para obras de electrificación, con el objeto de ocupar los terrenos necesarios para la colocación de postes, torres, transformadores, o similares, el tendido de líneas subterráneas y para el caso de tendido de líneas aéreas, la determinación de una faja de terreno destinada a los propósitos indicados.

6.2.4 LEY DE RÉGIMEN DEL SECTOR ELÉCTRICO

(Registro Oficial Suplemento No 43 del 10 de Octubre de 1996)

En materia de medio ambiente esta ley garantiza que en todos los casos los generadores, transmisores y distribuidores deberán observar las disposiciones legales relativas a la protección del medio ambiente. Previo a la ejecución de la obra, los proyectos de generación, Transmisión y distribución de energía eléctrica deben cumplir las normas existentes de preservación del medio ambiente y para ello exige la presentación de un estudio independiente de evaluación del impacto

ambiental, con el objeto de determinar los efectos ambientales, en sus etapas de construcción, operación y retiro; los mismos que deben incluir el diseño de los planes de mitigación y/o recuperación de las áreas afectadas y el análisis de costos correspondientes.

La Ley del Régimen del Sector Eléctrico, en el Art. 3.- Medio Ambiente, establece que previo a la ejecución de una obra de transmisión eléctrica, o su operación y mantenimiento y retiro, debe ejecutarse una evaluación del impacto ambiental y los respectivos planes de mitigación y/o recuperación de áreas afectadas.

6.2.5 TEXTO UNIFICADO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA

(Decreto Ejecutivo 3516, 31 de Marzo de 2003).

En el Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), los libros III, IV y especialmente el VI de la Calidad Ambiental se consideraran regulaciones según:

- Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes del Recurso Agua.
- Anexo 2: Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo.
- Anexo 4: Norma de Calidad de Aire Ambiente.
- Anexo 5: Límites Permisibles de Niveles de Ruido Ambiente.
- Anexo 6: Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos.
- Anexo 10: Norma de Radiaciones No Ionizantes de Campos Electromagnéticos.

6.3 REGLAMENTOS

6.3.1 REGLAMENTO AMBIENTAL PARA ACTIVIDADES ELÉCTRICAS

Decreto Ejecutivo 1761, Registro Oficial No 396 del 23 de Agosto de 2001

El RAAE establece las disposiciones reglamentarias que en materia ambiental son aplicables al Sector Eléctrico sin perjuicio de las concordancias que deba efectuarse con la normativa general reglamentaria como la Ley de Gestión Ambiental, el Reglamento del Sistema Único de Manejo Ambiental y el Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

Establece la obligatoriedad de los ejecutores de actividades eléctricas para el cumplimiento de las leyes y reglamentos ambientales, los parámetros y límites establecidos para las actividades que generan emisiones y una clasificación de proyectos y obras eléctricas que son una guía para la aplicación del reglamento.

El Artículo 15 del RAAE hace referencia a varias normas ambientales nacionales y seccionales, que fueron derogadas con la expedición del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria.

Por lo tanto, el Consejo Nacional de Electricidad, en cumplimiento del literal f) del artículo 7 del Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas (RAAE), debe : “Controlar la realización de los Planes de Manejo Ambiental de las empresas autorizadas que se encuentren operando en actividades de generación, Sub-Transmisión o distribución de energía eléctrica, sobre la base de las auditorías ambientales que deberán practicarse”, del literal d) artículo 13 “Efectuar el monitoreo ambiental previsto en el Plan de Manejo Ambiental, realizar la auditoría ambiental interna respectiva y presentar sus resultados a consideración del CONELEC y cuando el Ministerio del Ambiente lo requiera” y del literal b), artículo 37” El titular de la concesión específica, permiso, licencia, tendrá las siguientes obligaciones....

6.3.2 REGLAMENTO DE RIESGOS DEL TRABAJO EN INSTALACIONES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

(Acuerdo Ministerial 13, Registro Oficial No 249 del 3 de Febrero de 1998)

El Ministerio del Trabajo a través del Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo vigila la aplicación de esta norma relativa a la salud ocupacional en materia eléctrica.

6.3.3 REGLAMENTO DE CONCESIONES, PERMISOS Y LICENCIAS PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

(Registro Oficial Suplemento No 290, 3 de Abril de 1998)

El presente reglamento tiene por objeto establecer las reglas y procedimientos generales bajo los cuales el Estado Ecuatoriano podrá delegar en favor de otros sectores de la economía las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, así como regular la importación y exportación de energía eléctrica. Expresa en sus artículos el otorgamiento de concesiones, permisos y licencias para la ejecución de las actividades en el sector eléctrico.

El artículo 35, literal f, establece que la presentación del Estudio de Impacto Ambiental Preliminar constituye uno de los requisitos fundamentales para el otorgamiento de una concesión específica.

6.3.4 REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO

(Decreto Ejecutivo 2393, Registro Oficial No 565 del 17 de Noviembre de 1986)

En general este reglamento establece parámetros de conducta y especificaciones en infraestructura para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores. También se refiere a las condiciones que deberán poseer los ambientes de trabajo en cuanto a seguridad e higiene para el desarrollo de las actividades laborales.

El reglamento presenta un sin número de exigencias en cuanto al diseño de instalaciones, importaciones, compra de equipos y maquinaria que deberán ser cumplidas por las empresas de acuerdo a su ámbito de aplicación. Presenta además las obligaciones de los empleadores, de los intermediarios, de los trabajadores.

En el artículo 15 señala la importancia de la Unidad de Seguridad e Higiene del Trabajo, así como sus funciones.

6.3.5 REGLAMENTO DE APLICACIÓN DE LOS MECANISMOS DE PARTICIPACIÓN SOCIAL ESTABLECIDOS EN LA LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL

(Decreto ejecutivo N° 1040 de 22 de abril de 2008)

El artículo 9 enfatiza que la participación social tiene como finalidad considerar e incorporar los criterios y las observaciones de la ciudadanía, especialmente de la población directamente afectada para que las actividades del proyecto que puedan causar impactos ambientales.

La participación social se efectuará de manera obligatoria de acuerdo al artículo 10 previo a la aprobación del Estudio de Impacto Ambiental Definitivo. Los mecanismos de participación ciudadana incluirán la difusión de la información de la actividad, la recepción de criterios y la sistematización de la información obtenida.

6.4 OTROS

6.4.1 LICENCIA AMBIENTAL

(Resolución 235 del Ministerio de Medio Ambiente)

Existente para la fase de construcción del proyecto y describe una serie de obligaciones contraídas por TRANSELECTRIC S.A. para el desarrollo de esta etapa del proyecto, además en su numeral 8

establece que se debe presentar Auditorias Ambientales Externas conforme a lo señalado a la legislación ambiental vigente.

6.4.2 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental proveniente del Estudio de Impacto Ambiental Definitivo, fue desarrollado para las etapas de construcción, operación y mantenimiento, consta de los siguientes programas:

- Programa de Prevención.
- Programa de Mitigación de Impactos.
- Sub – Programa de Rehabilitación Ambiental.
- Programa de Manejo de Desechos.
- Programa de Capacitación Ambiental.
- Programa de Monitoreo y Seguimiento.
- Programas de Participación Ciudadana.
- Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.
- Programa de Contingencias.

6.4.3 NORMAS TÉCNICAS AMBIENTALES PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

(Acuerdo Ministerial 155, Registro Oficial Suplemento No 41 del 14 de Marzo de 2007)

Estas normas específicas se refieren entre otros al Anexo 10, Norma de radiaciones no ionizantes de campos electromagnéticos.

Este conjunto de normas establece una serie de parámetros a cumplirse en relación al nivel de radiación no ionizante en la Línea de Transmisión para la preservación del medio ambiente y la salud de los trabajadores. Consta de normas administrativas, operativas donde se presentan los límites máximos permisibles que podrán ser vertidos o emitidos al medio ambiente.

6.4.4 ORDENANZA MUNICIPAL 213 (ORDENANZA SUSTITUTIVA DEL TÍTULO V “DEL MEDIO AMBIENTE”, LIBRO SEGUNDO DEL CÓDIGO MUNICIPAL PARA EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO)

(Registro Oficial Edición Especial del 10 de Septiembre de 2008)

Establece las directrices para la realización de Auditorias Ambientales de aquellas actividades desarrolladas dentro del Distrito Metropolitano de Quito, así como la emisión de licencias ambientales, sanciones y multas. 1.4.1 Tipos de Baterías.

A continuación, se detalla los diferentes tipos de batería para vehículos eléctricos usados en la actualidad:

1.4.1.1 Batería de Plomo – ácido

Figura 1-2. Batería de Plomo – Acido [9]

Este tipo de batería es la más antigua y es utilizada en los vehículos convencionales para funciones de arranque e iluminación por su bajo costo. Debido a su tamaño, recarga lenta, peso y toxicidad que presenta el plomo, no es utilizada en los VE.

1.4.1.2 Batería de Níquel – Cadmio

Figura 1-3. Batería de Níquel – Cadmio [10]

Baterías también utilizadas en la industria automotriz, pero por el alto costo de sus elementos no son muy utilizadas en automóviles, más bien están orientadas al uso en aviones, helicópteros o vehículos militares, debido a su gran rendimiento en bajas temperaturas. Este tipo de batería reduce su capacidad de almacenamiento con cada recarga.

6

1.4.1.3 Batería de Níquel – hidruro metálico

Batería de prestaciones similares a la batería de níquel-cadmio, con mejor capacidad, pero con aun un número limitado de recargas y deterioro frente a temperaturas elevadas, por este motivo se limita su vida útil, es utilizado por el modelo Prius de Toyota, aunque generen demasiado calor y se recarguen lentamente. [8]

1.4.1.4 Baterías de Ion – litio (LiCoO₂) Este tipo de batería de reciente creación formada por un electrolito de sal de litio y electrodos de litio, cobalto y óxido, ha permitido obtener altas energías específicas, alta eficiencia, así como la ausencia de mantenimiento y tamaños reducidos. Las desventajas que presentan este tipo de baterías son: su alto costo de producción, son frágiles y pueden explotar por el sobrecalentamiento, por esto deben ser almacenadas con mucho cuidado [12].

1.4.1.5 Baterías LiFePO₄

Tipo de batería Ion-litio, parecida a la anterior, con la diferencia de que no usa el cobalto en su fabricación, motivo por el cual tiene una mayor estabilidad y seguridad al momento de su uso. Una ventaja importante que resalta esta batería es su ciclo de vida más largo y una mayor potencia, con la desventaja de su alto costo de producción.

1.4.1.6 Baterías de Polímero de litio:

Otra variación de las baterías Ion-litio que cuenta con algunas mejoras como una densidad energética mayor, una potencia más elevada y además ligeras. Su elevado costo y ciclo de vida reducido no hace que sea una opción clara al momento.

1.4.1.7 Batería ZEBRA:

Baterías, también llamadas de sal fundida, trabajan a 250°C y tienen como electrolito cloruro de aluminio de sodio triturado. Es una batería compleja, de mayor contenido químico, pero que consigue unas características de energía y potencia interesantes. Tienen el mejor ciclo de vida de todas las baterías, pero requieren ocupar mucho espacio y su potencia es baja. [8]

1.4.1.8 Batería de Aluminio-aire

Consideradas “pilas de combustible” por la necesidad de sustituir los electrodos de metal gastados por unos nuevos. Con una capacidad de almacenamiento de hasta diez veces más que las de tipo Ionlitio y una densidad energética fuera del alcance del resto, este tipo de batería no ha tenido una buena aceptación comercial debido a sus problemas de recarga y de fiabilidad. Se encuentran en fase experimental. [8].

1.4.1.9 Batería Zinc-Aire:

Desarrolladas por una compañía suiza, y en fase experimental, pero más avanzada que las de Aluminio-Aire, estas baterías necesitan obtener el oxígeno de la atmósfera para generar una corriente.

Tiene un alto potencial energético, fiabilidad y son capaces de almacenar el triple de energía que las de Ion-litio en el mismo volumen y con la mitad del costo. Según algunos expertos, el zinc se posiciona como el combustible eléctrico del futuro. [8]

TIPOS DE RECARGAS DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO

Existen varios tipos de recargas para el VE tomando en consideración el tiempo que toma cada una, esta se define como: lenta, semi-rápida y rápida que tienen diferentes características definidas enfocadas a la potencia y corriente propias de esta, mismas que se define a continuación:

Recarga lenta

Es utilizada para el uso doméstico donde el vehículo puede recargarse con una corriente de 10 amperios en un periodo de entre 20 a 22 horas, misma que se encuentra adecuada en todos los vehículos eléctricos.

Recarga semi-rápida

Se encuentra con más frecuencia en lugares públicos, semipúblicos, y privados, con un tiempo de recarga de aproximadamente de 1.5 a 3 horas, con una corriente de 32 amperios.

Recarga rápida

Este tipo de recarga son utilizados con más frecuencias en electrolineras donde recarga su batería en un 80% en un tiempo aproximado de menos de 30 minutos, con corrientes superiores a los 40 amperios.

MODOS DE RECARGAS

Es el nivel de comunicación que existe entre la infraestructura de carga, el VE y el control que se tiene para una correcta carga, programándola en función al estado de las baterías, deteniéndola o reanudándola, llegando al punto hasta de volcar electricidad a la red, Estos pueden clasificarse en 4 modos con las siguientes características.

Modo 1

En este modo no existe una red de comunicación con el vehículo, donde se conecta directamente con la corriente convencional a un conector Schuko (CEE 7/3 conector alemán tipo F) teniendo una intensidad máxima de 16 amperios con instalaciones monofásicas de 230 voltios o hasta una trifásica de 400 voltios, este sirve para recargar vehículos pequeños que estén instalados en garajes privados.

Modo 2

Este modo tiene un nivel bajo en la comunicación con la red, en su cable cuenta con un controlador piloto donde se verifica una buena conexión entre el vehículo y la red de carga, este modo puede tener un conector Schuko (CEE 7/3 conector alemán tipo F), dispone de un sistema de alimentación en corriente alterna monofásica de 230 voltios o trifásica de 400 voltios con un amperaje máximo de 32 amperios. Este modo se utiliza cuando no haya un punto de recarga con modo 3 o con un vehículo que necesite recargas bajas.

Modo 3

El nivel de comunicación con la red es alto, los dispositivos que controlan y que protegen se encuentran ubicado en el mismo punto de recarga, este incluye un hilo piloto de comunicación integrado que vienen en los conectores como SAE J1772, Mennekes, combinado o Scame.

Modo 4

Este tipo realiza su recarga mediante corriente continua, en los diferentes puntos de recarga rápida en lugares públicos como en las denominadas electrolineras donde estos puntos de recarga son los encargados de transformar la corriente alterna en continua, el conector adecuado para este tipo ha sido el conector CHAdeMO. (HABITEC, 2013).

PUNTOS DE RECARGA

Las ubicaciones de puntos de recargas deben ser establecidos, mediante varios parámetros, como, la cantidad de consumo eléctrico, accesibilidad y su disponibilidad.

TIPOS DE PUNTOS DE RECARGA

Debido a la necesidad que tiene un vehículo eléctrico para realizar una recarga, es indispensable contar con diferentes tipos de puntos de recarga con el objetivo de abastecer de energía eléctrica a los vehículos. Para ello se dispone de dos tipos de puntos de recarga que son:

Puntos de recargas privados

Sus infraestructuras ubicadas dentro de los domicilios, que brindan comodidad mediante una recarga lenta que se estima entre 6 y 22 horas al 100% de su capacidad de la batería, generalmente este tipo de recarga se lo hace por la noche, de esta manera se evita el horario pico del consumo energético y un colapso de la red eléctrica.

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.

Puntos de recarga pública

Son estaciones que ofrecen dos tipos de recargas, una de ellas la semirapida que tarda entre 1,5 a 3 horas al 100% de la capacidad con una corriente monofásica de 230V a 32 amperios y una carga rápida en 30 minutos al 80% de su batería con una corriente trifásica de 400V a 63 amperios, lo cual son de gran utilidad siendo necesarias para una recarga emergente.

- 7 -

Estos puntos de recargas públicos pueden estar distribuidos en varios lugares, como pueden ser: parqueaderos en centros comerciales, parqueaderos subterráneos, estaciones de servicios entre otros. (ANDEL, 2016)

ORGANIZACIONES QUE ESTABLECEN NORMATIVAS

PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Hay dos organizaciones internacionales, una de ellas es la ISO (International Organization for Standardization), con referencia al sector de la industria automotriz, y la

IEC (International Electrotechnical Commission), establece especificaciones a lo que concierne al sistema eléctrico, estas dos entidades unen esfuerzos creando las normativas para los VEs.

La ISO tiene su comité TC 22, y subcomités que se distribuyen de la siguiente forma para creación de la normativa:

- WG 05: Especificaciones de radios para el automóvil
- SC 01: Equipamiento de ignición
- SC 03: Sistemas eléctricos y electrónicos
- SC 08: Señalización e iluminación
- SC 21: Vehículos impulsados eléctricamente

La IEC está conformada por comités y subcomités que establecen criterios para infraestructura de carga y se conforman de la siguiente manera:

- 14 -

- IEC/TC 21: Pilas y baterías secundarias
- IEC/SC 23H: Enchufes industriales y tomacorrientes
- IEC/TC 34: Lámparas y equipos relacionados
- IEC/TC 57: Gestión de sistemas de energía e intercambio de información asociada
- IEC/TC 69: Vehículos eléctricos de carretera y camiones eléctricos industriales
- IEC/TC 77: Compatibilidad electromagnética
- IEC/TC 105: Celdas de combustible
- IEC/CISPR: Compatibilidad electromagnética - Emisiones, comité especial

internacional sobre interferencias de radio. (CARRILLO, 2013)

ENTIDADES EUROPEAS DE NORMALIZACIÓN

En la actualidad hay tres organizaciones de normalización como son: CEN (Comité Europeo de Normalización), CENELEC (Comité Europeo para la Normalización Electrotécnica) y ETSI (Instituto de Normalización Europeo para las Telecomunicaciones), deben cumplir el mandato M/468 que determina los siguientes objetivos:

- Establecer la interoperabilidad entre el suministro y el punto de carga del VE, incluyendo su cargador cuando sus baterías son removidas permitiendo su conexión en todos los países que pertenecen a la Unión Europea.
- Asegurar la conexión entre el cargador con el vehículo y su batería removible permitiendo que el cargador pueda cualquier vehículo eléctrico.

- Aspectos de la carga inteligente.
 - Criterios de riesgos con referente a la seguridad y su compatibilidad electromagnética.
 - Se estable el grupo de investigación (Focus Group on European Electro-Mobility), el cual se encarga de terminar los criterios a todo lo relacionado con los VEs.
- (CARRILLO, 2013)

CARACTERÍSTICAS DE UNA INSTALACIÓN

Los puntos destinados a ofrecer una recarga de las baterías, no tendrán un desprendimiento de gases tóxicos durante el proceso y estos no están determinados como áreas en peligro de incendio según la ITC-BT-29 (Prescripciones particulares).

Los esquemas 1a, 1b, 2, 3a, y 3b se ubica a los contadores principales dentro del local dado que no exista el espacio suficiente se dispondrá de otra local donde también serán ubicados los contadores secundarios.

La recarga colectiva trifásica establecida en los esquemas 1a, 1b o 4b se acoplará a una de las potencias definidas en la tabla 2-6.

Tabla 2-7: Características para la instalación de puntos de carga. Fuente (Ministerio de Economía, 2017)

Las instalaciones que permiten recargas monofásicas repartirán la alimentación a las tres fases de forma equitativa en el circuito colectivo, en la tabla 2-5 se determina la cantidad máxima de puntos con los criterios de potencia máxima por cada punto igual a 3680 W. (Ministerio de Economía, 2017)

Alimentación

En referencia a la tensión nominal, cogida desde la red eléctrica será de 230/400V en corriente alterna para los diferentes modos 1, 2 y 3.

Cuando se desea instalar una estación con alimentación trifásica su tensión nominal será de 127/220 V esta se convertirá en 230/400V.

- 22 -

Para utilizar el modo 4 de carga en una estación, la tensión del convertidor será de alterna a continua, está llegando en corriente alterna a un voltaje total de 1000 V en trifásico y en corriente continua unos 1500 V.

Sistemas de conexión de neutro

Permite proteger el sistema de contactos indirectos, utilizando dispositivos de seguridad diferencial.

Canalizaciones

Deben cumplir con los criterios establecidos en la ITC del REBT (Prevención de sobrecargas), que determina según las características del local si es pública concurrente o de características especiales.

Los cables deben tener una tensión mínima de 450/750V, el conductor de cobre será de tipo 5 o 6 y resistentes a toda condición de tipo mecánica, sometida a derrame de fluidos, temperaturas elevadas etc.

Puntos de conexión

Son colocados junto al elemento que van alimentar, para uso de una casa, tienen una altura de 0.6m desde el nivel del suelo y si es de uso público será 1.2 m, para puntos destinados a personas con discapacidades de 0.7m a 1.2 m.

En la tabla 2-7 se establece criterios para los conectores según la ubicación y su alimentación que puede ser de tipo monofásica o trifásica.

Contador secundario de medida de energía

Tipo A, con capacidad de definir una medida energía activa en lo que respecta a los esquemas 1a, 1b, 1c, y 4b donde existiera servicio comercial, con contadores secundario ubicados en los puntos de la estación.

(4) Protección de los puntos de conexión contra sobre intensidades.

Seguridad

Especificaciones en contacto directo o indirecto

La instalación completa de la estación tiene que contar con una toma de tierra, el circuito que abastece debe constar con un conductor de protección.

Influencia externas

Estas pueden ser afectadas por la introducción de cuerpos sólidos, líquidos y gaseosos.

Los equipos conectados a la intemperie deben estar garantizados contra la corrosión.

Protección contra cuerpos sólidos y partes peligrosas

Las canalizaciones deben ser de tipo IPA4X (protección contra cuerpos solidos) o IPXXD (de menor protección), para estaciones en la intemperie.

Nivel de penetración de sustancias liquidas

Tiene una protección mínima de IPA4X, para los sistemas eléctricos de la estación.

Porcentaje de seguridad contra impactos mecánicos

Se brinda una seguridad a los equipos que conforman la parte electica de la estación y se podría utilizar unos de los métodos que se mencionan a continuación:

- Ubicar los equipos en una zona, fuera de un posible impacto.
- Colocar protecciones mecánicas para asegurar la integridad de los equipos.
- El material eléctrico debe ser el adecuado para evitar daños mecánicos.
- Combinar varias opciones para una mejor protección de los equipos como de sus instalaciones.
- Nivel de seguridad de los envolventes

Los sistemas eléctricos protegidos con envolventes cumplen un grado mínimo de protección IK08, a lo que concierne a efectos mecánicos externos.

- Grado de seguridad de las canalizaciones

Cuando están expuestas a daños mecánicos como circulación vehicular, los tubos cumplen las siguientes características: resistencia mínima de impacto de nivel 4 y de compresión de grado 5.

- Criterios de seguridad contra sobre intensidades

Estos cuentan con un dispositivo que permite el corte omnipolar, cuando el sistema sufre sobrecargas o cortocircuitos.

Para los modos de carga 1 o 2 que se conforman de tomas de corriente establecidos por la norma UNE 20312, los interruptores tienen una intensidad de 10A máximo.

- Sobretensiones

Cada elemento del sistema, debe estar debidamente protegidas sobretensiones transitorias o temporales, los equipos utilizados soportan una máxima sobretensión en neutro y fase de 440V.

Otros factores Red de tierras designadas para espacios de estacionamiento

Esto hace énfasis para estaciones en vías públicas o estacionamientos que están expuestos a la intemperie, la conexión a tierra no debe tener mayores tensiones de 24V, los postes dispondrán de bornes de tierra conectados al sistema del circuito principal.

El conductor que une los electrodos serán de material de cobre de 35 *mm*² si forman parte

del sistema de red o si no irán en las canalizaciones. (Ministerio de Economía, 2017)

NORMAS Y ORDENANZAS ECUATORIANAS

La NTE INEN 2316, establece los requerimientos básicos definidos para la infraestructura y áreas necesarias que tiene una gasolinera, considerada como base en la determinando de espacios para vehículos que utilicen servicios de parqueo y utilicen las

islas de carga eléctrica.

- 25 -

Ordenanzas municipales

Para la implementación de electrolinerías es importante considerar las ordenanzas municipales que se describe a continuación:

“La ordenanza que norma la ubicación y funcionamiento de gasolineras en el cantón Cuenca”, en esta se define los requisitos del lugar donde se desee implementar una gasolinera y la documentación necesaria para el proceso de construcción y posteriormente la aprobación de su funcionamiento.

“La ordenanza que regula el uso y ocupación de suelo en el cantón Cuenca”, la misma que protege y conserva el medio ambiente, lugares ecológicos de territorio y espacios denominados patrimonios culturales.

“Ordenanza que sanciona el plan de ordenamiento territorial del Cantón Cuenca: determinaciones para el uso y ocupación del suelo”, especifica las diferentes actividades que se puede desarrollar en un cierto territorio urbano del Cantón Cuenca.

La agencia de regulación y control hidrocarbureno, realiza el control de las normas mencionadas y de seguridad a las gasolineras o estaciones de servicio que cumplen con los siguientes espacios necesarios.

- Colores de la empresa y logotipo
- Numero de conectores
- Iluminación en las islas, zonas permisibles a la entrada y salida de los vehículos
- Área mínima de 500 metros cuadrados
- Servicios de dispensadores de agua y aire
- Señalización, seguridad
- Extintores en cada isla
- Cuartos de maquinas
- Cuarto de transformadores
- Baterías sanitarias para hombres, mujeres y discapacitados
- Local comercial (opcional)
- Bodegas
- Vestidores de empleados

Si cumple con todas las características, se garantiza un servicio de calidad de una electrolinería. (Henandez Galán, 2008)

Principios de funcionamiento de los vehículos eléctricos

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

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

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

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

En 1879, el ingeniero alemán Werner von Siemens elaboró el primer tren eléctrico,

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

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

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

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

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

A partir de esa época nació el concepto de movilidad sostenible, debido a los

problemas del medio ambiente, sociales y energéticos, originados por los modelos de transporte urbano de la segunda mitad del siglo XX y, particularmente, del uso del vehículo particular como instrumento para el transporte de personas y mercancías (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2015).

UNIVERSIDAD DE CUENCA

Freddy Leonardo León Estrella Máximo Xavier Salinas Poma

28

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

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

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

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

Tipos de vehículos eléctricos

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

- Híbrido paralelo.
- Híbrido serie.

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

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

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

UNIVERSIDAD DE CUENCA

Freddy Leonardo León Estrella Máximo Xavier Salinas Poma

30

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

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

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

Clasificación de los vehículos de accionamiento eléctrico: Este tipo de automóviles

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

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

Todos ellos tienen un reto enorme ligado a la disminución del uso de combustibles fósiles como: el petróleo y gas licuado de petróleo y su consecuente emisión de gases. Los PHEV comúnmente conocidos como vehículos eléctricos de autonomía extendida, requieren de baterías para impulsar un motor eléctrico y utilizan otro combustible como lo es la gasolina para impulsar un motor de combustión interna. Estos automóviles pueden

UNIVERSIDAD DE CUENCA

Freddy Leonardo León Estrella Máximo Xavier Salinas Poma

31

conectarse a la red eléctrica para cargar las baterías, a la vez, se pueden también cargar mediante un motor de combustión interna y de frenado regenerativo (ENERGY, 2015). Los vehículos híbridos enchufables, disponen de baterías más grandes que los HEV. Permitiendo un desplazamiento con electricidad autónoma de entre 16 y 65 kilómetros, pudiendo ser más el desplazamiento dependiendo del modelo y de carga ligera. Es importante señalar que, mientras la batería este cargada, el modelo PHEV funciona de manera eléctrica gracias a la energía que almacena su batería cuando es utilizado en zonas urbanas. Asimismo, el motor de combustión interna se encargará de impulsar el automóvil cuando la batería carezca de energía, cuando sea necesaria una aceleración rápida a altas velocidades o cuando el usuario necesite activar la calefacción.

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

Electric Vehicles (EV): Estos automóviles utilizan baterías para almacenar la energía eléctrica que impulsa a uno o más motores. Las mismas se cargan al conectarse a las redes eléctricas. Los EV también tienen la opción de cargarse a través de un frenado regenerativo, no disponen de un motor de combustión interna, razón por la cual no emiten

gases de escape a pesar de ello, existen emisiones que se las calcula durante el conocido ciclo de vida, que están implícitos en la mayoría de los sistemas de producción de electricidad (ENERGY, 2015).

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

UNIVERSIDAD DE CUENCA

Freddy Leonardo León Estrella Máximo Xavier Salinas Poma

Vehículo totalmente eléctrico (Dreamstime)

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

Demanda energética Nacional

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

UNIVERSIDAD DE CUENCA

Freddy Leonardo León Estrella Máximo Xavier Salinas Poma

48

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

El Ecuador en la actualidad se encuentra en uno de los mejores momentos en cuanto a la generación y distribución de energía se refiere. Mediante el plan maestro de electrificación año 2016-2025 se considera la demanda energética en relación al crecimiento poblacional y el consumo, la implementación de instituciones que requieren un alto nivel de demanda energética como lo es la refinería del pacífico, los sectores mineros y el proyecto de cambio de matriz energética del país. Dentro de este plan se contempla el cambio de transporte sustentado en combustible de petróleo hacia un transporte eléctrico. Mediante este plan, se busca ofrecer un abastecimiento de energía eléctrica que brinde condiciones de seguridad, calidad y confianza, mediante normativas

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

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

UNIVERSIDAD DE CUENCA

Freddy Leonardo León Estrella Máximo Xavier Salinas Poma

49

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

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

(Giga Vatio por hora). En cuanto al alumbrado público, la demanda de energía ascienda a 1310 GWh (Giga Vatio por hora). Esto da como resultado una demanda de energía nacional de 27054 GWh (Giga Vatio por hora) para el año 2025.

6.1 CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

(Registro Oficial N° 449, 20 de Octubre de 2008)

La Constitución del Estado establece responsabilidades ambientales para garantizar la conservación de los recursos y su apropiado aprovechamiento por parte de las comunidades. El derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado (artículo 14), es la pauta para el establecimiento de lineamientos como:

Art. 395. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

El artículo 66, numeral 27, expresa el derecho de la población ecuatoriana a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

El Capítulo Segundo: Biodiversidad y Recursos Naturales, Sección Primera: Naturaleza y Ambiente, artículos 395, 396, 397 y 398 puntualiza las garantías brindadas por el Estado para la conservación del medio ambiente, así como las responsabilidades, sanciones y la necesidad de que la comunidad sea informada de todas las decisiones tomadas en materia ambiental.

6.2 LEYES

6.2.1 LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL

(Registro Oficial Suplemento No 418 del 10 de Septiembre de 2004)

Es la norma macro de la política ambiental del Estado Ecuatoriano y todos los que ejecutan acciones relacionadas con el ambiente en general; esta ley dispone la aplicación de varios principios,

CELEC S.A. - TRANSELECTRIC Auditoria Ambiental L/T Pasto – Quito II

Abrus Cía. Ltda. (APE 2009-50) 6-2

políticas y herramientas de gestión ambiental y constituye por lo tanto un instrumento jurídico que delinea el campo de acción del Estado y de la sociedad civil en materia ambiental.

En cuanto a la participación de los particulares en la protección de sus derechos ambientales el Título VI de la Ley declara que las personas naturales, jurídicas o los grupos humanos tendrán acción

pública para denunciar la violación de las normas ambientales.

Las instituciones del Estado con competencia ambiental forman parte del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental y se someterán obligatoriamente a las directrices establecidas por el Consejo Nacional de Desarrollo Sustentable. Las instituciones del sistema son las responsables de aprobar, regular, exigir el cumplimiento, supervisar y ejecutar acciones de protección y cuidado ambiental que debe contemplar los sujetos de control. Establece los principios ejecutables de información y vigilancia ambiental, aplicando mecanismos de participación social para lograr un adecuado control de la contaminación ambiental y protección del ambiente.

Determina los instrumentos de aplicación de las normas ambientales, entre los cuales se identifican los siguientes: calificación previa considerando el principio precautelatorio, garantías licencias ambientales, sistemas de manejo ambiental, parámetros de calidad ambiental, normas de efluentes, emisiones y evaluación de los impactos ambientales.

Se destaca el Art. 20 que establece la exigencia de la licencia ambiental previa para toda actividad que implique riesgo ambiental.

6.2.2 LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

(Registro Oficial Suplemento 418 del 10 de Septiembre de 2004)

Contiene una serie de disposiciones relacionadas con acciones de ejecución obligatoria para prevenir y controlar la contaminación ambiental en todos los componentes ambientales (agua, suelo, aire) y prohibiciones expresas para efectuar descargas de contaminantes directas. Señala también los responsables del control y la implementación de acciones según lo establecen los Art. 1, 3, 6, 10, 11 y 15. Involucra también a la población concediéndole acción popular para denunciar ante las autoridades competentes, toda actividad que contamine el medio ambiente en el Art. 16.

El Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA) a partir del mes de Diciembre de 2002, estableció los parámetros y límites permisibles de contaminantes sobre los recursos suelo, agua y aire.

CELEC S.A. - TRANSELECTRIC Auditoria Ambiental L/T Pasto – Quito II

Abrus Cía. Ltda. (APE 2009-50) 6-3

6.2.3 LEY PARA LA CONSTITUCIÓN DE GRAVÁMENES Y DERECHOS TENDIENTES A OBRAS

DE

ELECTRIFICACIÓN

(Registro Oficial No 472 del 28 de Noviembre de 1977)

La Ley de Régimen del Sector Eléctrico en el título final sobre las derogatorias deja vigente a esta ley y señala que las atribuciones otorgadas en este cuerpo legal serán ejercidas por el CONELEC.

Esta ley establece los derechos de las personas jurídicas de derecho público o de derecho privado con finalidad social o pública para tender Líneas de Transmisión y distribución eléctrica y de colocar otras instalaciones propias del servicio eléctrico, dentro de las respectivas circunscripciones nacionales o locales en las que prestan dicho servicio.

De acuerdo con el Art. 2 de la Ley para la Constitución de Gravámenes y Derechos Tendientes a Obras de Electrificación, las Empresas Eléctricas tendrán derecho a ocupar el área de terreno necesario para:

- a. La colocación de postes, torres, transformadores, o similares;
- b. El tendido de líneas subterráneas; y,
- c. En el caso de tendido de líneas aéreas, la determinación de una faja de terreno destinada a los propósitos indicados, siguiendo el trazado de la línea, de acuerdo con las características y requerimientos de seguridad de la obra.

EL CONELEC luego de aprobar los estudios de impacto ambiental impone con carácter de obligatorio mediante resolución, el derecho de servidumbre de tránsito para obras de electrificación, con el objeto de ocupar los terrenos necesarios para la colocación de postes, torres, transformadores, o similares, el tendido de líneas subterráneas y para el caso de tendido de líneas aéreas, la determinación de una faja de terreno destinada a los propósitos indicados.

6.2.4 LEY DE RÉGIMEN DEL SECTOR ELÉCTRICO

(Registro Oficial Suplemento No 43 del 10 de Octubre de 1996)

En materia de medio ambiente esta ley garantiza que en todos los casos los generadores, transmisores y distribuidores deberán observar las disposiciones legales relativas a la protección del medio ambiente. Previo a la ejecución de la obra, los proyectos de generación, Transmisión y distribución de energía eléctrica deben cumplir las normas existentes de preservación del medio ambiente y para ello exige la presentación de un estudio independiente de evaluación del impacto
CELEC S.A. - TRANSELECTRIC Auditoria Ambiental L/T Pasto – Quito II

Abrus Cía. Ltda. (APE 2009-50) 6-4

ambiental, con el objeto de determinar los efectos ambientales, en sus etapas de construcción, operación y retiro; los mismos que deben incluir el diseño de los planes de mitigación y/o recuperación de las áreas afectadas y el análisis de costos correspondientes.

La Ley del Régimen del Sector Eléctrico, en el Art. 3.- Medio Ambiente, establece que previo a la ejecución de una obra de transmisión eléctrica, o su operación y mantenimiento y retiro, debe ejecutarse una evaluación del impacto ambiental y los respectivos planes de mitigación y/o recuperación de áreas afectadas.

6.2.5 TEXTO UNIFICADO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA

(Decreto Ejecutivo 3516, 31 de Marzo de 2003).

En el Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), los libros III, IV y especialmente el VI de la Calidad Ambiental se consideraran regulaciones según:

- Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes del Recurso Agua.
- Anexo 2: Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo.
- Anexo 4: Norma de Calidad de Aire Ambiente.
- Anexo 5: Límites Permisibles de Niveles de Ruido Ambiente.
- Anexo 6: Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos.
- Anexo 10: Norma de Radiaciones No Ionizantes de Campos Electromagnéticos.

6.3 REGLAMENTOS

6.3.1 REGLAMENTO AMBIENTAL PARA ACTIVIDADES ELÉCTRICAS

Decreto Ejecutivo 1761, Registro Oficial No 396 del 23 de Agosto de 2001

El RAAE establece las disposiciones reglamentarias que en materia ambiental son aplicables al Sector Eléctrico sin perjuicio de las concordancias que deba efectuarse con la normativa general reglamentaria como la Ley de Gestión Ambiental, el Reglamento del Sistema Único de Manejo Ambiental y el Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

Establece la obligatoriedad de los ejecutores de actividades eléctricas para el cumplimiento de las leyes y reglamentos ambientales, los parámetros y límites establecidos para las actividades que generan emisiones y una clasificación de proyectos y obras eléctricas que son una guía para la aplicación del reglamento.

CELEC S.A. - TRANSELECTRIC Auditoria Ambiental L/T Pasto – Quito II

Abrus Cía. Ltda. (APE 2009-50) 6-5

El Artículo 15 del RAAE hace referencia a varias normas ambientales nacionales y seccionales, que fueron derogadas con la expedición del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria.

Por lo tanto, el Consejo Nacional de Electricidad, en cumplimiento del literal f) del artículo 7 del Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas (RAAE), debe : “Controlar la realización de los Planes de Manejo Ambiental de las empresas autorizadas que se encuentren operando en actividades de generación, Sub-Transmisión o distribución de energía eléctrica, sobre la base de las auditorias ambientales que deberán practicarse”, del literal d) artículo 13 “Efectuar el monitoreo ambiental previsto en el Plan de Manejo Ambiental, realizar la auditoría ambiental interna respectiva y

presentar sus resultados a consideración del CONELEC y cuando el Ministerio del Ambiente lo requiera” y del literal b), artículo 37” El titular de la concesión específica, permiso, licencia, tendrá las siguientes obligaciones....

6.3.2 REGLAMENTO DE RIESGOS DEL TRABAJO EN INSTALACIONES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

(Acuerdo Ministerial 13, Registro Oficial No 249 del 3 de Febrero de 1998)

El Ministerio del Trabajo a través del Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo vigila la aplicación de esta norma relativa a la salud ocupacional en materia eléctrica.

6.3.3 REGLAMENTO DE CONCESIONES, PERMISOS Y LICENCIAS PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO

DE ENERGÍA ELÉCTRICA

(Registro Oficial Suplemento No 290, 3 de Abril de 1998)

El presente reglamento tiene por objeto establecer las reglas y procedimientos generales bajo los cuales el Estado Ecuatoriano podrá delegar en favor de otros sectores de la economía las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, así como regular la importación y exportación de energía eléctrica. Expresa en sus artículos el otorgamiento de concesiones, permisos y licencias para la ejecución de las actividades en el sector eléctrico.

El artículo 35, literal f, establece que la presentación del Estudio de Impacto Ambiental Preliminar constituye uno de los requisitos fundamentales para el otorgamiento de una concesión específica.

CELEC S.A. - TRANSELECTRIC Auditoria Ambiental L/T Pasto – Quito II

Abrus Cía. Ltda. (APE 2009-50) 6-6

6.3.4 REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO

AMBIENTE DE TRABAJO

(Decreto Ejecutivo 2393, Registro Oficial No 565 del 17 de Noviembre de 1986)

En general este reglamento establece parámetros de conducta y especificaciones en infraestructura para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores. También se refiere a las condiciones que deberán poseer los ambientes de trabajo en cuanto a seguridad e higiene para el desarrollo de las actividades laborales.

El reglamento presenta un sin número de exigencias en cuanto al diseño de instalaciones, importaciones, compra de equipos y maquinaria que deberán ser cumplidas por las empresas de acuerdo a su ámbito de aplicación. Presenta además las obligaciones de los empleadores, de los intermediarios, de los trabajadores.

En el artículo 15 señala la importancia de la Unidad de Seguridad e Higiene del Trabajo, así como sus

funciones.

6.3.5 REGLAMENTO DE APLICACIÓN DE LOS MECANISMOS DE PARTICIPACIÓN SOCIAL ESTABLECIDOS

EN LA LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL

(Decreto ejecutivo N° 1040 de 22 de abril de 2008)

El artículo 9 enfatiza que la participación social tiene como finalidad considerar e incorporar los criterios y las observaciones de la ciudadanía, especialmente de la población directamente afectada para que las actividades del proyecto que puedan causar impactos ambientales.

La participación social se efectuará de manera obligatoria de acuerdo al artículo 10 previo a la aprobación del Estudio de Impacto Ambiental Definitivo. Los mecanismos de participación ciudadana incluirán la difusión de la información de la actividad, la recepción de criterios y la sistematización de la información obtenida.

6.4 OTROS

6.4.1 LICENCIA AMBIENTAL

(Resolución 235 del Ministerio de Medio Ambiente)

Existente para la fase de construcción del proyecto y describe una serie de obligaciones contraídas por TRANSELECTRIC S.A. para el desarrollo de esta etapa del proyecto, además en su numeral 8 CELEC S.A. - TRANSELECTRIC Auditoria Ambiental L/T Pasto – Quito II

Abrus Cía. Ltda. (APE 2009-50) 6-7

establece que se debe presentar Auditorias Ambientales Externas conforme a lo señalado a la legislación ambiental vigente.

6.4.2 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental proveniente del Estudio de Impacto Ambiental Definitivo, fue desarrollado para las etapas de construcción, operación y mantenimiento, consta de los siguientes programas:

- Programa de Prevención.
- Programa de Mitigación de Impactos.
- Sub – Programa de Rehabilitación Ambiental.
- Programa de Manejo de Desechos.
- Programa de Capacitación Ambiental.
- Programa de Monitoreo y Seguimiento.
- Programas de Participación Ciudadana.
- Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

□ Programa de Contingencias.

6.4.3 NORMAS TÉCNICAS AMBIENTALES PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

AMBIENTAL

(Acuerdo Ministerial 155, Registro Oficial Suplemento No 41 del 14 de Marzo de 2007)

Estas normas específicas se refieren entre otros al Anexo 10, Norma de radiaciones no ionizantes de campos electromagnéticos.

Este conjunto de normas establece una serie de parámetros a cumplirse en relación al nivel de radiación no ionizante en la Línea de Transmisión para la preservación del medio ambiente y la salud de los trabajadores. Consta de normas administrativas, operativas donde se presentan los límites máximos permisibles que podrán ser vertidos o emitidos al medio ambiente.

CELEC S.A. - TRANSELECTRIC Auditoria Ambiental L/T Pasto – Quito II

Abrus Cía. Ltda. (APE 2009-50) 6-8

6.4.4 ORDENANZA MUNICIPAL 213 (ORDENANZA SUSTITUTIVA DEL TÍTULO V “DEL MEDIO AMBIENTE”, LIBRO SEGUNDO DEL CÓDIGO MUNICIPAL PARA EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO)

(Registro Oficial Edición Especial del 10 de septiembre de 2008)

Establece las directrices para la realización de Auditorías Ambientales de aquellas actividades desarrolladas dentro del Distrito Metropolitano de Quito, así como la emisión de licencias ambientales, sanciones y multas.

1.1 Tipos de Vehículos Eléctricos.

En la actualidad se disponen en el mercado automotriz de tres tipos de vehículos eléctricos: el vehículo híbrido, híbrido enchufable y el vehículo eléctrico puro. Los detalles de cada uno de estos vehículos se muestran a continuación.



Figura 1-1. Tipos de Vehículos Eléctricos [7]

1.1.1 Vehículo Híbrido.

En este tipo de vehículo destaca su interacción entre el motor de combustión interna y un motor

eléctrico, haciendo uso únicamente del combustible como fuente energética. El funcionamiento del motor eléctrico se da en velocidades bajas, por ejemplo, en el arranque y cuando el sistema de baterías esté cargado, para evitar la emisión de gases contaminantes. El motor de combustión interna del vehículo, se pondrá en funcionamiento cuando se requiera una mayor velocidad y potencia de este, y cuando sea necesario la carga del sistema de baterías [6].

El vehículo híbrido no permite la carga de la batería mediante una fuente exterior a electricidad. Sus baterías no tienen la capacidad de almacenar gran cantidad de energía como se da en el caso del VE puro, ya que en todo momento se dan intervalos de carga y descarga. El consumo de combustible se ve reducido entre el 25% y el 40% y su batería puede ser cargada mediante el frenado regenerativo cuando el conductor presiona el freno, obteniendo así energía cinética para la carga y el motor de gasolina [7].

1.1.2 Vehículo Híbrido Enchufable.

El VE híbrido enchufable, hace uso de su motor de combustión interna, o del motor eléctrico, dependiendo del grado de potencia que se solicite para el desplazamiento del mismo. Este vehículo

hace uso de dos fuentes externas de energía: la primera proveniente del combustible que permite mover el motor de combustión interna y la electricidad proveniente de la red eléctrica que permite cargar la batería. La batería puede ser cargada mediante el motor a gasolina, el frenado regenerativo (utiliza la energía cinética almacenada) y cuando el vehículo es conectado a un punto de recarga [7].

1.1.3 Vehículo Eléctrico Puro de Batería.

Las características que tiene este tipo de vehículo son las de: un sistema de propulsión formado por un motor eléctrico, un sistema de control o controlador que regula la velocidad y aceleración del mismo, un sistema de almacenamiento de energía (baterías) y un sistema de recarga. No utilizan ningún tipo de combustible específico, por lo que no emiten contaminantes hacia la atmósfera y son fabricados principalmente para ser usados en lugares céntricos y autopistas de distancias cortas [5].

Los tiempos de recarga de sus baterías puede ir desde unos cuantos minutos hasta varias horas, dependiendo del sistema de carga al cual vaya a ser conectado.

1.2 Baterías

Las baterías cumplen un papel fundamental en el funcionamiento del VE, ya que son las encargadas de almacenar y distribuir energía hacia los componentes eléctricos del vehículo. En los vehículos eléctricos el principal problema es el almacenamiento de energía, un punto crítico al momento de movilizarse de un punto a otro, ya que dependiendo del tipo de batería y de los componentes que se emplean para su fabricación, se podrá almacenar mayor cantidad de energía en las mismas y por ende el vehículo tendrá mayor autonomía, lo cual se verá reflejado en mayor cantidad de Wh/Km [8].

1.2.1 Tipos de Baterías.

A continuación, se detalla los diferentes tipos de batería para vehículos eléctricos usados en la actualidad:

1.2.1.1 Batería de Plomo – ácido



Figura 1-2. Batería de Plomo – Acido [9]

Este tipo de batería es la más antigua y es utilizada en los vehículos convencionales para funciones de arranque e iluminación por su bajo costo. Debido a su tamaño, recarga lenta, peso y toxicidad que presenta el plomo, no es utilizada en los VE.

1.2.1.2 Batería de Níquel – Cadmio



Figura 1-3. Batería de Níquel – Cadmio [10]

Baterías también utilizadas en la industria automotriz, pero por el alto costo de sus elementos no son muy utilizadas en automóviles, más bien están orientadas al uso en aviones, helicópteros o vehículos militares, debido a su gran rendimiento en bajas temperaturas. Este tipo de batería reduce su capacidad de almacenamiento con cada recarga.

1.2.1.3 Batería de Níquel – hidruro metálico



Figura 1-4. Batería de Níquel – hidruro metálico [11]

Batería de prestaciones similares a la batería de níquel-cadmio, con mejor capacidad, pero con aun un número limitado de recargas y deterioro frente a temperaturas elevadas, por este motivo se limita su vida útil, es utilizado por el modelo Prius de Toyota, aunque generen demasiado calor y se recarguen lentamente. [8]

1.2.1.4 Baterías de Ion – litio (LiCoO_2)



Figura 1-5. Batería de Ion – litio del VE Nissan Leaf [12]

Este tipo de batería de reciente creación formada por un electrolito de sal de litio y electrodos de litio, cobalto y oxido, ha permitido obtener altas energías específicas, alta eficiencia, así como la ausencia de mantenimiento y tamaños reducidos. Las desventajas que presentan este tipo de baterías son: su alto costo de producción, son frágiles y pueden explotar por el sobrecalentamiento, por esto deben ser almacenadas con mucho cuidado [12].

1.2.1.5 Baterías LiFePO4



Figura 1-6. Batería de litio-ferro fosfato [13]

Tipo de batería Ion-litio, parecida a la anterior, con la diferencia de que no usa el cobalto en su fabricación, motivo por el cual tiene una mayor estabilidad y seguridad al momento de su uso. Una ventaja importante que resalta esta batería es su ciclo de vida más largo y una mayor potencia, con la desventaja de su alto de producción.

1.2.1.6 Baterías de Polímero de litio:



Figura 1-7. Batería de Polímero de litio [14]

Otra variación de las baterías Ion-litio que cuenta con algunas mejoras como una densidad energética mayor, una potencia más elevada y además ligeras. Su elevado costo y ciclo de vida reducido no hace que sea una opción clara al momento.

1.2.1.7 *Batería ZEBRA:*



Figura 1-8. Batería Zebra [15]

Baterías, también llamadas de sal fundida, trabajan a 250°C y tienen como electrolito cloro aluminato de sodio triturado. Es una batería compleja, de mayor contenido químico, pero que consigue unas características de energía y potencia interesantes. Tienen el mejor ciclo de vida de todas las baterías, pero requieren ocupar mucho espacio y su potencia es baja. [8]

1.2.1.8 *Batería de Aluminio-aire*

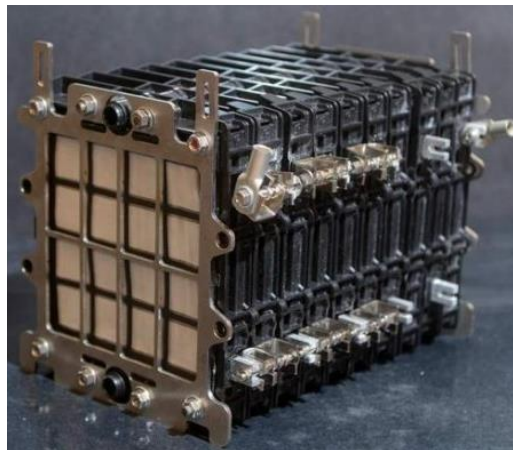


Figura 1-9. Batería de Aluminio – aire [16]

Consideradas “pilas de combustible” por la necesidad de sustituir los electrodos de metal gastados por unos nuevos. Con una capacidad de almacenamiento de hasta diez veces más que las de tipo Ion-litio y una densidad energética fuera del alcance del resto, este tipo de batería no ha tenido una buena

aceptación comercial debido a sus problemas de recarga y de fiabilidad. Se encuentran en fase experimental. [8].

1.2.1.9 Batería Zinc-Aire:

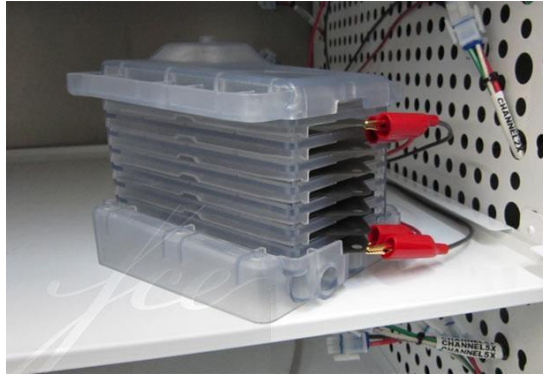


Figura 1-10. Batería de Zinc – aire [17].

Desarrolladas por una compañía suiza, y en fase experimental, pero más avanzada que las de Aluminio-Aire, estas baterías necesitan obtener el oxígeno de la atmósfera para generar una corriente. Tiene un alto potencial energético, fiabilidad y son capaces de almacenar el triple de energía que las de Ion-litio en el mismo volumen y con la mitad del costo. Según algunos expertos, el zinc se posiciona como el combustible eléctrico del futuro. [8]

1.2.1.10 Comparativa de características técnicas de las baterías

Tabla 1-1. Comparativa de las características técnicas de los tipos de baterías [18]

TIPO	ENERGÍA ESPECÍFICA Wh/kg	POTENCIA ESPECÍFICA W/kg	RENDIMIENTO %	CICLO DE VIDA
Pb – ácido	35 - 50	150 - 400	80	300 - 500
Ni – Cd	30 - 50	100 - 150	75	1000 - 2000
Ni – MeH	60 - 80	200 - 300	70	1000 - 2000
Al – aire	200 - 300	100	<50	No disponible
Zn – aire	100 - 220	30 - 80	60	No disponible
Na – S	150 - 240	230	85	1000
Na - MeCl	90 – 120	130 - 160	80	1000
Li – pol	150 - 200	350	No disponible	500
Li – ión	80 -130	200 - 300	>95	1000

Como se puede observar en la Tabla 1-1, se presenta información técnica de las características de las baterías mencionadas anteriormente, donde la primera fila muestra las características de una batería plomo ácido (Pb - ácido) batería convencional de 12V (no usada en VE). La última fila muestra las características de una batería de iones de litio (Li - ION), baterías de las más utilizadas en la actualidad en VE, debido a que presentan una elevada densidad de energía, además que no presentan el efecto memoria (fenómeno que reduce la capacidad de las baterías con cargas incompletas), tienen un número de cargas superior a las de Ni – MH y mantienen su capacidad por encima del 90% tras 1000 ciclos de carga, su impacto ambiental es reducido, algunos inconvenientes que presenta es su

elevado precio, la pérdida de capacidades electroquímicas con temperaturas de más de 50°C y rendimiento reducido a temperaturas bajas y una vida útil media de 3 años [18].

1.2.1.11 La batería más usada actualmente en los VE

Las baterías de Ion – Litio hoy en día presentan la mejor opción para ser instaladas en un VE, y al ser una tecnología aun en desarrollo los fabricantes aspiran a tener un gran margen de mejora en un futuro cercano

Este tipo de batería como se mencionó con anterioridad es utilizado en el VE Nissan Leaf y tiene una capacidad de 24 kWh, ensamblada por Automotive Energy Supply Corporation (AESC), siendo el fabricante de baterías automotrices más grande actualmente ubicada en Yokohama - Japón. La batería está formada de 48 módulos individuales conectados en serie, con una capacidad de 32,5 Ah, potencia promedio de 20 kWh (para preservar la vida útil del ciclo de carga), con un voltaje máximo de carga cercano a 384V [12].

2.1 Definiciones

2.1.1 Estación de recarga

Se denomina así al conjunto de componentes y equipos que se utilizan para suministrar ya sea corriente continua C.C o corriente alterna C.A al VE, mediante la toma de corriente se conectara la alimentación hacia el vehículo.

2.1.2 Sistema de alimentación del vehículo (SAVE)

El sistema de alimentación hacia el VE consta de los equipos necesarios como son: conductores de fase, neutro, toma de tierra para protección, acoplamiento del VE, clavijas de sujeción, enchufes de salida de potencia, instalados específicamente con el fin de aportar energía desde la toma de energía hacia el vehículo y permitir la comunicación entre estos de ser necesario.

2.1.3 Cargador que no está a bordo

Este tipo de cargador se conecta a la toma de C.A y está diseñado para operar fuera del vehículo, este tipo de cargador suministra corriente continua al VE.

2.1.4 Cargador dedicado que no está a bordo

Tipo de cargador que no se encuentra a bordo y se utiliza con algunos tipos de VE y puede tener funciones de comunicación y control de carga del vehículo.

2.1.5 Estación de carga en C.A para vehículos eléctricos

Conforman todos los componentes y equipos necesarios utilizados para suministrar C.A al vehículo, instalados en envolventes y que poseen funciones de control especiales.

2.1.6 Estación de carga en C.C para vehículos eléctricos

Contienen todos los componentes y equipos necesarios utilizados para suministrar C.C al vehículo, instalados en envolventes y se encuentra situado fuera del vehículo.

Si se pretende que la velocidad de carga del VE sea rápida, se recomienda el uso de los conectores tipo CHAdeMo ya que su ventaja de carga es óptima para un entorno público.

2.2 Tipos de Recargas

El tipo de carga es importante para el diseño ya que involucra características de baterías conectores y estaciones de carga, en este caso el dato que se recolecta es la potencia suministrada de punto de recarga.

2.2.1 Recarga Lenta

Este tipo de carga utiliza un nivel de voltaje convencional, es decir un voltaje de 240 Voltios y 16 Amperes de corriente, entregando en ese punto una potencia aproximada de 3.8 kW

Con este nivel de potencia, la batería se demora en cargar en un tiempo aproximado de 8 horas, siendo óptima para la recarga de vehículos eléctricos en la zona horaria nocturna, ubicadas en domicilios.

2.2.2 Recarga Semirápida

Este tipo de carga utiliza un nivel de voltaje convencional, es decir un voltaje de 240 (VAC) y 32 Amperes de corriente, entregando en ese punto una potencia aproximada de 7.7 kW

Con este nivel de potencia, la batería se demora en cargar en un tiempo aproximado de 4 horas, siendo óptima para la recarga de vehículos eléctricos en la zona horaria nocturna, en lugares como garaje de viviendas unifamiliar o garajes comunitarios

2.2.3 Recarga Rápida

Este tipo de carga utiliza un nivel de corriente eléctrica más altas que las anteriores tiene como objetivo entregar la energía en corriente continua, obteniendo una potencia de salida aproximadamente de 50 kW.





Con este nivel de potencia, la batería se carga un 60 % en un tiempo aproximado de 15 minutos, tiempo que es concedida por el cliente para su repostaje con un vehículo de combustión interna

Este tipo de carga al tener mayor potencia y exigencias, implica cambios o adecuaciones a las redes eléctricas actuales

2.3 Modos de carga

Los modos de carga se estructuran por niveles de corriente, potencia y el tipo de carga que es empleada, a continuación, se muestra una tabla 2-1, donde se observa las características de cada modo.

Tabla 2-1. Cuadro comparativo de los diferentes modos de recarga

MODO	POTENCIA (KW)	CORRIENTE (A)	GRÁFICA	CARGA
Modo 1		16 A por fase		Lenta
Modo 2	7.4-22	32 A por fase		Lenta
Modo 3	14.8-43	64 A por fase		Semi rápida
Modo 4	50-150	400 ^a		Rápida

En la Tabla 2-1, se pueden observar los cuatro modos de carga descritos dentro de la normativa IEC 61851-1:2010, los mismos que se detallan a continuación:

- **Carga en modo 1:** La conexión del VE se la hace a la red de C.A, utilizando tomas de corriente normalizadas de hasta 16 A, en el lado de la alimentación ya sean monofásicos o trifásicos, haciendo uso de fases, neutro y conductores de toma a tierra y protección.
- **Carga en modo 2:** La conexión del VE se la hace a la red de C.A, utilizando tomas de corriente normalizadas de hasta 32 A, ya sean monofásicos o trifásicos, haciendo uso de fases, neutro y conductores de toma a tierra y protección junto con un conductor piloto de control entre el VE y la estación de carga.
- **Carga en modo 3:** La conexión del VE se realiza directamente a la red de alimentación de C.A, con el uso de SAVE dedicados, donde el conductor piloto de control se extiende al equipo permanentemente conectado a la red de C.A.
- **Carga en modo 4:** La conexión del VE a la red de C.A es indirecta, ya que esta se da mediante un cargador externo o convertidor, donde el conductor piloto de control se extiende al equipo permanentemente conectado a la red de C.A.

2.4 Variaciones del modo de conexión del vehículo eléctrico

Mediante la norma IEC 61851-1:2010, podemos saber que existen varios tipos de conexión que puede tener un VE.

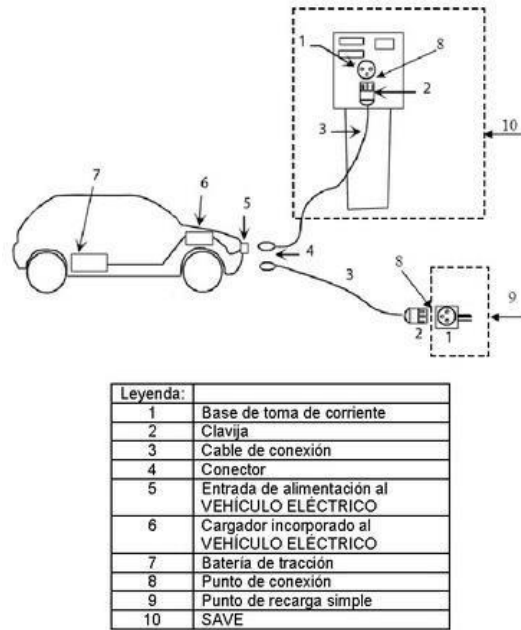


Figura 2-1. Infraestructura de recarga del VE [19]

Conexión caso A: conexión de un vehículo eléctrico a la red de corriente alterna, mediante un cable de alimentación y una clavija permanente unidas al VE.

Conexión caso B: conexión de un vehículo eléctrico a la red de corriente alterna, mediante un cable de carga desmontable con conector al vehículo y un equipo de alimentación en corriente alterna.

Conexión caso C: conexión de un vehículo eléctrico a la red de corriente alterna, mediante un cable de alimentación y un conector del vehículo permanentemente unidos al equipo de alimentación (modo 4 de carga).

2.5 Comunicación de datos serie entre la fuente de alimentación y el vehículo eléctrico

Según los distintos modos de carga enunciados con anterioridad, se especifica la comunicación de datos serie a continuación:

Carga en modo 1: la comunicación de datos serie no es utilizada

Carga en modo 2: la comunicación de datos serie es opcional

Carga en modo 3: la comunicación de datos serie es opcional

Carga en modo 4: la comunicación de datos serie es totalmente obligatoria, ya que permite al vehículo controlar las opciones de carga, tiempos, niveles de corriente con el cargador.

2.6 Infraestructuras de recarga

Actualmente en países donde desde hace tiempo los VE vienen utilizándose, existen varios tipos de puntos de recarga, según el lugar donde se realice su instalación, ya sea en la vía pública, en un entorno controlado, en el interior de garajes o en viviendas.

Con el fin de lograr que el usuario del VE, tenga la facilidad de cargar su vehículo y solucionar el problema de autonomía, se disponen de distintas infraestructuras de recarga para este, y así se pueda tener acceso a la energía requerida en cualquier momento y lugar.

2.6.1 Recarga en residencias (de carga lenta)

Este tipo de recarga la soportan todos los vehículos eléctricos del mercado dada su sencillez, ya que se trata en conectar el vehículo a cualquier tomacorriente domestico tipo (Schuko). La carga se da con una corriente alterna bifásica o monofásica a 230V, 16 A y 3,6 kW de potencia máxima, con un tiempo de carga que depende de la capacidad que tenga la batería que incorpora el VE (5-8 horas), de esta manera la solución de carga domiciliaria es muy utilizada por su disponibilidad, con la desventaja del tiempo que toma cargar el vehículo [19].



Figura 2-2. Ejemplo de recarga domestica de Renault ZOE [19].

2.6.2 Recarga semi - rápida

Es un tipo de recarga no muy extendida al momento, ya que está enfocado principalmente a zonas públicas como aparcamientos en la vía, o semipúblicas como centros comerciales. Su alimentación consiste en una corriente alterna monofásica o bifásica de 230V, 32A y 8-14 kW de potencia, que permite que el vehículo eléctrico se cargue entre 1-3 horas, con corriente alterna trifásica de 400V, 63A y con 22-43 kW de potencia, se conseguiría cargar el VE en 30 minutos [19].



Figura 2-3. Ejemplo de recarga semi - rápida en un centro comercial del Mitsubishi i-MiEV [19]

2.6.3 Recarga rápida

Tipo de recarga que requiere de una instalación eléctrica dedicada, ya que maneja una corriente continua de hasta 600V y 400A con una potencia de hasta 240 kW y permiten cargar el 80% de la batería del VE en un tiempo que varía entre 10-30 minutos. Este tipo de recarga está destinada especialmente a estaciones de servicio que oferten el servicio de carga rápida conocidas como electrolineras y que además dispongan de un área destinada para el montaje de la misma [19].



Figura 2-4. Ejemplo de recarga rápida con un supercargador Tesla de hasta 120 kW [20]

2.6.4 Comparativa de los tipos de recarga

A continuación, en la Tabla 2-2, se describen las comparativas técnicas entre los tipos de recarga más comunes, así como los tiempos estimados de recarga.

Tabla 2-2. Comparativa de los tipos de recarga [19]

	Carga lenta	Carga semi-rápida	Carga rápida
Potencia e intensidad eléctrica	<p>Corriente monofásica – bifásica de 230V e intensidad de 16A. Potencia hasta 3,7 kW</p> <p>Corriente trifásica de 400V e intensidad de 16A. Potencia hasta 11 kW</p>	<p>Corriente monofásica – bifásica de 230V e intensidad entre 32-63A. Potencia entre 7,4-14,5 kW</p> <p>Corriente trifásica de 400V e intensidad entre 32-63A. Potencia entre 22-43,5 kW</p>	<p>Corriente continua de hasta 600V e intensidad hasta 400A. Potencia hasta 220 kW</p> <p>Corriente alterna de 500V e intensidad hasta 250A. Potencia hasta 220 kW</p>
Tiempo estimado de recarga	<p>5,5 horas (h) para una recarga completa con corriente monofásica</p> <p>2h con corriente trifásica</p>	<p>Entre 3h (32A) y 1,5h (63A) con corriente monofásica</p> <p>Entre 1h (32A) y 30min (63A) con corriente trifásica</p>	Entre 5-8 minutos
Localización óptima	En viviendas, lugares de trabajo, aeropuertos	En centros urbanos, supermercados, centros comerciales	Estaciones de servicio (electrolineras)
		El VE se deja cargando mientras se realizan	El VE se carga en un tiempo corto, el usuario



¿Cuándo se utiliza?	El VE se deja cargando por un tiempo prolongado (toda la noche, una jornada laboral, etc.)	compras o se disfruta de algún entretenimiento (cine, teatro, partido de futbol, etc.)	puede permanecer en el vehículo o disfrutar de compras, o un almuerzo.
---------------------	---	--	--

2.7 Conectores estandarizados por la norma IEC 62196-2:2011 para la recarga de vehículos eléctricos.

En la actualidad existen variedades de conectores avaladas por sus marcas tanto para BYD EMotors, Nissan etc. Estos conectores tienen como objetivo principal de suministrar energía desde el centro de carga hacia las baterías de los vehículos eléctricos [21]

Basado en el estándar de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC 62196-1:2011) la que indica las formas de recarga para vehículos eléctricos [21], y la norma IEC 62196-2:2011 indica los conectores a ser utilizados, a continuación se mencionan los tipos y sus características.

Tabla 2-3. Tipos de conectores para VE según la norma IEC 62196-2 [22]

Modelo de conector	Ilustración	Descripción técnica	Marca automotriz que usa el conector	Nivel de carga		
				1	2	3
SAE J1772		Usado en Norteamérica con un voltaje estándar de 120 a 240 volts, corrientes de 16 – 80 A	Nissan Leaf, Mitsubishi, Peugeot iON, Citroën C-Zero, Renault Kangoo ZE (tipo 1), Ford Focus electric, Toyota.	x	x	
SAE J1772 DC CCS		Usado en Norteamérica con un voltaje de 200-600 volts, corriente de 200 A	Nissan Leaf Chevrolet Volt Toyota Prius plugin Hybrid			X

Tesla		Usado en Norteamérica con un voltaje de 110-250 volts en CA y 480 volts en DC, corriente de 12 - 80 – 100 A, conexión trifásica	Tesla	x	x	x
CHAdeMO		Usado en Japón con un voltaje de 500 volts, corriente de 200 A	Nissan, Toyota, Peugeot iON			x
Conector único combinado 0 CCS		Usado en Europa con un voltaje de 200 - 850 volts, corriente de 65 – 200 A	Audi, BMW, Daimler, Porsche y Volkswagen		x	x
IEC 62196 Mennekes		Usado en Europa y China con un voltaje de 250 - 400 volts, corriente de 63 A, conexión trifásica	Renault Zoe, Tesla Model S, Volvo V60 plug-in hybrid	x	x	
Schuko		Estándar CEE7/4, soporta corrientes de 16A	Vehículo eléctrico Twizy Motocicletas Bicicletas eléctricas	x		




2.8 Modelos de estaciones de recarga rápida

En la actualidad existen varias empresas internacionales encargadas en el desarrollo y mejora de los sistemas de carga rápida para VE. En principio los vehículos hacían uso de un cargador dedicado, el cual se limitaba a cargar solamente ese tipo de VE.

Hoy en día los fabricantes de cargadores para la recarga rápida de las baterías de los vehículos, pretenden que se puedan cargar diferentes modelos de vehículos en el mercado con la misma estación de carga mediante la incorporación de diferentes tipos de conectores.

A continuación, se presentan las características de algunos de los cargadores más comunes que existen hoy en día en el mercado.

Tabla 2-4. Características de los cargadores más comunes en la actualidad

Marca	Ilustración	Características
ABB Terra 53 CJG		Compatibilidad con estándares CHAdeMO, CCS (combo) y AC Tipo 2 Potencia de: 50 kW CCS, 50 kW CHAdeMO, 43 kW AC Frecuencia 50 Hz
INGETEAM Ingerev Rapid 50		Compatibilidad con estándares CHAdeMO, CCS, y AC Tipo 2 Potencia de: 50 KW CCS, 50 kW CHAdeMO, 43 kW AC Frecuencia 50 Hz
Schneider Electric EVlink		Compatibilidad con estándares CHAdeMO, CCS, y AC Tipo 2 Potencia de: 50 KW CCS, 50 kW CHAdeMO, 43 KW AC Frecuencia 60 Hz

TESLA Supercharger		Compatibilidad con estándares TESLA, AC Tipo 2 Potencia de: 90 kW AC Frecuencia 50 – 60 Hz
-----------------------	---	--

2.9 Placa de características técnicas en el cargador

Mediante la norma IEC 61851-22:2001, donde se mencionan las características técnicas que deben llevar grabados los postes y de forma indeleble con placas o etiquetas donde el usuario del VE se pueda informar son:

- Nombre del fabricante
- Referencia del equipo
- Número de serie
- Fecha de fabricación
- Tensión asignada en voltios (V)
- Corriente asignada en amperios (A)
- Frecuencia asignada en hertz (Hz)
- Numero de fases
- Grados IP
- Si su utilización es para recintos cerrados o similares

Mediante esta información que se indica en placas, se destaca instrucciones de uso donde el usuario evitara ocasionar posibles daños al cargador o así mismo.

2.10 Normativa internacional para el punto de recarga de vehículos eléctricos.

En la actualidad normativa para puntos de recargas de vehículos eléctricos a nivel nacional no existen, por lo que los elementos que componen la infraestructura debe cumplir con las normativas internacionales IEC y EN que se especifican a continuación:

IEC 61851-1:2010 - Sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos, esta norma no se aplica para trolebuses, vehículos ferroviarios, camiones industriales, esta se aplica para cargar vehículos eléctricos de carretera a tensiones de alimentación de corriente alterna hasta 1000V utilizando un cable de carga desmontable.

IEC 61851-22:2001 - Sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos:

Estación de carga en corriente alterna para vehículos eléctricos.

EN 50438:2013 - Requisitos para la conexión de micro generadores en paralelo con redes generales de distribución en baja tensión. [23]

ITC-BT-18 - Instalaciones de puesta a tierra, los dispositivos a tierra pueden ser utilizadas separadas o a la vez.

ITC-BT_23 - Protecciones contra sobretensiones en las instalaciones eléctricas interiores, sobretensiones transitorias que se generan sobre las redes de distribución y generadas por descargas atmosféricas, conmutaciones en las redes y fallas existentes en las redes eléctricas. [24].

2.11 Normativa nacional para el punto de recarga de vehículos eléctricos.

En la actualidad en el país no se cuentan con normativas propias, para la infraestructura y los componentes de recarga de vehículos eléctricos, por lo que se toman como referencia las normativas internacionales adaptadas a el propósito local de la ciudad de Cuenca.

2.12 Caso de estudio para el proyecto de diseño de una electrolinera

2.12.1 ¿Porque la elección de un sistema de recarga rápido?

La elección de un sistema de carga rápido a ser analizado en este proyecto, se debe fundamentalmente por la necesidad de los usuarios del VE, a realizar una recarga en un tiempo

relativamente corto, con lo cual se pretende que el tiempo que el vehículo permanecerá estacionado sea el más corto posible, algo similar a lo que se da cuando el usuario de un vehículo convencional entra a una gasolinera a cargar combustible y el tiempo de repostaje oscila entre 10 min dependiendo de la afluencia a esta.

En la actualidad, los sistemas de carga rápida para los vehículos eléctricos, permiten que la batería se pueda cargar en un tiempo que varía entre 15 – 30 minutos, tiempo en el cual el usuario puede hacer uso de las instalaciones que se encuentren cercanas al lugar de recarga como por ejemplo centros comerciales, restaurantes etc.

El presente proyecto pretende difundir información acerca de las características que debe tener el área de recarga, para un futuro desarrollo e implementación, mediante las necesidades que pueda tener el usuario de los vehículos eléctricos más comunes en el mercado internacional.

La principal limitante de la velocidad de carga del VE, es la potencia que demanda su batería al momento de la carga, ya que como se sabe, esta potencia depende de los elementos que componen su fabricación y varía dependiendo del vehículo. La demanda de potencia de una batería actualmente se encuentra en más menos 50 kW, potencia que se encuentra condicionada por la red y que debe garantizar la recarga sin que la red llegue a saturarse y es el principal objetivo de este proyecto.

2.12.2 Elección del tipo de cargador

Actualmente son varias las empresas que ofertan tipos de cargadores rápidos ya sea por su tiempo de carga, versatilidad etc. Dependiendo del modelo de vehículo y su tipo de conector el usuario debería escoger un cargador específico como se ha visto con anterioridad.

Para el caso del diseño propuesto, se ha investigado con algunas opciones de cargadores rápidos que se oferta en la Web, en los cuales se han buscado características como:

Seguridad: para el usuario al momento del contacto con el cargador.

Facilidad de uso: mediante pantallas táctiles y menús de uso fácil, donde el usuario elija el tipo de carga, el tiempo que tomara cargar la batería, advertencias de carga etc.

Inteligentes: permitiendo programar el tiempo de carga, la identificación del usuario, comunicación con el vehículo, aceptación de órdenes a distancia etc.

Homologados: por los fabricantes de vehículos eléctricos.

Resistentes: a la exposición al aire libre.

El cargador elegido que cumpla todas las características antes mencionadas y donde los usuarios de VE puedan verse en la necesidad de cargar de manera muy rápida la batería de su vehículo es el EVlink [27], diseñado y construido por la familia de cargadores rápidos de Schneider Electric como se puede observar a continuación.



Figura 2-5. Cargador rápido EVlink
Fuente: Schneider Electric

La característica principal por la cual se ha elegido este tipo de cargador es que cuenta con tres tipos de conectores (de los más comunes actualmente en vehículos eléctricos en el país y a futuro), además de que a diferencia de algunos fabricantes europeos ofertan sus cargadores a ser montados en una red específica que funcione a una frecuencia de 50 Hz, el cargador EVlink puede ser instalado en redes eléctricas que tengan frecuencias de 50 o 60 Hz [27].

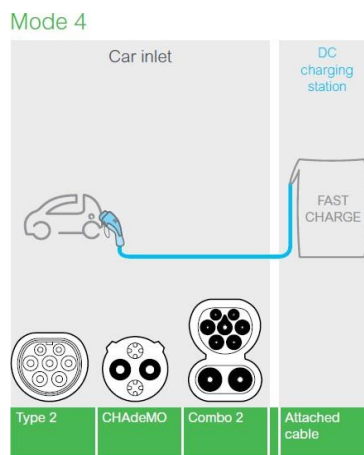


Figura 2-6. Tipos de conectores usados por el cargador [27]
Fuente: Schneider Electric.

Este tipo de cargador en sus características eléctricas ofrece una salida de 50 kW, 500 VCC y 125 A en modo de carga tipo 4 (conectores CHAdeMo y Combo Tipo 2) y en el modo de carga AC, una

salida máxima que oscila entre 22 kW – 43 kW (mediante un conector de tipo 2). Es importante recalcar que solo se puede seleccionar uno de los 3 conectores a la vez ya que en el panel del cargador se escoge el modo de carga a utilizar. La información completa de las características del cargador se la puede observar en el Anexo 1.

2.13 Ubicación estratégica de las electrolinerías en la ciudad de Cuenca

El propósito del proyecto es presentar alternativas de diseño y ubicación estratégicas que comprende el uso de electrolinerías, siendo una mejora en el tema automovilístico ya que abre puertas para proyectos futuros propuestos para la ciudad de Cuenca.

La ubicación de electrolinerías comprende un aspecto muy importante en la ciudad, ya que mediante esta se identifica las necesidades estructurales que requiere el proyecto dando inicio al diseño.

2.13.1 Estaciones de recarga

Las estaciones de recarga son un punto significativo para la elaboración y ejecución de este proyecto, ya que al contar con reservas de energía (electrolineras) en la ciudad, se incrementa la posibilidad de adquirir diversas tecnologías innovadoras a lo que al transporte se refiere y que puedan beneficiar a ciertos sectores como: importadoras de vehículos eléctricos, usuarios y empresa distribuidora de energía eléctrica local como es el caso de la (EERCS).

Se estima que un gran porcentaje de las recargas del VE, tendrán lugar en sitios privados como: parqueaderos, garajes, centros comerciales, edificios, etc. Pero cabe recalcar que en un cierto porcentaje se va a requerir los servicios de recarga en puntos concretos cercanos a vías rápidas.

NORMATIVAS INTERNACIONALES Y NACIONALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA ELECTROLINERA.

2.1 INTRODUCCIÓN

Dado que en el Ecuador no existen leyes vigentes con respecto a los VEs, se estudia las normativas establecidas en otros países, donde se han implementado estaciones de carga eléctrica, que se las considera en este capítulo para determinar el sistema eléctrico.

Para realizar el dimensionamiento de las electrolineras, se considera normativas ecuatorianas con respecto a gasolineras donde se estudia los siguientes criterios como áreas necesarias para la circulación, aparcamiento de vehículos y espacios necesarios para la comodidad de los usuarios; Además se toma a las ordenanzas municipales de la ciudad de Cuenca, como base fundamental para determinar la pertinencia relacionada a la zona de ubicación propuesta.

2.2 ORGANIZACIONES QUE ESTABLECEN NORMATIVAS PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Hay dos organizaciones internacionales, una de ellas es la ISO (International Organization for Standardization), con referencia al sector de la industria automotriz, y la IEC (International Electrotechnical Commission), establece especificaciones a lo que concierne al sistema eléctrico, estas dos entidades unen esfuerzos creando las normativas para los VEs.

La ISO tiene su comité TC 22, y subcomités que se distribuyen de la siguiente forma para creación de la normativa:

- WG 05: Especificaciones de radios para el automóvil
- SC 01: Equipamiento de ignición
- SC 03: Sistemas eléctricos y electrónicos
- SC 08: Señalización e iluminación
- SC 21: Vehículos impulsados eléctricamente

La IEC está conformada por comités y subcomités que establecen criterios para infraestructura de carga y se conforman de la siguiente manera:

- IEC/TC 21: Pilas y baterías secundarias
- IEC/SC 23H: Enchufes industriales y tomacorrientes
- IEC/TC 34: Lámparas y equipos relacionados
- IEC/TC 57: Gestión de sistemas de energía e intercambio de información asociada
- IEC/TC 69: Vehículos eléctricos de carretera y camiones eléctricos industriales
- IEC/TC 77: Compatibilidad electromagnética
- IEC/TC 105: Celdas de combustible
- IEC/CISPR: Compatibilidad electromagnética - Emisiones, comité especial internacional sobre interferencias de radio. (CARRILLO, 2013)

2.3 ENTIDADES EUROPEAS DE NORMALIZACIÓN

En la actualidad hay tres organizaciones de normalización como son: CEN (Comité Europeo de Normalización), CENELEC (Comité Europeo para la Normalización Electrotécnica) y ETSI (Instituto de Normalización Europeo para las Telecomunicaciones), deben cumplir el mandato M/468 que determina los siguientes objetivos:

- Establecer la interoperabilidad entre el suministro y el punto de carga del VE, incluyendo su cargador cuando sus baterías son removidas permitiendo su conexión en todos los países que pertenecen a la Unión Europea.
- Asegurar la conexión entre el cargador con el vehículo y su batería removible permitiendo que el cargador pueda cualquier vehículo eléctrico.
- Aspectos de la carga inteligente.
- Criterios de riesgos con referente a la seguridad y su compatibilidad electromagnética.
- Se estable el grupo de investigación (Focus Group on European Electro-Mobility), el cual se encarga de terminar los criterios a todo lo relacionado con los VEs. (CARRILLO, 2013)

Cada país de la Unión Europea tiene su entidad de normalización que se clasifican de la siguiente manera (Tabla 2-1)

Tabla 2-1: Normativas según las entidades Europeas. Fuente. (CARRILLO, 2013)

	ORGANISMO	PAGINA WEB
España	AENOR-Asociación Española de Normalización y Certificación.	http://www.aenor.es
Francia	AFNOR-Association Francaise de Normalisation.	http://www.afnor.org/
Holanda	NEN-Stichting Nederlands Normalisatieinstituut.	http://www.nen.nl/
Italia	UNI-Ente nazionale italiano de unificazione.	http://www.uni.com
Alemania	DIN-Deutsches Institut fur Normung e.V.	http://www.din.de
	DKE-Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE.	http://www.dke.de

Reino Unido	NSI-British Standards Institution.	http://www.bsigroup.com/
--------------------	------------------------------------	---

2.4 ENTIDADES ESTADOUNIDENSES DE NORMALIZACIÓN

El organismo oficial de normalización de Estados Unidos es la ANSI (American National Standards Institute), debe cumplir con los siguientes criterios:

- Permitir la creación de normas enfocadas al ámbito de vehículos eléctricos.
- Establecer una comunicación entre normativas establecidas a nivel interno y externo.

2.5 OTRAS ORGANIZACIONES CON BASE EN EE. UU

Hay varias organizaciones establecidas en los Estados Unidos, orientadas a crear normativas para los VEs (Tabla 2-2)

Tabla 2-2: Empresas que establecen normativas en EE. UU. Fuente (CARRILLO, 2013)

EMPRESAS ORIENTADAS A LA CREACIÓN DE NORMATIVAS	
Organización	Normativa
SAE International	Conectores de los vehículos eléctricos.
Underwriters Laboratories Inc	Seguridad desde las baterías a la fuente de carga.
National Fire Protection Association	Reglamento nacional relacionado a la electrotécnico.
IEEE	Infraestructura.
International Code Council	Codificación de elementos.
National Electrical Manufacturers Association	Comunicación mundial relacionada a la infraestructura.
Alliance for telecommunications Industry Solutions	Redes inteligentes en el hogar.

2.6 NORMATIVA INTERNACIONAL

Las organizaciones de Europa, Japón y EEUU encaminados con un solo objetivo que es la estandarización con el propósito de exportar sus productos a nivel mundial, permitiendo que estos tengan las mismas garantías de seguridad, comodidad y brindar una solución inmediata por algún defecto. (CARRILLO, 2013)

El Focus Group on European Electro-Mobility, tienen los siguientes aspectos (Tabla 2-3) estudiados en base a los VEs:

Tabla 2-3: Aspectos necesarios para el vehículo eléctrico. Fuente (CARRILLO, 2013)

AMBITOS DE ESTUDIO	
Carga	<ul style="list-style-type: none"> • Escenarios de carga • Niveles de potencia de carga • Arquitectura de carga • Seguridad eléctrica de la carga • Configuración de las redes de distribución (TN, TT....) • o Interoperabilidad y ensayos de conformidad
Sistemas de conexión	<ul style="list-style-type: none"> • Candidatos para la conexión en AC, modos 1 y 2 (lado infraestructura: bases) • Candidatos para la conexión en AC, modo 3 (lado infraestructura: bases) • Candidatos para la conexión en AC, lado del vehículo eléctrico (base y cable) • Conexión a un cargador externo en DC • Candidatos para conexión en DC, lado del vehículo eléctrico (base y cable) • Evaluación de aspectos legales
Comunicaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Carga en AC • Carga en DC • Canal combinado de comunicaciones para carga en AC y DC • Interoperabilidad y roaming • Interfaz al sistema eléctrico (contadores inteligentes, redes inteligentes) • Identificación, facturación y pago • Comunicación inalámbrica entre VEs y proveedores de servicios
Baterías	<ul style="list-style-type: none"> • Estado de funcionamiento de baterías fijas y móviles de VEs • Estandarización de las dimensiones • Información y trazabilidad de las baterías • Información de etiquetado de las baterías • Fin de vida útil de las baterías (incluyendo segunda vida, recuperación y reciclado) • Retos de las baterías: carga rápida, estaciones de intercambio de baterías, interfaces de las baterías móviles/extraíbles del vehículo eléctrico (carga y cambio) • Servicios de emergencia
Compatibilidad electromagnética (EMC)	<ul style="list-style-type: none"> • Relativa al vehículo • Relativa a la infraestructura • Fenómenos de baja frecuencia • Conexión a red (reglas nacionales)

	<ul style="list-style-type: none"> • Influencia de los campos electromagnéticos en los seres humanos (no considerado en el informe)
Vehículo	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de almacenamiento • Componentes del vehículo (autopartes)
Interfaz de usuario	<ul style="list-style-type: none"> • Símbolos gráficos • Telemática – distracción del conductor • Eficiencia del combustible, emisiones y marcado
Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de carga • Infraestructuras de comunicación • Instalación de infraestructura
Servicios de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> • Educación y formación

2.7 NORMATIVA A ESTUDIAR CON RESPECTO AL SISTEMA ELÉCTRICO DE UN PUNTO DE CARGA

Dado que en el Ecuador no existe una normativa con respecto a los puntos de recarga de los VEs, se determinó utilizar la normativa Europea ITC-BT 52 que abarca a todo lo referente de las instalaciones eléctricas y es la más completa en comparación de otras normativas establecidas por otros países. (Ministerio de Economía, 2017)

2.8 DISEÑOS DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE LOS VEHÍCULOS

Para diseñar una instalación de recarga o como para su modificación de una ya existente se realizará mediante los esquemas establecidas en la tabla 2-4.

Es necesario tener diagramas de conexión donde el ingeniero encargado de la obra debe contar con una ficha técnica dependiendo el tipo de servicio, y preparar la documentación requerida por la ITC-BT-4 (Documentación y puesta en servicio de las instalaciones).

Tabla 2-4: Esquemas de instalación para los vehículos eléctricos Fuente (Ministerio de Economía, 2017)

ESQUEMAS DE INSTALACION	
Esquema colectivo o troncal con un contador principal en el origen de la instalación.	<ul style="list-style-type: none"> • Esquema 1a: instalación colectiva troncal con contador principal en el origen de la instalación y contadores secundarios en las estaciones de recarga. (Anexo) • Esquema 1b: instalación colectiva troncal con contador principal en origen de la instalación y contadores secundarios en las estaciones de recarga (con nueva centralización de contadores para recarga VEHÍCULO ELÉCTRICO). (Anexo) • Esquema 1c: instalación colectiva con un contador principal y contadores secundarios

	individuales para cada estación de recarga. (Anexo)
Esquema individual con un contador común para la vivienda y la estación de recarga.	<ul style="list-style-type: none"> • Esquema 2: instalación individual con un contador principal común para la vivienda y para la estación de recarga.
Esquema individual con un contador para cada estación de recarga.	<ul style="list-style-type: none"> • Esquema 3a: instalación individual con un contador principal para cada estación de recarga (utilizando la centralización de contadores existente). • Esquema 3b: instalación individual con un contador principal para cada estación de recarga (con una nueva centralización de contadores).
Esquema con circuito o circuitos adicionales para la recarga del VEHÍCULO ELÉCTRICO.	<ul style="list-style-type: none"> • Esquema 4a: instalación con circuito adicional individual para la recarga del VEHÍCULO ELÉCTRICO en viviendas unifamiliares. • Esquema 4b: instalación con circuito o circuitos adicionales para la recarga del VEHÍCULO ELÉCTRICO.

2.8.1 Sistema de recarga en viviendas unifamiliares

Se les denomina a los espacios ya adecuados con una instalación correspondiente al tipo de vehículos, el circuito a utilizar es el C13 (Circuito de distribución interna), determinado por la ITC-BT-25 (Instalaciones internas en viviendas), esquema 4a.

Al instalar uno o varios puntos de recarga para VEs dentro de una vivienda, es necesario analizar la potencia requerida y el tipo de red óptima, el mismo que puede ser monofásico o trifásica, estos parámetros ya están establecidos según la necesidad en la tabla 2-5.

Tabla 2-5: Voltajes, potencias y número de recargas Fuente (Ministerio de Economía, 2017)

U NOMINAL	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE PROTECCIÓN EN EL ORIGEN DEL CIRCUITO	POTENCIA INSTALADA	ESTACIONES DE RECARGA POR CIRCUITO
230 V	10 A	2300 W	1
	16 A	3680 W	1
	20 A	4600 W	1
	32 A	7360 W	1
	40 A	9200 W	1
230/400 V	16 A	11085 W	de 1 a 3
	20 A	13856 W	de 1 a 4
	32 A	22170 W	de 1 a 6
	40 A	27713 W	de 1 a 8

Se evitará desequilibrios, cuando se utiliza circuitos monofásicos C13, estos no deben sobrepasar la potencia mayor a 9200W, si se desea obtener una mejor repartición en tres fases, se conecta el circuito trifásico a uno monofásico.

2.8.2 Sistema de recarga colectivo en edificios

Para la implementación de puntos de cargas horizontales para edificios se podrá implementar unos de los esquemas mencionados anteriormente o se podrá establecer combinaciones entre varios esquemas.

Cuando se utiliza el esquema 4a debe cumplir con las condiciones establecidas en la normativa ITC-BT-15 (Derivaciones individuales), que describe los cables y los sistemas de conducción individual que debe cumplir las siguientes características:

- Si hay espacio en el sistema que transportan los cables, se podrán instalar los cables de recarga siguiendo las definiciones establecidas en el ITC-BT-21 (Tubos protectores).
- Si no hay espacio en el SCC (Sistema de Conducción de Cables), se deberá utilizar el conducto de reserva siempre que haiga el espacio adecuado.
- Si no hubiese como instalar el cable con las opciones antes mencionadas, se debe utilizar la canaladura de obra donde se debe utilizar cable multiconductor de 0.6/1KV.

Cuando se desea realizar una ampliación se debe utilizar el esquema 4b y debe cumplir las siguientes características:

- Los cables deben tener una longitud menor a los 20m, y estos deben ser conectados desde la central para poder brindar la alimentación debida.
- Los contadores deben ser dimensionados mediante la normativa ITC-BT-16 (Contadores) y su esquema eléctrico. (Ministerio de Economía, 2017)

2.8.3 Otro sistema de recarga

Son estaciones que permitirán la recarga de los VEs, se alimentan de la red energética y cumplirán con algunos de los esquemas mencionados, como son el 1a, 1b, 1c o 4b y pueden tener las siguientes características:

- Estación de recarga autoservicio (uso por usuarios no adiestrados)-ubicadas en las vías públicas o estacionamiento de centro comerciales, para utilización de personas sin conocimientos de los peligros energéticos.
- Estación de servicio con asistencia (uso por personal calificado)-ubicadas en las vías públicas o centro comerciales, estas cuentan con un personal que supervisa los riesgos energéticos que están estaciones pueden presentar.

2.9 PROTECCIÓN DE SOBRECARGAS

Si se establece un número elevado de puntos de carga al permitido, se considera la normativa ITC-BT-52.

2.9.1 Esquema 1a, 1b ,1c colectivo que disponen de un contador principal.

Al instalar un SPL (Sistema de protección de la línea general de alimentación) se evita cargas utilizando el factor de simultaneidad del vehículo referenciada a la instalación que será de un 0.3 con el SPL, y del 0.1 sin el SPL.

$$P_{edificio} = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4) + 0.3 \cdot P_5 \text{ (se instala el SPL)} \quad (1)$$

$$P_{edificio} = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4) + P_5 \quad \text{(no se instala el SPL)} \quad (2)$$

Donde:

Tabla 2-6: Designación de nomenclaturas de formula. Fuente (Autores)

NOMECLATURA	DESIGNACION
P1	carga correspondiente al conjunto de viviendas obtenida como el número de viviendas por el coeficiente de simultaneidad de la tabla 1 de la ITC-BT-10 (Previsión de cargas para suministros en baja tensión).
P2	Carga correspondiente a los servicios generales.
P3	Carga correspondiente a locales comerciales y oficinas.
P4	Carga correspondiente a los garajes distintas de la recarga del vehículo eléctrico.
P5	Carga prevista para la recarga del vehículo eléctrico.

Para la previsión de potencia en puntos de recarga como son en edificios o urbanizaciones no será menor a la establecida en la guía ITC-BT-10.

(3)

Para la previsión de potencia en centro comercial o vías públicas se establecerá mediante el Real decreto 1053/2014.

$$P_{5\text{minimo}} = \left(\frac{N^{\circ}\text{plazas}}{40} \right) \cdot 3.68 \text{ KW} \quad (4)$$

2.9.2 Esquema 3a, 3b, individual

La simultaneidad es igual a 1.0 donde se establece el dimensionamiento de la estación.

2.9.3 Esquema 4a, ab.

Con referente a los sistemas adicionales del vehículo, el factor de simultaneidad es igual al 1.0 para determinar la cantidad de puntos de carga en un sistema colectivo. (Ministerio de Economía, 2017)

2.10 CARACTERÍSTICAS DE UNA INSTALACIÓN

Los puntos destinados a ofrecer una recarga de las baterías, no tendrán un desprendimiento de gases tóxicos durante el proceso y estos no están determinados como áreas en peligro de incendio según la ITC-BT-29 (Prescripciones particulares).

Los esquemas 1a, 1b, 2, 3a, y 3b se ubica a los contadores principales dentro del local dado que no exista el espacio suficiente se dispondrá de otra local donde también serán ubicados los contadores secundarios.

La recarga colectiva trifásica establecida en los esquemas 1a, 1b o 4b se acoplará a una de las potencias definidas en la tabla 2-6.

Tabla 2-7: Características para la instalación de puntos de carga. Fuente (Ministerio de Economía, 2017)

U NOMINAL	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE PROTECCIÓN EN ORIGEN CIRCUITO RECARGA	POTENCIA INSTALADA	Nº MÁXIMO DE ESTACIONES DE RECARGA POR CIRCUITO
230/400 V	16 A	11085 W	3
230/400 V	32 A	22170 W	6
230/400 V	50 A	34641 W	9
230/400 V	63 A	43647 W	12

Las instalaciones que permiten recargas monofásicas repartirán la alimentación a las tres fases de forma equitativa en el circuito colectivo, en la tabla 2-5 se determina la cantidad máxima de puntos con los criterios de potencia máxima por cada punto igual a 3680 W. (Ministerio de Economía, 2017)

2.10.1 Alimentación

En referencia a la tensión nominal, cogida desde la red eléctrica será de 230/400V en corriente alterna para los diferentes modos 1, 2 y 3.

Cuando se desea instalar una estación con alimentación trifásica su tensión nominal será de 127/220 V esta se convertirá en 230/400V.

Para utilizar el modo 4 de carga en una estación, la tensión del convertidor será de alterna a continua, está llegando en corriente alterna a un voltaje total de 1000 V en trifásico y en corriente continua unos 1500 V.

2.10.2 Sistemas de conexión de neutro

Permite proteger el sistema de contactos indirectos, utilizando dispositivos de seguridad diferencial.

2.10.3 Canalizaciones

Deben cumplir con los criterios establecidos en la ITC del REBT (Prevención de sobrecargas), que determina según las características del local si es pública concurrente o de características especiales.

Los cables deben tener una tensión mínima de 450/750V, el conductor de cobre será de tipo 5 o 6 y resistentes a toda condición de tipo mecánica, sometida a derrame de fluidos, temperaturas elevadas etc.

2.10.4 Puntos de conexión

Son colocados junto al elemento que van alimentar, para uso de una casa, tienen una altura de 0.6m desde el nivel del suelo y si es de uso público será 1.2 m, para puntos destinados a personas con discapacidades de 0.7m a 1.2 m.

En la tabla 2-7 se establece criterios para los conectores según la ubicación y su alimentación que puede ser de tipo monofásica o trifásica.

2.10.5 Contador secundario de medida de energía

Tipo A, con capacidad de definir una medida energía activa en lo que respecta a los esquemas 1a, 1b, 1c, y 4b donde existiera servicio comercial, con contadores secundario ubicados en los puntos de la estación.

Tabla 2-8: Características para la alimentación de estaciones de carga. Fuente (Ministerio de Economía, 2017)

ALIMENTACIÓN DE LA ESTACIÓN DE RECARGA	BASE DE TOMA DE CORRIENTE O CONECTOR DEL TIPO DESCRITO EN:	INTENSIDAD ASIGNADA DEL PUNTO DE CONEXIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE PROTECCIÓN DEL PUNTO DE CONEXIÓN	MODO DE CARGA PREVISTO	UBICACIÓN		
					VIVIENDAS UNIFAMILIARES	APARCAMIENTOS EN EDIFICIOS DE VIVIENDAS	OTRAS INSTALACIONES
	Base de toma de corriente:	–	10 A	1 0 2	Si	Si	No

Monofásico	UNE 20315-1-2						
	Base de toma de corriente: UNE 20315-2-11	–	10 A	1 0 2	Si	Si	No
	UNE-EN 62196-2, tipo 2	16 A	(4)	3	Si	Si	Si
	UNE-EN 62196-2, tipo 2	32 A	(4)	3	Si	Si	Si
Trifásico	UNE-EN 62196-2, tipo 2	16 A	(4)	3	Si	Si	Si
	UNE-EN 62196-2, tipo 2	32 A	(4)	3	Si	Si	Si
	UNE-EN 62196-2, tipo 2	63 A	(4)	3	No	No	Si

(4) Protección de los puntos de conexión contra sobre intensidades.

2.10.6 Seguridad

- **Especificaciones en contacto directo o indirecto**

La instalación completa de la estación tiene que contar con una toma de tierra, el circuito que abastece debe constar con un conductor de protección.

- **Influencia externas**

Estas pueden ser afectadas por la introducción de cuerpos sólidos, líquidos y gaseosos.

Los equipos conectados a la intemperie deben estar garantizados contra la corrosión.

- **Protección contra cuerpos sólidos y partes peligrosas**

Las canalizaciones deben ser de tipo IPA4X (protección contra cuerpos sólidos) o IPXXD (de menor protección), para estaciones en la intemperie.

- **Nivel de penetración de sustancias líquidas**

Tiene una protección mínima de IPA4X, para los sistemas eléctricos de la estación.

- **Porcentaje de seguridad contra impactos mecánicos**

Se brinda una seguridad a los equipos que conforman la parte eléctrica de la estación y se podría utilizar unos de los métodos que se mencionan a continuación:

- Ubicar los equipos en una zona, fuera de un posible impacto.
 - Colocar protecciones mecánicas para asegurar la integridad de los equipos.
 - El material eléctrico debe ser el adecuado para evitar daños mecánicos.
 - Combinar varias opciones para una mejor protección de los equipos como de sus instalaciones.
- **Nivel de seguridad de los envolventes**

Los sistemas eléctricos protegidos con envolventes cumplen un grado mínimo de protección IK08, a lo que concierne a efectos mecánicos externos.

- **Grado de seguridad de las canalizaciones**

Cuando están expuestas a daños mecánicos como circulación vehicular, los tubos cumplen las siguientes características: resistencia mínima de impacto de nivel 4 y de compresión de grado 5.

- **Criterios de seguridad contra sobre intensidades**

Estos cuentan con un dispositivo que permite el corte omnipolar, cuando el sistema sufre sobrecargas o cortocircuitos.

Para los modos de carga 1 o 2 que se conforman de tomas de corriente establecidos por la norma UNE 20312, los interruptores tienen una intensidad de 10A máximo.

- **Sobretensiones**

Cada elemento del sistema, debe estar debidamente protegidas sobretensiones transitorias o temporales, los equipos utilizados soportan una máxima sobretensión en neutro y fase de 440V.

2.10.7 Otros factores Red de tierras designadas para espacios de estacionamiento

Esto hace énfasis para estaciones en vías públicas o estacionamientos que están expuestos a la intemperie, la conexión a tierra no debe tener mayores tensiones de 24V, los postes dispondrán de bornes de tierra conectados al sistema del circuito principal.

El conductor que une los electrodos serán de material de cobre de 35 mm^2 si forman parte del sistema de red o si no irán en las canalizaciones. (Ministerio de Economía, 2017)

2.11 NORMAS Y ORDENANZAS ECUATORIANAS

La **NTE INEN 2316**, establece los requerimientos básicos definidos para la infraestructura y áreas necesarias que tiene una gasolinera, considerada como base en la determinando de espacios para vehículos que utilicen servicios de parqueo y utilicen las islas de carga eléctrica.

2.11.1 Ordenanzas municipales

Para la implementación de electrolineras es importante considerar las ordenanzas municipales que se describe a continuación:

“La ordenanza que norma la ubicación y funcionamiento de gasolineras en el cantón Cuenca”, en esta se define los requisitos del lugar donde se desee implementar una gasolinera y la documentación necesaria para el proceso de construcción y posteriormente la aprobación de su funcionamiento.

“La ordenanza que regula el uso y ocupación de suelo en el cantón Cuenca”, la misma que protege y conserva el medio ambiente, lugares ecológicos de territorio y espacios denominados patrimonios culturales.

“Ordenanza que sanciona el plan de ordenamiento territorial del Cantón Cuenca: determinaciones para el uso y ocupación del suelo”, especifica las diferentes actividades que se puede desarrollar en un cierto territorio urbano del Cantón Cuenca.

La agencia de regulación y control hidrocarbureno, realiza el control de las normas mencionadas y de seguridad a las gasolineras o estaciones de servicio que cumplen con los siguientes espacios necesarios.

- Colores de la empresa y logotipo
- Numero de conectores
- Iluminación en las islas, zonas permisibles a la entrada y salida de los vehículos
- Área mínima de 500 metros cuadrados
- Servicios de dispensadores de agua y aire
- Señalización, seguridad
- Extintores en cada isla
- Cuartos de maquinas
- Cuarto de transformadores
- Baterías sanitarias para hombres, mujeres y discapacitados
- Local comercial (opcional)
- Bodegas
- Vestidores de empleados

Si cumple con todas las características, se garantiza un servicio de calidad de una electrolinera. (Henandez Galán, 2008)

CAPÍTULO III

ACCIONES PARA LA SOSTENIBILIDAD DEL USO DE AUTOSELÉCTRICOS

3.1 Acciones relacionadas con el cuidado del medio ambiente

Los autos que funcionan mediante combustión interna poseen gran aceptación en el mercado, no obstante, las crisis económicas y del petróleo han demostrado la urgencia de buscar alternativas sustentables para la movilización del ser humano. Además, para el cuidado del planeta es urgente buscar medios no contaminantes; los autos eléctricos surgen como una de las opciones más viables para frenar los daños que se han producido gracias al uso de transportes basados en hidrocarburos. Asimismo, al hablar de políticas que busquen un transporte sustentable, la

implementación de autos eléctricos es solo el primer paso, ya que el ideal al que se desea llegar es la reducción de la demanda de transportes motorizados y el uso de transportes alternativos. Sin embargo, de acuerdo a Ceña y Santamaría (2009) el uso de vehículos de combustión interna irá en aumento, sobre todo con el desarrollo de países como China e India. Según las cifras expuestas por los autores, para el año 2030 existirán en el mundo 1500 millones de autos circulantes, mientras que para el 2050 se encontrarán en circulación una cantidad aproximada de 3000 millones de autos. Estas cifras demuestran que la necesidad de realizar un cambio progresivo del auto de combustión interna hacia un auto que funcione de forma eléctrica, para reducir las emisiones contaminantes que están afectando al planeta es preponderante.

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

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

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

Fabricación de VE

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

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

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

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

Beneficios en cuanto a mantenimiento de VE

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

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

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

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

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

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

Acciones normativas

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

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

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

% a la salida de divisas producidas por importación de vehículos eléctricos.

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

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

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

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

Acciones en torno a la infraestructura eléctrica

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

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

Acciones socios ambientales

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

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

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

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

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

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

Implementación de electrolineras

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

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

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

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

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

Relación Costo-Beneficio

La relación entre el costo que genera para el estado la implementación de las condiciones necesarias para obtener un parqueadero automotor 100 % eléctrico no tiene precedentes, puesto que, los beneficios no son solamente económicos, sino sociales y ambientales, ya que estos elementos tienen un valor agregado, el cual se encuentra relacionado con brindar facilidades para el desarrollo de la vida plena de los habitantes de las diferentes regiones

que componen al estado ecuatoriano. Además, si se tiene en cuenta que el Ecuador no es un país que cuente con la infraestructura y los recursos tecnológicos para realizar el procesamiento a gran escala de petróleo para transformarlo en combustible con la finalidad de abastecer a toda la nación, se ha visto como necesaria la implementación de subsidios para los hidrocarburos con el objetivo de que estos sean

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

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

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

Beneficios ambientales de una transición de vehículos convencionales a vehículos cero emisiones
Una transición de vehículos convencionales a vehículos cero emisiones en el Distrito Metropolitano de Quito tendría impactos positivos en el ambiente, así como en la salud de la población. A continuación se enumera beneficios potenciales de vehículos cero emisiones que actualmente se basan principalmente en motores eléctricos ya sea a través de baterías de almacenamiento de electricidad o su generación a través de hidrógeno⁴:

1. Menor consumo de aceites y lubricantes

En el caso de vehículos eléctricos como una opción de tecnologías cero emisiones, el costo de mantenimientos se reduce debido a estos automóviles tienen menor cantidad de piezas' como se puede apreciar en el siguiente gráfico:

La menor cantidad de piezas móviles significa que los que los vehículos eléctricos no requieren aceite para motor, solamente grasas y lubricación secundaria'. La reducción de necesidades de lubricación en vehículos eléctricos, implicaría un impacto positivo al ambiente debido a que disminuye significativamente la cantidad de lubricantes usados que deben ser tratados para eliminar contaminantes tales como metales pesados y evitar el riesgo de una mala disposición de estos aceites al ambiente. La mala disposición de estos aceites puede afectar al intercambio de luz

y oxigenación en cuerpos de agua; un litro de aceite puede afectar un millón de litros de agua?. En suelos puede destruir el humus y filtrarse a acuíferos o ríos subterráneos y la contaminación atmosférica se da por la liberación de gases tóxicos relacionados con cloro, azufre, fósforo y plomo'.

2. Reducción de emisiones vehiculares •

Mientras que los vehículos a diésel o a combustible emiten contaminantes nocivos al ambiente (PM 2.5, CO, NOx, SO₂ o gases de efecto invernadero como el CO₂), el funcionamiento de motores con tecnología limpia no produce emisiones directas al ambiente.

Para determinar el verdadero impacto de automóviles cero emisiones en el ambiente también es necesario considerar la matriz energética de la cual se proveen de energía para su funcionamiento, como es el caso de vehículos

eléctricos". Por ejemplo, para el caso de Europa se ha determinado que existen diferencias significativas en la emisión de CO₂/kWh, entre un vehículo eléctrico que es fabricado y se recarga con energía proveniente de plantas generadoras a carbón (900g de CO₂/kWh) y otro que sea fabricado y cargue con energía eólica (11g de CO₂/kWh).

En el caso de Ecuador, según datos de la Agencia de Regulación y Control de electricidad", en el país el suministro de electricidad en el 2016 se generó a través de energías renovables en alrededor del 60% y el resto entre energías no

renovables e importaciones (en su mayoría por energías limpias tales como la hidráulica, biomasa, eólica, fotovoltaica y biogás):

Según el Plan Maestro de Electricidad 2016-2025" esta tendencia continuará en el futuro, de modo que las energías renovables generarán el 90% de la electricidad en el país, lo cual potencia el beneficio de reducción de emisiones contaminantes primarios y gases de efecto invernadero mencionados en los antecedentes del presente documento. Al contar con vehículos eléctricos que dependen de una matriz energética de fuentes renovables, se optimizará la calidad de aire en el DMQ al reducir la incidencia de contaminantes problemáticos tales como el PM_{2,5} y PM₁₀.

Por otro lado, es necesario tomar en cuenta que el incentivo a la movilidad cero emisiones permitirá el cumplimiento de metas locales e Internacionales sobre cambio climático referidos en la sección de antecedentes de este documento, considerando que el sector de transporte es el responsable de aproximadamente 52% de la huella de carbono en Quito" y 97,8% de CO₂ generado en el DMQ. Las medidas que se tomen para promover esta transición hacia una movilidad más limpia permitirán cumplir metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

3. Impactos en la salud

El mejoramiento de la calidad de aire por la transición a una movilidad con tecnologías cero emisiones, tiene una incidencia directa en la salud de la ciudadanía. Según información de la Secretaría de Salud del DMQ: "Respirar aire contaminado aumenta el riesgo de enfermedades debilitantes y mortales como cáncer de pulmón, accidente cerebrovascular, enfermedad cardíaca, bronquitis crónica e infecciones respiratorias agudas. La contaminación del aire se considera el cuarto mayor riesgo mortal para la salud del mundo, causando una de cada diez muertes en el 2013"

En el DMQ, de acuerdo a datos estimados por la Secretaría de Salud" en base a la publicación de la Organización Mundial de Salud llamada "Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease", las muertes directamente atribuibles a contaminación del aire en el año 2012 se elevan a 338 en contraste a la cantidad nacional que se calcula en 1771 fallecidos en el mismo año. Además, se estima que el costo económico de muertes prematuras debido a la contaminación del aire en el año 2016 fue de 21 millones de dólares anuales en ingresos laborales y alrededor de 481 millones de dólares en pérdidas de bienestar.

Según proyecciones de la iniciativa Movilidad Eléctrica en Latinoamérica (MOVE)", Sí en el año 2030 el DMQ contara con una flota de taxis y buses 100% eléctricos se evitara la muerte de 716 personas en el período 2017-2030. Adicionalmente, en el lapso de tiempo, habría un ahorro acumulado de 413 millones de dólares por evitar el consumo de combustible y habría una disminución de emisiones de 9.3 millones de toneladas de CO₂.

A nivel regional, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)¹⁷ calcula que: "Si la totalidad de la flota actual de buses y taxis de 22 ciudades en 12 países de América Latina fuera reemplazada por vehículos eléctricos a partir de este año, se ahorrarían para 2030 casi 64.000 millones dólares en Combustibles y se reducirían 300 millones de toneladas equivalentes de dióxido de carbono (CO₂eq)(...)La transición hacia la movilidad eléctrica en el transporte público en las 22 ciudades ayudaría además a evitar la muerte prematura de más de 36.500 personas debido a enfermedades respiratorias asociadas a la calidad del aire". A nivel global, el PNUMA también manifiesta" que estas medidas contribuirían a reducir la contaminación del aire, que ocasiona la muerte cada año a 6:5 millones de personas.

4. Reducción de contaminación acústica

En los vehículos a gasolina en ambiente urbano, es decir, a velocidades menores a 50km/h, la principal fuente de ruido es el funcionamiento del motor, especialmente por los constantes arranques en condiciones de alta densidad de tráfico. Es decir, para el caso de vehículos eléctricos

este impacto se reduce considerablemente, ya que el motor eléctrico no genera ruido y las únicas fuentes acústicas se reducirían al neumático y al aerodinámico, las cuales tienen mayor incidencia de ruido a velocidades usuales de carretera", es decir a partir de los 70 o 90 Km/h en Quito. Los vehículos eléctricos en general, podrían contribuir a la Pacificación de las calles y a mejorar la calidad de vida de los quiteños.

1. •

Otra ventaja de los vehículos eléctricos es la casi total ausencia de vibraciones", lo cual representa una gran ventaja en términos de seguridad y salud ocupacional" para personas cuya principal actividad incluye la movilización constante en vehículos (ej. conductores de taxis y buses a nivel urbano). Las vibraciones pueden producir tensión mental y alteraciones corporales.

5. Gestión de baterías

Debido a los componentes que conforman las baterías para almacenamiento de electricidad para vehículos eléctricos, es necesario contar con un adecuado sistema de gestión de las mismas. En Ecuador, el Código Orgánico del Ambiente. Artículos 10, 225 (numeral 2), 233 y 239 manifiestan la necesidad de dar cumplimiento en relación a la responsabilidad extendida del productor (REP). Según Greenpeace", el REP se define como:

"La Responsabilidad Extendida del Productor (REP) se trata de un principio para promover mejoras ambientales para ciclos de vida completos de los sistemas de los productos ya que su objetivo es extender las responsabilidades de los fabricantes del producto a varias fases

México

En la Ciudad de México se han implementado taxis eléctricos desde el año 2012, se inició con una flota de 20 taxis eléctricos, su parada y estación de carga se localiza en el Centro Histórico, junto a la Catedral Metropolitana, tienen un adhesivo de color para que sea distinguido fácilmente por agentes de tránsito". En el año 2016, se ha incorporado un programa de inserción de unidades híbridas y eléctricas. Estas unidades tienen exención de pico y placa además del programa de Revisión Vehicular. Además, cuenta un programa de expansión de la cantidad de 30 columnas de recarga para llegar a las 100. Al tiempo de realizar la presentación de este programa, se chatarrizó 300 unidades de transporte irregular y concesionado".

La implementación de taxis eléctricos forma parte de un paquete de acciones climáticas que permitieron a la ciudad de México ser premiada por C40 Cities Bloomberg Philanthropies Awards en la categoría Cities4Action, premios que reconocen a las ciudades que buscan combatir el cambio climático de maneras innovadoras²⁹.

Específicamente en Madrid, se pondrá en circulación 15 buses 100% eléctricos y tiene como

objetivo incorporar 93 buses eléctricos para el año 2020. Los buses tendrán componentes reciclables y la delegada de Medio Ambiente y Movilidad del Ayuntamiento de Madrid destaca la nula contaminación acústica. El Ayuntamiento de Madrid planea, paralelamente en marzo, la instalación de nuevos puntos de recarga para vehículos eléctricos para fomentar la movilidad sostenible en la ciudad.

Costa Rica

En la ciudad de Liberia en Costa Rica se prueba la tecnología de buses impulsados por hidrógeno. Esta tecnología ha sido desarrollada en países como Brasil, Alemania y Estados Unidos, y es una alternativa a vehículos exclusivamente eléctricos que se encuentra en desarrollo. Sin embargo, la diferencia entre los países mencionados y la tecnología que se desarrolla en Costa Rica, es que el hidrógeno se obtiene de la separación de las moléculas de agua mientras que los métodos de extracción de este gas en países desarrollados se basa en tratamiento con vapor de agua al metano, lo cual genera emisiones contaminantes".

Brasil

En el año 2016, la ciudad de Sao Paulo, a través de una cooperación entre el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de Sao Paulo, introdujo tres buses a hidrógeno a la flota de transporte público de aquella ciudad. Este esfuerzo es parte de una estrategia para convertir la totalidad de transporte público a tecnologías sostenibles, que, en el año 2017, solo representaba el 7% de la flota.

Barcelona-España

En la ciudad de Barcelona en España se ha comenzado a introducir vehículos eléctricos recolectores de residuos sólidos. Un proveedor de este tipo de vehículos asevera que estas unidades tienen una autonomía de 120 kilómetros y que hasta el año 2018, 113 unidades estaban en operación». Esto ha sido posible gracias a las condiciones específicas de operación de la ciudad.

Historia del transporte en Ecuador

Parte muy importante dentro de las civilizaciones antigua y moderna ha sido el transporte, con el pasar del tiempo la sociedad se ha vuelto más compleja, las actividades de los seres humanos se han distribuido en distintos lugares, ha surgido la exigencia de comunicar a las funciones y tareas que se desarrollan indistintamente, nace aquí la repercusión del transporte.

En el Ecuador antes de la llegada de los españoles el principal medio de transporte fue el

marítimo, al ser el más oportuno para los puertos naturales que existían en la época, fue el método predilecto para el traslado de mercancías, luego, con la conquista española aparece una preferencia hacia el modo de transporte terrestre, el cual se realizaba mediante una carrosa de gran capacidad remolcada por animales de carga, las carrosas raramente excedían la velocidad de 16 km/h con el gravamen de que no servían como medio de transporte masivo.

8

Con el pasar del tiempo a nivel mundial se realizaron diversas innovaciones, el transporte terrestre mejoro lentamente, en el año de 1820 el ingeniero británico George Stephenson adaptó un motor de vapor a una locomotora e inventó la locomotora a vapor, en su primera travesía la locomotora arrastró un tren cargado con 600 pasajeros, por una distancia de 35 kilómetros, convirtiéndose en el primer viaje en ferrocarril.

No tardaría mucho tiempo para que este novedoso invento traspase fronteras y se divulgue a través del mundo. Es así que para el año de 1861, con Gabriel García Moreno como presidente de la República del Ecuador es que se da inicio a la historia del ferrocarril en nuestro país, con el aval de la asamblea constituyente se autoriza el contrato de empresas nacionales e internacionales para la construcción de la primera línea férrea. En el año de 1873 se puso al servicio de los habitantes del Ecuador los primeros 91 km de vía que unían Yaguachi con Milagro.

Tendrían que pasar 22 años para que el ferrocarril continuará su evolución, con el triunfo democrático del general Eloy Alfaro en el año de 1895 se continuó el sueño de un medio de transporte eficiente e innovador para la época. El general Alfaro mediante mandato posibilitó el contacto con los técnicos norteamericanos Archer Harman y Edward Morely, representantes de una compañía americana que estaba interesada en construir el "ferrocarril más difícil del mundo" como fue llamado en ese entonces.

El trazado de la línea férrea uniría la sierra con la costa siendo Archer Harman, quien dirigió la obra, comenzó empleando trabajadores indígenas, negros y cuatro mil jamaíquinos; todos estos contratados para reforzar la construcción del tramo que atraviesa la provincia de Chimborazo, se iniciaba así una idea descabellada y casi imposible de entender para la época, el ferrocarril Ecuatoriano.

9

El implacable clima, las mordeduras de serpientes y la fiebre producida por picaduras de mosquitos cobraron la vida de decenas de obreros y produjeron la huida de otros. No era extraño ver como varios cadáveres eran conducidos en plataformas y sepultados en fosas comunes.

Hasta que finalmente el 25 de Junio de 1908 un clavo de oro colocado en el último riel de la estación Chimbacalle selló la obra ferroviaria más grande del Ecuador. El primer tren arribó a la estación inaugurándose oficialmente el tren ecuatoriano.

Sin duda alguna esta innovación del transporte terrestre generó desarrollo e integración en el país y fue la piedra angular para que el transporte continúe su evolución, es así que 13 años después, en el año de 1921 durante la administración del doctor Isidro Ayora se crea el ministerio de obras públicas, ministerio que entre sus principales funciones tiene la construcción, conservación y financiamiento de obras públicas, progreso del comercio y fomento del transporte vial terrestre.

El 9 de julio de 1929, la Asamblea Nacional promulgó la ley en la que consta el Ministerio de obras públicas y comunicaciones como organismo responsable de la ejecución de obras viales en el país. La concentración de la población en grandes ciudades ha supuesto la necesidad de dotar al país de un transporte colectivo eficiente que permita el desarrollo de la vida cotidiana.

El tiempo, el costo y la capacidad del sistema de transporte disponible, tienen vital importancia dentro del desarrollo de una sociedad, las sociedades más desarrolladas se distinguen por poseer un sistema de transporte de calidad, si cierta zona, rural o urbana, desea desarrollarse y prosperar será necesario el planear, estructurar, diseñar, operar y administrar el sistema de transporte.

10

1.3.2 Marco regulatorio del transporte terrestre en Ecuador

Como toda actividad comercial compuesta, el transporte está constituido por diversos elementos que son; personas, vehículos, lugares, carreteras, agentes de tránsito y peatones. Todos y cada uno de ellos cumplen un rol fundamental dentro de esta compleja actividad, como ya se conoce, para que un sistema trabaje de manera correcta es necesaria la interacción ordenada y eficiente de todos sus elementos, se necesita mantener una estructura organizada que permita establecer con claridad y jerarquía cada una de las

funciones que se realizan.

Para que el sistema de transporte se desenvuelva de manera sincronizada con la finalidad de proteger a personas y bienes se creó la ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial.

En el artículo número 12 de la ley orgánica de transporte terrestre y seguridad vial manifiesta que:

La presente ley establece los lineamientos generales, económicos y organizacionales de la movilidad a través del transporte terrestre, tránsito, seguridad vial y sus disposiciones son aplicables en todo el territorio nacional para; el transporte terrestre, acoplados, funiculares, vehículos de actividades recreativas o turísticas, tranvías, metros y otros similares; la conducción y desplazamiento de vehículos a motor , de tracción humana, mecánica o animal; la movilidad peatonal; la conducción o traslado de semovientes y la seguridad vial.

Como se especifica en el artículo anterior está claramente definido que esta ley regulara el transporte a nivel nacional, cada organismo y competencia esta especificada en el

1.3.3 Importancia del transporte en la economía del Ecuador

En la historia del desarrollo económico, político y cultural de toda sociedad, los medios de transporte han desempeñado un papel estratégico. Hablar del transporte es, pues, hablar no sólo de una actividad muy compleja, sino más bien de una actividad de vital importancia para el desarrollo de un país, en Ecuador el transporte representa ingresos para la economía, por lo tanto es necesario observar la importancia que presenta el transporte en relación al PIB.

El servicio de transporte en el año 2010 genera un porcentaje del 3.58% con relación al PIB en la economía nacional.

El producto interno bruto (PIB) se define como el valor total de la producción corriente de todos los bienes y servicios de un país durante un período de tiempo, que por general es de un año, para el cálculo del PIB sólo se tiene en cuenta la producción que se realiza dentro

Información proporcionada por el banco central del Ecuador de las fronteras de la nación, sin importar si ésta producción fue realizada por personas o empresas nacionales o extranjeras.

1.4 CLASIFICACION DEL TRANSPORTE EN ECUADOR

En la actualidad el medio de transporte terrestre es, sin duda alguna, el de preferencia para los ecuatorianos, a pesar de su lenta evolución ha servido como medio de integración para las diversas regiones que poseemos en nuestra nación.

A través de montañas rocosas, grandes elevaciones naturales y frondosas selvas el transporte terrestre ha venido forjando camino. Para nuestro estudio hemos clasificado al transporte terrestre.

14

Diagrama 1.2 Clasificación del transporte terrestre en el Ecuador

1.4.1 Definiciones

Transporte de carga: Medio de transporte que utiliza vehículos motorizados pesados a través de una red vial terrestre, sirve para el traslado de mercancías de gran tamaño.

Vehículos pesados: Aquellos vehículos cuyo peso neto es mayor a 3500 kg.

Transporte de pasajeros: Actividad de trasladar personas de un lugar a otro en un vehículo motorizado utilizando una red vial terrestre

Furgoneta: Vehículo liviano con carrocería cerrada, generalmente posee de 8 a 16 plazas de capacidad, destinado al traslado de personas.

Buseta: Vehículo destinado al traslado de personas, con mayor capacidad que una furgoneta, su capacidad varía de 17 a 28 plazas, posee carrocería cerrada.

Bus: Tipo de transporte de utilización frecuente en el traslado de personas desde un lugar a otro.

El Transporte Terrestre en Ecuador

Según su clase

Transporte de carga

Trailers

Tanqueros

Volquetas

Otros

Transporte de Pasajeros

Furgoneta

Buseta

Bus

Automovil

Motocicleta

Según su uso

Particular

Estado

Alquiler

Municipal

15

Automóvil: Vehículo autopropulsado, guiado por un conductor a través de un sistema vial terrestre.

Motocicleta: Vehículo de dos ruedas impulsado por un motor, de menor proporción que un automóvil, permite mayor rapidez y movilidad dentro de un sistema vial.

Vehículo particular: Son vehículos que por sus características son utilizados a criterio e individualidad de cada propietario.

Vehículos del estado: Automotores en los cuales su utilización está normalizada estrictamente por una función gubernamental.

Vehículos de alquiler: Automotores de uso particular, su uso se regula mediante un pago por un tiempo y precio determinado.

ANALISIS DEL FLUJO VEHICULAR

4.1 DEFINICION

Mediante el análisis de los elementos del flujo vehicular se pueden entender las características y el comportamiento del tránsito, requisitos básicos para la operación de carreteras, calles y sistemas de transporte. Con la aplicación de las leyes de la física y las matemáticas, el análisis de flujo vehicular describe la forma como circulan los vehículos en cualquier tipo de vialidad.

Uno de los resultados más útiles del análisis del flujo vehicular es el desarrollo de modelos microscópicos y macroscópicos que relacionan sus diferentes variables como el volumen, la velocidad, la densidad, el intervalo y el espaciamiento.

4.2 VARIABLES RELACIONADAS DE FLUJO

Las variables relacionadas con el flujo son la tasa del flujo, el volumen, el intervalo simple entre vehículos consecutivos y el intervalo promedio entre varios vehículos.

4.2.1 Tasa del flujo (q) y volumen (Q)

La tasa del flujo q es la frecuencia a la cual pasan los vehículos por un punto determinado de un carril. La tasa de flujo es pues el número de vehículos N que pasan durante un intervalo de tiempo

específico T a una hora, expresada en veh/min o veh/seg, también puede ser expresado en veh/hora.

La tasa del flujo, q, se calcula con la siguiente expresión:

$$q = \frac{N}{T}$$

(Ecuación 4.1)

4.2.2 Intervalo simple (h_i)

Es el intervalo de tiempo entre el paso de los vehículos consecutivos, generalmente es expresado en segundos y medido entre puntos equivalentes del par de vehículos.

4.2.3 Intervalo promedio (\bar{h}):

Es el promedio de todos los intervalos simples h_i , por tratarse de un promedio se expresa en segundos por vehículo y se calcula, de acuerdo a la figura 4.1 mediante la siguiente expresión:

$$\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} h_i}{N-1}$$

(Ecuación 4.2)

Donde:

\bar{h} : Intervalo promedio(s/veh) N: número de vehículos (veh) N-1: número de intervalos (veh)

h_i : Intervalo simple entre el vehículo.

Figura 4.1 Intervalos entre vehículos

h_{N-1} h_3

h_2 h_1

Las unidades del intervalo promedio \bar{h} (s/veh) son las unidades inversas de la tasa de flujo q (veh/s) por lo que también podemos plantear la siguiente relación:

$$\bar{h} = 1$$

q

(Ecuación 4.3)

Ejemplo

Sobre un punto específico de una vialidad se realizó un conteo vehicular durante una hora en periodos de 15 min. Dando como resultado el número de vehículos se muestran en la tabla 4.1. Se

desea calcular las tasas de flujo para cada periodo, calcular el volumen horario y comparar la tasa de flujo máximo y el volumen horario.

Tabla 4.1 Volúmenes en 15 minutos

Intervalo de tiempo (horas : minutos)

Volumen cada 15 minutos Q15(i)

07:00-07:15	460
07:15-07:30	500
07:30-07:45	317
07:45-08:00	337

Tabla de flujo para cada periodo: q_1

Según la tabla 4.1 y de acuerdo a la ecuación 4.1 las tasas de flujo para los cuatro periodos son:

$$q = N_1 = 460 \text{ veh } (60\text{min}) = 1840 \text{ veh}$$

$$1 \quad T_1$$

$$15 \text{ min } 1h \quad h$$

$$q \quad N_2 = 500\text{veh } 60\text{min}) = 2000 \text{ veh}$$

$$2 = T_2$$

$$15 \text{ min } (\quad 1h \quad h$$

$$q = N3 = 317 \text{ veh } (60\text{min}) = 1268 \text{ veh}$$

3 T3

$$15 \text{ min } (\quad 1h \quad h$$

$$q = N4 = 337 \text{ veh } (60\text{min}) = 1348 \text{ veh}$$

4 T4

$$15 \text{ min } (\quad 1h \quad h$$

Volumen horario: Q

Para la hora efectiva de las 07:00 a las 8:00 el volumen es: $Q = Q_{15}(1) + Q_{15}(2) + Q_{15}(3) + Q_{15}(4)$

$$Q = 460 + 500 + 317 + 337$$

$$Q = 1.614 \text{ veh/h}$$

Este volumen horario referido a un periodo de 15 minutos (0.25horas) es:

$$1.614 \text{ veh } (0.25h)$$

$$Q_{15} = ($$

$$h \quad) (15\text{min})$$

$$Q = 403,5 \text{ veh} = 26.9 \text{ veh}$$

$$15 \quad 15 \text{ min}$$

min

La figura 4.2 muestra los diferentes volúmenes, lo mismo que el volumen horario, en periodos de 15 minutos

Figura4.2 Volúmenes en periodos de 15 minutos

Comparación entre la tasa de flujo máximo y el volumen horario:

De acuerdo a los valores obtenidos anteriormente, la tasa de flujo máximo corresponde al segundo periodo así tenemos:

$$q_{max}$$

$$= q_2$$

$$= 2000 \text{ veh}$$

h

$$Q = 1,614 \text{ veh}$$

h

$q_2 > Q$, esto significa que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el segundo cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva. Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo, que en caso de tratarse de periodos de máximas demandas, puede generar problemas de congestión. Esta conclusión, manifiesta la importancia de tomar en cuenta los volúmenes vehiculares en

periodos cortos, que al ser altos causan congestión y, por consiguiente, demoras, tal como se aprecia en la figura 4.2.

Ejemplo

Sobre una determinada calzada de una arteria urbana de tres carriles se cronometraron los tiempos de paso de cada uno de los vehículos por un punto de referencia tal como se indica en la tabla 4.2. Se requiere calcular la tasa de flujo para el periodo de estudio, calcular el intervalo promedio y representar e interpretar gráficamente los diversos intervalos simples y el intervalo promedio.

Tabla 4.2 Tasas de flujo e intervalos

Vehículo numero	Tiempo de paso(h:m:s)	Vehículo numero	Tiempo de paso(h:m:s)
1	11:30:00	21	11:31:26
2	11:30:10	22	11:31:27
3	11:30:11	23	11:31:32
4	11:30:14	24	11:31:34
5	11:30:15	25	11:31:38
6	11:30:19	26	11:31:41
7	11:30:24	27	11:31:42
8	11:30:34	28	11:31:45
9	11:30:35	29	11:31:50
10	11:30:36	30	11:31:59
11	11:30:37	31	11:32:22
12	11:30:43	32	11:32:30
13	11:30:44	33	11:32:44
14	11:30:50	34	11:32:46
15	11:31:54	35	11:32:52
16	11:31:04	36	11:32:59
41	11:33:10	51	11:34:26
42	11:33:35	52	11:34:27
43	11:33:38	53	11:34:32
44	11:34:04	54	11:34:40
45	11:34:09	55	11:34:42
46	11:34:12	56	11:34:46
47	11:34:16		
48	11:34:17		
49	11:34:20		
50	11:34:24		

17	11:31:06	37	11:33:02	57	11:34:48
18	11:31:12	38	11:33:04	58	11:34:55
19	11:31:15	39	11:33:09	59	11:34:56
20	11:31:22	40	11:33:10	60	11:35:00

Tasa de flujo: q

Según la tabla 4.2 se anotaron 60 vehículos (N) durante 5 minutos (T) por lo que de acuerdo con la ecuación 4.1 se tiene:

$$q = N = 60 \text{ veh } 60\text{min} = 720 \text{ veh}$$

$$T = 5 \text{ min } (1h = 60 \text{ min})$$

Intervalo promedio \bar{h}

Con base a la tabla 4.2 se obtiene la tabla 4.3 que muestra los intervalos simples entre pares de vehículos consecutivos.

Tabla 4.3 Intervalos simples entre pares de vehículos consecutivos

Intervalo h_i en s (veh/ y veh $i+1$)

Intervalo h_i en s (veh/ y veh $i+1$)

Intervalo h_i en s (veh/ y veh $i+1$)

Intervalo h_i en s (veh/ y veh $i+1$)

10(1 y 2)	2(16 y 17)	8(31 y 32)	4(46 y 47)
1(2 y 3)	6(17 y 18)	14(32 y 33)	1(47 y 48)

3(3 y 4)	3(18 y 19)	2(33y 34)	3(48 y 49)
1(4 y 5)	7(19 y 20)	6(34 y 35)	4(49 y 50)
4(5 y 6)	4(20 y 21)	7(35 y 36)	2(50 y 51)
5(6 y7)	1(21 y 22)	3(36 y 37)	1(51 y 52)
10(7 y 8)	5(22 y 23)	2(37 y 38)	5(52 y 53)
1(8 y 9)	2(23 y 24)	5(38 y 39)	8(53 y 54)
1(9 y 10)	4(24 y 35)	1(39 y 40)	2(54 y 55)
1(10y 11)	3(25 y 26)	1(40 y 41)	4(55 y 56)
6(11 y12)	1(26 y 27)	24(41 y 42)	2(56 y 57)
1(12 y 13)	3(27 y 28)	3(42 y43)	7(57 y 58)
6(13 y 14)	5(28 y 29)	26(43 y 44)	1(58 y 59)
4(14 y 15)	9(29 y 30)	5(44 y 45)	4(59 y 60)
10(15 y 16)	23(30y 31)	3(45 y 46)	

Sustituyendo a la ecuación (4.2)

$$N-1$$

$$\bar{h} = \sum_{i=1}^{N-1} h_i$$

$$i=1$$

$$N-1$$

$$60-1$$

$$= \sum_{i=1}^{60-1} h_i =$$

$$i=1 \quad 60-1$$

$$10 + 1 + 3 + +1 + 4 + 5 + 10 + 1 + 1 + 1 + 6 + 1 + 6 + 4 + 10 + 2 + 6 + 3$$

$$+7 + 4 + 1 + 5 + 2 + 4 + 3 + 1 + 3 + 5 + 9 + 23 + 8 + 14 + 2 + 6 + 7 + 3$$

$$\bar{h} = \frac{2 + 5 + 1 + 1 + 24 + 3 + 26 + 5 + 3 + 4 + 1 + 3 + 4 + 2 + 1 + 5 + 8 + 2 + 4}{59}$$

$$\bar{h} = 300 \text{ s}$$

$$59 \text{ veh}$$

$$= 5.08 \text{ s/veh}$$

El intervalo promedio también se puede calcular utilizando la ecuación (4.3);

$$\bar{h} = \frac{1}{q} = \frac{1}{3600 \text{ s}^{-1}}$$

$$h = q = 720 \text{ veh/s}$$

$$1h = 5.00 \text{ veh}$$

4.3 VARIABLES RELACIONADAS CON LA DENSIDAD

Las variables del flujo vehicular relacionadas con la densidad son la concentración, el espaciamiento simple entre vehículos consecutivos y el espaciamiento promedio entre varios vehículos.

4.3.1 Densidad o concentración (k)

Es el número de vehículos (N) que ocupan una longitud específica (d) de una carretera en un momento exacto. Se expresa en vehículos por kilómetro (veh/km). La figura 4.4

muestra la densidad.

$$k = N$$

$$d$$

(Ecuación 4.4)

Figura 4.3 Densidad o concentración

$$d$$

4.3.2 Espaciamiento simple (s_i)

Es la distancia entre el paso de dos vehículos consecutivos, expresada en metros y medida entre sus guardachoques traseros.

4.3.3 Espaciamiento promedio (\bar{s})

Es el promedio de todos los espaciamentos simples, s_i , existentes entre los diversos vehículos que circulan por una vía. Se expresa en metros por vehículos. La figura 4.4 nos muestra como se mide el espaciamento entre vehículos y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$N-1$$

$$\bar{s} = \sum_{i=1}^{N-1} s_i$$

$$i=1$$

$$N-1$$

(Ecuación 4.5)

Donde:

\bar{s} : espaciamiento promedio (m/veh) N: número de vehículos (veh)

N-1: número de espaciamentos (veh)

s_i : Espaciamiento simple entre el vehículo i y el vehículo $i + 1$

Figura 4.4 Espaciamentos entre vehículos

Las unidades del espaciamiento promedio \bar{s} (m/veh) son las unidades inversas de la densidad K (veh/m), por lo que también puede plantearse la siguiente relación:

$$\bar{s} = \frac{1}{K}$$

K

(Ecuación 4.6)

Ejemplo

En un tramo de un kilómetro de una autopista de tres carriles por sentido, en un instante dado son observados 40 veh en el carril de la derecha, 30 veh en el carril central y 28 veh en el carril de la izquierda. Se desea calcular las densidades por carriles y por toda la calzada y estimar el espaciamiento promedio.

Densidades: k

De acuerdo a la ecuación (4.4), la densidad para cada carril (de la derecha

= k_D , del centro = k_C , de la izquierda = k_I) es:

$$k_D = ND = 40 \text{ veh} = 40 \text{ veh}$$

$$D \quad d$$

$$1 \text{ km}$$

$$km$$

$$k_C = NC = 30 \text{ veh} = 30 \text{ veh}$$

$$C \quad d$$

$$1 \text{ km}$$

$$km$$

$$k_I = NI = 28 \text{ veh} = 28 \text{ veh}$$

$$I \quad d$$

$$1 \text{ km}$$

$$km$$

La densidad para la autopista es:

*k*_{autopista}

k

$$= ND + NC + NI$$

d

$$= 40 \text{ veh} + 30\text{veh} + 28\text{veh} = 98 \text{ veh}$$

autopista

1km

km

Espaciamiento promedio: \bar{s}

Según la ecuación (4.6) el espaciamento promedio para cada carril es:

\bar{s}

$$= 1 = 1$$

$$1000 \text{ m}) = 25 \text{ m}$$

$$D \quad kD$$

$$40 \text{ veh (}$$

$$1 \text{ km}$$

$$\text{veh}$$

$$\bar{sC}$$

$$= 1$$

$$kC$$

$$= 1 (1000) = 33.33 \text{ m}$$

$$30 \quad \text{veh}$$

$$\bar{sI}$$

$$= 1$$

$$kI$$

$$= 1 (1000) = 35.71 \text{ m}$$

28 veh

Ejemplo

El diagrama espacio- tiempo es un gráfico que describe la relación entre la ubicación de los vehículos en una corriente vehicular (espaciamientos), y el tiempo (intervalos) a medida que los vehículos avanzan a lo largo de un carril de una carretera o calle. En la figura 4.5 se muestra el diagrama espacio- tiempo para cuatro vehículos donde el eje vertical representa la distancia y el eje horizontal el tiempo.

En el punto de observación A (k0+000) en el tiempo cero (t = 0) Posición de los vehículos:

El vehículo 1 esta a 50m de A El vehículo 2 esta a 25m de A El vehículo 3 esta a 10m de A El vehículo 4 esta a 0m de A Espaciamiento y densidad:

$$\bar{s}_1 = 50 - 25 = 25m$$

$$\bar{s}_2 = 25 - 10 = 15m$$

$$\bar{s}_3 = 10 - 0 = 10m$$

Figura 4.5 Variables del flujo vehicular en el espacio y el tiempo

El espaciamiento promedio de acuerdo a la ecuación (4.5) es:

$$N-1$$

$$\bar{s} = \sum_{i=1} s_i$$

$$i=1$$

$N-1$

$4-1$

$$= \bar{s} = \sum_{i=1}^{4-1} s_i$$

$i=1 \quad 4-1$

$$\bar{s} = 25 + 15 + 10 = 16.67 \text{ m}$$

3 *veh*

Por lo tanto la densidad media estimada es:

$$k = 1 = 1$$

$$= 60 \text{ veh/km}$$

$$\bar{s} = 16.67 \text{ m/veh (1km}$$

2. En el punto de observación B (K0 + 110) en el tiempo 10 segundos ($t = 10 \text{ s}$) Posición de los vehículos:

El vehículo 1 está a $200-110 = 90\text{m}$ de B El vehículo 2 está a $170-110 = 60\text{m}$ de B El vehículo 3 está a $135-110 = 25\text{m}$ de B El vehículo 4 está a $110-110 = 0\text{m}$ de B Espaciamiento y densidad

$$\bar{s}_1 = 200 - 170 = 30\text{m}$$

$$\bar{s}_1 = 170 - 35 = 35m$$

$$\bar{s}_1 = 135 - 110 = 25m$$

$$\bar{s}_1 = 30 \text{ m/veh}$$

$$k = 1 = 1$$

$$= 33.3 \text{ veh/km}$$

$$\bar{s} = 30m/veh (1km)$$

Velocidades:

La velocidad de un vehículo para un instante (t) es la pendiente del diagrama espacio- tiempo para ese vehículo. Los cuatro vehículos se mueven a velocidades.

Durante 10seg. Los vehículos recorren las siguientes distancias. El vehículo 1: $d_1 = 200-50=150m$

El vehículo 2: $d_2 = 170-25= 145m$ El vehículo 3: $d_3 = 135-10= 125m$ El vehículo 1: $d_4 = 110-0= 110m$

Y desarrollan las siguientes velocidades:

$$v = d$$

$$t$$

$$\text{El vehículo 1: } V_1 = 150m (3.6) = 54.0 \text{ km}$$

$$10s \quad h$$

El vehículo 2: $V1 = 145m (3.6) = 52.2 \text{ km}$

$$10s \quad h$$

El vehículo 3: $V3 = 125m (3.6) = 45.0 \text{ km}$

$$10s \quad h$$

El vehículo 4: $V4 = 110m (3.6) = 39.6 \text{ km}$

$$10s \quad h$$

Tiempo al cual pasan los vehículos por el punto: B

$$t = d$$

$$v$$

El vehículo 1: $t = (110-50)m (3.6) = 4.00s$

$$54kn/h$$

El vehículo 2: $t = (110-25)m (3.6) = 5.86s$

$$52.2kn/h$$

El vehículo 3: $t3$

$$= (110-10)m (3.6) = 8.00s$$

$$45.0kn/h$$

El vehículo 4: $t = (110-0)m (3.6) = 10.00s$

39.6km/h

Intervalos entre vehículos en el punto: B Entre el vehículo 1 y el vehículo 2:

$$h_1 = t_2 - t_1 = 5.86 - 4.00 = 1.86 \text{ s}$$

Entre el vehículo 2 y el vehículo 3:

$$h_2 = t_3 - t_2 = 8.00 - 5.86 = 2.14 \text{ s}$$

Entre el vehículo 3 y el vehículo 4

$$h_3 = t_4 - t_3 = 10.00 - 8.00 = 2.00 \text{ s}$$

El intervalo promedio de la ecuación 4.2 es:

$$\bar{h} = 1.86 + 2.14 + 2.00 = 2.00 \text{ s/veh}$$

3

Tasa de flujo en el punto B:

$$q = 1 = 1 \quad 3600 \text{ s} = 1.800 \text{ veh/h}$$

$$\bar{h} = 2 \text{ s/veh} \quad (1 \text{ h})$$

4.4 RELACION ENTRE EL FLUJO, LA VELOCIDAD, LA DENSIDAD, EL INTERVALO Y EL ESPACIAMIENTO

La figura 4.6 muestra un par de vehículos a los cuales se les ha asignado tiempo y espacio. El paso es el tiempo necesario para que el vehículo recorra su propia longitud. La brecha es el intervalo de tiempo libre entre los dos vehículos, se mide desde el guardachoque trasero del primer vehículo hasta el guardachoque delantero del primer vehículo.

Figura 4.6 Relaciones de tiempo y espacio de vehículos

Intervalo

Con base en la figura 4.6 y considerando un grupo de vehículos que se mueve a velocidad constante (\bar{v}_e), su intervalo promedio (\bar{h}) y espaciamiento promedio (\bar{s}) se pueden relacionar así:

Espacio= (Velocidad) (Tiempo)

$$\bar{s} = \bar{v}_e \bar{h}$$

(Ecuación 4.7)

Para un grupo de vehículos, el intervalo promedio y el espaciamiento promedio se relacionan a través de la velocidad media espacial.

El flujo de la corriente de tránsito puede definirse en base a sus tres variables principales: la tasa de flujo q , la velocidad v y la densidad k .

Por las ecuaciones (4.3) y (4.6) se sabe que:

$$\bar{h} = 1$$

$$q$$

$$\bar{s} = 1$$

$$k$$

Remplazando los dos valores anteriores en la ecuación (4.7) a:

$$1 = \bar{v}_e \cdot 1$$

$$k = v_e ()$$

De donde:

$$q = \bar{v}ek$$

(Ecuación 4.8)

A la anterior correlación se le conoce como la ecuación fundamental del flujo vehicular, que en forma general se expresa como:

$$q = vk \text{ (Ecuación 4.9)}$$

Los resultados numéricos dados por la ecuación fundamental del flujo vehicular dependen del método de medición empleado para definir cada una de sus variables y de la forma de promediarlas.

Ejemplo

En un punto de una vialidad se contaron 115 vehículos durante 15 min. A lado y lado del punto anterior y en una distancia de 50 metros de longitud, se cronometraron los tiempos tomados en recorrerla por una muestra de 30 vehículos dado los siguientes valores:

7 vehículos emplearon 2.0 segundos

9 vehículos emplearon 2.5 segundos

8 vehículos emplearon 2.8 segundos

6 vehículos emplearon 3.0 segundos

Se quiere calcular la tasa de flujo, el intervalo promedio, la velocidad media espacial, la densidad y el espaciamiento promedio.

Tasa de flujo: q

$$q = N = 115 \text{ veh (60 min)} = 460\text{veh}$$

$$T = 15 \text{ min} = 1 \text{ h} = h$$

Intervalo promedio: \bar{h}

$$\bar{h} = \frac{1}{1} = 1 \text{ } 3600 \text{ seg}$$

seg

$$h = q = 460 \text{ veh/h (}$$

$$1 \text{ h}) = 7.82 \text{ veh}$$

Velocidad media espacial: \bar{v}_e

Según la ecuación (4.5), se definió la velocidad media espacial en términos de la distancia

dada y el tiempo de recorrido:

\bar{v}_e

$$= d$$
$$t$$

$$\bar{v}$$

$$= 50m$$

$$\bar{v}e$$

$$\bar{v}e$$

$$d$$

N

$$\sum_{i=1}^n (f_i t_i)$$

n

d

$$\sum_{i=1}^n (f_i t_i)$$

$i = 1 \text{ to } 30$

(1 km

$$3600s) = 70.2 \text{ km/h}$$

$$e \quad 7(2.0s) + 9(2.5s) + 8(2.8s) + 6(3.0s)$$

30

1000m) (1h

Densidad: k

Despejando k de la ecuación (4.8) se tiene:

$$k = q = \frac{q}{\bar{v}}$$

$$460 \text{ veh } h \cdot 70.2 \text{ km } h$$

$$= 6.55 \text{ veh}$$

$$\text{km}$$

$$- \quad 1 \quad 1$$

$$1000 \text{ m}$$

$$s = k = 6.55 \text{ veh/km (}$$

$$1 \text{ km)} = 152.22 \text{ m/veh}$$

4.5 MODELOS BASICOS DEL FLUJO VEHICULAR

La ecuación fundamental del flujo vehicular es:

$$q = vk \text{ (Ecuación 4.10)}$$

La variable más fácil de medir es el flujo (q), siguiéndole la velocidad (v) y la densidad (k), usualmente se considera la densidad (k) como la variable dependiente.

En general los modelos del flujo vehicular se pueden clasificar en dos grandes clases: microscópico y macroscópico. Los modelos microscópicos consideran los espaciamientos y las velocidades individuales de los vehículos, con base a la teoría del seguimiento vehicular. Los modelos macroscópicos describen la operación vehicular en términos de sus variables de flujo, generalmente tomadas como promedio.