



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“INTRODUCCIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN EL CENTRO DE
LATACUNGA Y SU INFLUENCIA EN LA DEMANDA”**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico en
Sistemas Eléctricos de Potencia

Autores:

Caisa Araque Mayra Alexandra

Tasinchana Casa Luis Armando

Tutor:

Ing. Edwin Marcelo Lema Guamán MSc.

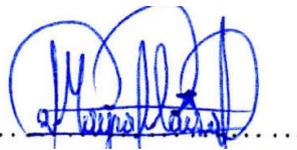
LATACUNGA- ECUADOR

2018

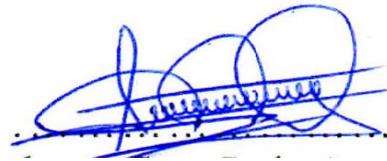
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Caisa Araque Mayra Alexandra** y **Tasinchana Casa Luis Armando**, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación; ***“INTRODUCCIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN EL CENTRO DE LATACUNGA Y SU INFLUENCIA EN LA DEMANDA”***, siendo el Ing. Edwin Lema Guamán tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que la ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigación son de exclusiva responsabilidad.



Caisa Araque Mayra Alexandra
CC: 0503848194



Tasinchana Casa Luis Armando
CC: 0503491912

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

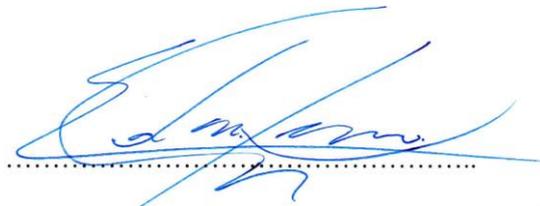
En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema:

“INTRODUCCIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN EL CENTRO DE LATACUNGA Y SU INFLUENCIA EN LA DEMANDA”

De los señores estudiantes; **Caisa Araque Mayra Alexandra** y **Tasinchana Casa Luis Armando**, de la Carrera de Ingeniería Eléctrica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes Científicos-Técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 27 de Julio de 2018

TUTOR:



Ing. Edwin Lema Guamán MSc.

C.I.: 0302264351

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA); por los postulantes: Caisa Araque Mayra Alexandra y Tasinchana Casa Luis Armando, con el título de Proyecto de Investigación: ***“INTRODUCCIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN EL CENTRO DE LATACUNGA Y SU INFLUENCIA EN LA DEMANDA”***, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Julio de 2018

Para constancia firman:



Lector 1 (Presidente)
Nombre: MSC. William Guamán
CC: 0603578956



Lector 2
Nombre: PHD Iliana González
CC: 175707065-9



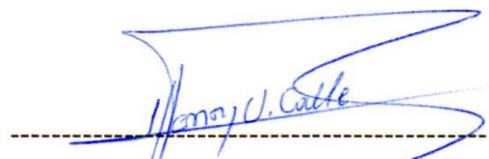
Lector 3
Nombre: ING MsC. Xavier Proaño
CC: 050265642-4

CERTIFICACIÓN

En calidad de Jefe de Operación de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S. A. a petición de los señores: CAISA ARAQUE MAYRA ALEXANDRA CI: 0503848194 y TASINCHANA CASA LUIS ARMANDO CI: 0503491912, postulantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica, CERTIFICO que: los datos de demanda y energía utilizados para la tesis de grado con el tema **“INTRODUCCIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN EL CENTRO DE LATACUNGA Y SU INFLUENCIA EN LA DEMANDA”** en el año 2018, fueron proporcionados por la ELEPCO S.A. de los registros de operación de las subestaciones.

Latacunga, Julio del 2018

Atentamente:


Ing. Henry Calle
Jefe de Operación
CI: 1709265357



AGRADECIMIENTO

Agradezco sinceramente a la “Universidad Técnica de Cotopaxi” por brindarme la oportunidad de estudiar en tan noble institución, y llegar a ser una profesional preparada para el mundo competitivo de hoy. A mi tutor de tesis, Ing. Edwin lema MSc., por su esfuerzo, dedicación y rectitud en su profesión como docente quien, a más de impartir sus conocimientos, supo compartir su experiencia, motivándome a finalizar con éxito este importante trabajo de tesis como aporte trascendental de investigación a la sociedad.

De igual manera agradezco a todos los docentes que fueron parte de mi formación académica a lo largo de esta carrera profesional aportando sus amplios conocimientos, consejos, y enseñanzas y más que toda su amistad. De la misma forma deseo agradecer a la Empresa Eléctrica ELEPCO S.A, en especial al Ing. Henry Calle, jefe del departamento de operación por haberme brindado toda la información precisa para efectuar esta investigación.

MAYRA

DEDICATORIA

A la mujer ejemplar y mejor amiga, mi madre Laura Araque y a mi padre Manuel Caisa hombre de lucha ejemplo de perseverancia porque nunca se rindió ante los problemas siendo el pilar fundamental en nuestra familia, quienes siempre me apoyaron incondicionalmente en cada momento de mi vida universitaria, sabiendo guiarme con sus consejos los cuales me han permitido seguir adelante en este largo camino.

A mis hermanos, Paola, Ximena, Bryan, Cristian, John y Ángeles mis más leales amigos, compañeros y confidentes durante todo el recorrer de los años y de quienes siempre he recibido cariño y apoyo a pesar de todos mis errores.

A mi esposo Johnny Arequipa, quien me brindó su apoyo en cada decisión que tomara aún en la distancia, fuiste muy motivador y me decías que lo lograría siendo mi motor de impulso y así seguir esforzándome para ser mejor día a día.

A ustedes mi hermosa familia, mi fortaleza, mi fuerza, ustedes la razón de mi vivir para ustedes este triunfo alcanzado en mi vida.

MAYRA

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento primero a Dios por haberme dado salud y vida, por guiarme en esta etapa de mi vida profesional, dándome fuerza y sabiduría, a mis padres, hermanos y familia en general, que me brindaron su apoyo, incondicional en todo momento.

Un agradecimiento a quienes de una u otra manera contribuyeron a que esta Investigación se realizara: A la Empresa Eléctrica de Cotopaxi por permitir realizar esta investigación a mis amigos por el apoyo incondicional que me han dado y por la confianza que han depositado en mí siempre.

Un agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi a la carrera de Ingeniería Eléctrica, a los Ingenieros por la paciencia y por los conocimientos que me han brindado.

LUIS

DEDICATORIA

Desde lo más profundo de mi corazón, deseo dedicar esta tesis principalmente a mis padres: Cesar Tasinchana y Margarita Casa quienes me dieron la vida, y me han dado fortaleza para enfrentar las adversidades que se presentaron a lo largo de este camino.

También agradezco a DIOS y mis hermanos: Gustavo, Edison, Marco, Diego, Jessica y Agustín, quienes desde el primer instante que inicie mis estudios supieron estar presentes apoyándome en todo momento, motivándome a seguir a delante.

A todas las personas, y amigos quienes, con su ejemplo, paciencia e infinito amor, me han formado la personalidad, a una persona respetuosa, amigable, integra y profesional que soy hoy en día.

LUIS

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	i
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
ABSTRACT.....	xx
AVAL DE TRADUCCIÓN	iv
1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO.....	1
1.1 EQUIPO DE TRABAJO.....	2
1.1.1 TUTOR.....	2
1.1.2 ESTUDIANTE (I).....	2
ESTUDIANTE (II).....	2
1.2 LISTA DE SIGLAS	3
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	4
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	5
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	5
5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN:.....	6
5.1 Situación Problemática	6
5.2 Formulación del Problema.....	6
6. OBJETIVOS:.....	7
6.1 Objetivo General.....	7
6.2 Objetivos Específicos.....	7

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	8
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	9
8.1 Antecedentes de la investigación	9
8.2 Marco Teórico	10
8.2.1 Visión General.....	10
8.2.2 Historia.....	11
8.2.3 Vehículos Eléctricos en Ecuador.....	12
8.2.4 Vehículos Eléctricos en Latacunga.....	14
8.2.5 Vehículo Eléctrico (EV).....	14
8.2.6 Características del Vehículo Eléctrico.....	14
8.2.7 Funcionamiento del Vehículo Eléctrico.....	17
8.2.8 Partes de un Vehículo Eléctrico.....	18
8.2.9 Motor Eléctrico.....	18
8.2.10 Tipos de Motores Eléctricos Utilizados para Vehículos Eléctricos.....	19
8.2.11 Inversores.....	20
8.2.12 Conversor.....	20
8.2.13 Frenado Regenerativo.....	20
8.2.14 Batería.....	21
8.2.15 Tipos de baterías:.....	21
8.2.16 El Vehículo Eléctrico Como Carga.....	22
8.2.17 Vida Útil.....	22
8.2.18 Ventajas y Desventajas de Utilizar Vehículo Eléctrico.....	23
8.3 Necesidades De Infraestructura Energética.....	24
8.3.1 Visión General.....	24
8.3.2 Infraestructura de Recarga.....	24
8.3.3 Tipos de Recargas.....	26

8.3.4 Tecnologías de Recarga.....	27
8.3.5 Conectores para la Recarga del Vehículo Eléctrico.....	27
8.3.6 Escenarios.....	28
8.4 Marco Regulatorio.....	29
8.4.1 Tarifa general de baja tensión con registrador de demanda horaria para vehículos eléctricos.....	30
8.4.2 Tarifa general de media tensión con registrador de demanda horaria para las estaciones de carga rápida de vehículos eléctricos.....	30
8.4.3 Tarifa general de alta tensión para las estaciones de carga rápida de vehículos eléctricos en el ecuador.....	31
9. VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	32
9.1 Operacionalización de las variables.....	32
9.1.1 Variable Independiente: Número de vehículos incorporados a la red.....	32
9.1.2 Variable Dependiente: Cargabilidad del alimentador.....	32
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	33
10.1 Método de investigación.....	33
10.1.1 Método Inductivo.....	33
10.2 Tipos de investigación.....	33
10.2.1 Investigación Bibliográfica.....	33
10.3 Técnicas de investigación.....	34
10.3.1 Encuestas.....	34
10.3.2 Muestra.....	34
10.4 Cálculo de población y muestra.....	34
10.4.1 Proceso de selección de muestra.....	34
10.4.2 Encuesta realizada a los usuarios del alimentador # 3 de la subestación la Cocha.....	35
10.5 Resultados en general de las Encuestas.....	36
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	36

11.1	Análisis De La Curva De Demanda Del Alimentador #3 de la Subestación la Cocha del Cantón Latacunga con la Inclusión de los Vehículos Eléctricos.....	36
11.2	Fuentes De Suministro De Energía Eléctrica.....	37
11.3	Líneas de Subtransmisión	38
11.3.1	Subestaciones De Distribución.....	39
11.4	Subestación de Distribución La subestación la Cocha	41
11.5	Curvas de Carga del Alimentador #3 de La Subestación la Cocha.....	42
11.5.1	Diagnóstico de la cargabilidad actual de los elementos de la red.....	44
11.6	Métodos para el Cálculo de las Nuevas Curvas de Demanda Eléctrica con la Introducción de los VE.....	45
11.7	Cálculo del número de VEs conectados en cada periodo de estudio	47
11.8	Proyección de las nuevas curvas de demanda eléctrica	50
11.9	Cambio o afectación de la red eléctrica	53
12.	IMPACTOS.....	53
12.1.1	Impactos Técnicos:.....	53
12.1.2	Impactos Sociales.....	54
12.1.3	Impactos Ambientales.....	54
12.1.4	Impactos Económicos.....	56
12.1.5	Factibilidad Operativa.....	56
13.	ANÁLISIS DE COSTOS DE INVERSIÓN.....	56
13.1	Costos que genera el Vehículo eléctrico	56
13.2	Costo de Consumo Energético del Vehículo Eléctrico	57
13.3	Análisis de Costos de Mantenimiento.....	58
13.4	Impuesto Ambiental a la contaminación vehicular (IACV)	59
13.5	Análisis comparativo de Vehículos Eléctricos y Vehículos de combustión interna de similares características	61
13.6	Cálculo del TIR, TMAR Y VAN.....	62
14.	CONCLUSIONES.....	66

14.1 RECOMENDACIONES.....	66
15. BIBLIOGRAFÍA.....	67
16. ANEXOS.....	72
16.1 ANEXO 1.....	72
16.2 ANEXO 2.....	76
16.3 ANEXO 3.....	77
16.4 ANEXO 4.....	78
16.5 ANEXO 5.....	87
16.6 ANEXO 7.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 8.1 PRIMER VEHÍCULO ELÉCTRICO EN SUPERAR LA BARRERA DE LOS 100 KM/H.	11
FIGURA 8.2 PRIMER VEHÍCULO ELÉCTRICO DEL SIGLO XX.....	12
FIGURA 8.3: COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DESDE EL POZO A LAS RUEDAS ENTRE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO Y UNO DE GASOLINA	15
FIGURA 8.4: CURVA PAR-POTENCIA IDEAL PARA TRACCIÓN DE VEHÍCULOS.....	16
FIGURA 8.5: CURVA PAR-POTENCIA CARACTERÍSTICA DEL MOTOR ELÉCTRICO (NISSAN LEAF).	16
FIGURA 8.6: ESQUEMA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO CON UN MOTOR (A) Y DOS MOTORES INDEPENDIENTES (B).....	17
FIGURA 8.7: PARTES DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO.....	18
FIGURA 8.8 COMPARACIÓN DE FUNCIONAMIENTO EN LA FRENADA Y TRACCIÓN.....	20
FIGURA 8.9: ELECTROLINERA	25
FIGURA 8.10: PUNTO DE RECARGA PRIVADA	25
FIGURA 8.11: INFRAESTRUCTURA DE RECARGA	26
FIGURA 11.1 ÁREA DE CONCESIÓN DE ELEPCO S.A.	37
FIGURA 11.2: FUENTES SUMINISTRO ELÉCTRICO ELEPCO S.A	38
FIGURA 11.3: SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN LA COCHA	41
FIGURA 11.4: RUTA DEL ALIMENTADOR #3 DE LA SUBESTACIÓN LA COCHA.....	42
FIGURA 11.5: CURVA DE CARGA (MW) DEL ALIMENTADOR # 3 DE LA S/E COCHA (2018)	42
FIGURA 11.6: CURVA DE CARGA DIARIA DEL ALIMENTADOR #3 LA S/E LA COCHA (2018)	43
FIGURA 11.7: CURVA DE CARGA MENSUAL DEL ALIMENTADOR #3 LA COCHA.....	43
FIGURA 11.8: NÚMERO DE PERSONAS QUE ADQUIRIRÍAN EL VE.....	46
FIGURA 11.9: NÚMERO DE VEHÍCULOS DETERMINADOS POR LA ENCUESTA EN CADA AÑO DE ESTUDIO.....	46
FIGURA 11.10: PORCENTAJE DE CONEXIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.....	48
FIGURA 11.11: CURVA DE POTENCIA DEL PRIMER AÑO 2019 (PRIMER ESCENARIO).	51
FIGURA 11.12: CURVA DE POTENCIA DEL PRIMER AÑO 2021 (PRIMER ESCENARIO).....	52
FIGURA 11.13: CURVA DE POTENCIA PROYECTADA PARA EL AÑO 2028 (PRIMER ESCENARIO).....	52
FIGURA 16.1: CURVA DE POTENCIA (MW) CON LA INTRODUCCIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN UN PERIODO DE 1 AÑO.	87
FIGURA 16.2: CURVA DE ENERGÍA (KWH) CON LA INTRODUCCIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN UN PERIODO DE 1 AÑO.	87

FIGURA 16.3: CURVA DE POTENCIA (MW) CON LA INTRODUCCIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN UN PERIODO DE 3 AÑOS.....	88
FIGURA 16.4: CURVA DE ENERGÍA (KWH) CON LA INTRODUCCIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN UN PERIODO DE 3 AÑOS.....	88
FIGURA 16.5: CURVA DE POTENCIA (MW) CON LA INTRODUCCIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN UN PERIODO DE 5 AÑOS.....	89
FIGURA 16.6: CURVA DE ENERGÍA (KWH) CON LA INTRODUCCIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN UN PERIODO DE 5 AÑOS.	89
FIGURA 16.7: CURVA DE POTENCIA (MW) CON LA INTRODUCCIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN UN PERIODO DE 8 AÑOS	90
FIGURA 16.8: CURVA DE ENERGÍA (KWH) CON LA INTRODUCCIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN UN PERIODO DE 8 AÑOS	90
FIGURA 16.9: CURVA DE POTENCIA (MW) CON LA INTRODUCCIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN UN PERIODO DE 10 AÑOS	91
FIGURA 16.10: CURVA DE ENERGÍA (KWH) CON LA INTRODUCCIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN UN PERIODO DE 10 AÑOS.	91

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 7.1 SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.	8
TABLA 8.1 TIPOS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS DISPONIBLES EN EL MERCADO ECUATORIANO.....	13
TABLA 8.2. TIPO DE TRANSPORTES	13
TABLA 8.3. LUGARES EN DONDE ESTÁ UBICADO EL PARQUE AUTOMOTOR DEL 2017	14
TABLA 8.4. TIPOS DE MOTORES USADOS PARA LOS VE	19
TABLA 8.5. COMPARACIÓN DE PRESTACIONES DE LAS BATERÍAS DE PLOMO-ÁCIDO, DE NÍQUEL METÁLICO Y DE IÓN-LITIO.....	22
TABLA 8.6. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL VE.....	23
TABLA 8.7: TIPOS DE CONEXIONES RECOMENDABLES PARA LAS RECARGAS DE LOS VE	28
TABLA 8.8. ESCENARIOS DE RECARGAS PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	29
TABLA 8.9 TARIFA DE CADA RANGO DE CONSUMO EN BAJA TENSIÓN CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA	30
TABLA 8.10. TARIFA DE CADA RANGO DE CONSUMO EN MEDIA TENSIÓN CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA.....	31
TABLA 8.11. TARIFA DE CADA RANGO DE CONSUMO EN ALTA TENSIÓN CON DEMANDA.	31
TABLA 9.1 VARIABLE INDEPENDIENTE:.....	32
TABLA 9.2 VARIABLE DEPENDIENTE.....	33
TABLA 10.1 DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA MUESTRA.....	35
TABLA 10.2 NIVEL DE CONFIANZA PARA EL CÁLCULO DE LA MUESTRA.....	35
TABLA 11.1 SUBESTACIONES DE ELEPCO S.A.....	39
TABLA 11.2. ALIMENTADORES DE ELEPCO S.A	40
TABLA 11.3. NÚMERO VE QUE INGRESARÍAN EN CADA AÑO DE ESTUDIO	47
TABLA 11.4. PORCENTAJE USUARIOS CONECTADOS EN LOS INTERVALOS DEFINIDOS.....	48
TABLA 11.5. PORCENTAJE USUARIOS CONECTADOS EN LOS INTERVALOS DEFINIDOS PARA EL PRIMER AÑO	49
TABLA 11.6. PORCENTAJE USUARIOS CONECTADOS EN LOS INTERVALOS DEFINIDOS PARA EL TERCER AÑO.....	49
TABLA 11.7. PORCENTAJE USUARIOS CONECTADOS EN LOS INTERVALOS DEFINIDOS PARA EL QUINTO AÑO.....	49
TABLA 11.8. PORCENTAJE USUARIOS CONECTADOS EN LOS INTERVALOS DEFINIDOS PARA EL OCTAVO AÑO	50

TABLA 11.9. PORCENTAJE USUARIOS CONECTADOS EN LOS INTERVALOS DEFINIDOS PARA EL QUINTO AÑO.....	50
TABLA 12.1: ESTIMACIÓN DE KILOMETRAJE ESTABLECIDOS POR LA CASA KIA DE LA CIUDAD DE LATACUNGA.....	54
TABLA 12.2: ESTIMACIÓN DE C02 EMITIDAS POR LOS VCI EN EL ECUADOR Y LATACUNGA PARA CINCO AÑOS DE ESTUDIO.....	55
TABLA 12.3: ESTIMACIÓN DE REDUCCIÓN DE C02 POR LOS VE	55
TABLA 13.1 COMPARACIÓN DE RENDIMIENTO DEL VE FRENTE AL VEHÍCULO A COMBUSTIÓN PARA CINCO AÑOS	58
TABLA 13.2 PLAN DE MANTENIMIENTO KIA SOUL. VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.....	59
TABLA 13.3 PLAN DE MANTENIMIENTO KIA SOUL R. VEHÍCULOS A COMBUSTIÓN INTERNA...	59
TABLA 13.4 DATOS PARA EL CÁLCULO DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA CONTAMINACIÓN VEHICULAR.....	60
TABLA 13.5 TOTAL DE EGRESOS DE UN V.E A LOS 100000 KM.....	61
TABLA 13.6 TOTAL DE EGRESOS DE UN V.C.I A LOS 100000 KM	62
TABLA 13.7 TOTAL DE AHORRO ENTRE UN VCI Y UN VE	62
TABLA 13.10 CALCULO DEL TIR PARA EL VEHÍCULO ELÉCTRICO KIA SOUL	65
TABLA 16.1. TIPOS DE CONEXIONES PRESENTES PARA LAS RECARGAS DE LOS VE.....	76
TABLA 16.2. TIPOS DE CONEXIONES PRESENTES PARA LAS RECARGAS DE LOS VE.....	77

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN(1).....	34
ECUACIÓN(2).....	44
ECUACIÓN(3).....	47
ECUACIÓN(4).....	47
ECUACIÓN(5).....	48
ECUACIÓN(6).....	60
ECUACIÓN(7).....	63
ECUACIÓN(8).....	63
ECUACIÓN(9).....	64
ECUACIÓN(10).....	64
ECUACIÓN(11).....	65

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: “INTRODUCCIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN EL CENTRO DE LATACUNGA Y SU INFLUENCIA EN LA DEMANDA”.

Autor/es: Tasinchana Casa Luis Armando
Caisa Araque Mayra Alexandra

RESUMEN

El presente trabajo realiza un análisis de la influencia que tendrá la introducción de los vehículos eléctricos, en la demanda eléctrica, del alimentador # 3 de la subestación la cocha, cuya área de servicio es el centro de la ciudad de Latacunga. Para esto se utilizan encuestas aplicadas a la muestra de la población de usuarios del alimentador ubicados en la zona de estudio, para conocer la factibilidad de la implementación de esta tecnología y comenzar a cambiar la preferencia de los compradores de vehículos a gasolina por vehículos eléctricos. En base a la información obtenida se determinará la viabilidad de la introducción del vehículo eléctrico.

Parte del estudio da a conocer la máxima probabilidad de conexión en las redes de distribución, de los vehículos eléctricos en los diferentes horarios (base, media, punta) establecidos por el ARCONEL, y así poder visualizar la nueva curva de demanda tanto en potencia y energía.

En caso de recarga masiva de los vehículos eléctricos, este resultado permitirá al planificador tomar acciones de corrección o mejora, tales como modificarse o repotenciar el alimentador de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi (ELEPCO S.A.), para no alterar los límites de capacidad de la red eléctrica.

Mediante la regulación (Pliego Tarifario 2018) establecida por el ARCONEL se determinó los costos de esta tecnología en los diferentes periodos de consumo. Por esto se propone la recarga de los vehículos eléctricos en el horario base, debido a su tarifa reducida. Esto ayudará primero, al alargamiento de la vida útil de las baterías del automóvil, y al aplanamiento de la curva de la demanda eléctrica.

Palabras claves: Vehículo Eléctrico, Proyección de Demanda Eléctrica, Alimentador de distribución.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF SCIENCE AND APPLIED ENGINEERING

TOPIC: “INTRODUCTION OF ELECTRIC VEHICLES IN THE CENTRE OF LATACUNGA AND THEIR INFLUENCE ON THE DEMAND”

AUTHORS: Tasinchana Casa Luis Armando
Caisa Araque Mayra Alexandra

ABSTRACT

The following research work carries out an analysis about the influence that will take place after the introduction of electric vehicles in the electricity demand from Cocha substation electric # 3 and whose service area is the centre of Latacunga city. To make this possible, surveys to the population sample of electricity users who lived in the zone of study were applied, so as to know about the feasibility on the implementation of this technology and begin to change consumers' preference between fuel vehicles and electric vehicles. Based on obtained information, viability of the introduction of electric vehicles will be determined. Certain parts of this study allow to understand higher connecting possibilities of distribution power supplies for electric vehicles in different schedule (basis, middle and peak) stated by ARCONEL and also be able to visualize new demand curve regarding power and energy. In case of massive overload from electric vehicles, results will allow the one in charge to take correcting and improvement actions such as modification and implementation boosting at Cotopaxi Electric Company (ELEPCO S.A.) to avoid altering capacity limits from electric power supplies. Through regulations (Pliego Tarifario 2018) submitted by ARCONEL, the cost of this technology at different consumption periods was determined. In such matter, charging of electric vehicles is proposed in the basis schedule due to low fee. This will first help to the battery lengthening of useful life in electric cars and flattening of the electric demand curve.

Keywords: Electric Vehicle, Electric Demand Projection, Distribution Station.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados: MAYRA ALEXANDRA CAISA ARAQUE y LUIS ARMANDO TASINCHANA CASA de la Carrera de **INGENIERÍA ELÉCTRICA** de la Unidad Académica de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**, cuyo título versa **“INTRODUCCIÓN DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN EL CENTRO DE LATACUNGA Y SU INFLUENCIA EN LA DEMANDA”**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 23 de julio de 2018

Atentamente,



Msc. Alison Mena Barthelotty
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0501801252



PROYECTO DE TITULACIÓN II

1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

TÍTULO DEL PROYECTO:

“Introducción de los Vehículos Eléctricos en el Centro de Latacunga y su Influencia en la Demanda”.

FECHA DE INICIO:

03 de Abril del 2018

FECHA DE FINALIZACIÓN:

13 de Julio del 2018

LUGAR DE EJECUCIÓN:

Provincia Cotopaxi / Cantón Latacunga

FACULTAD QUE AUSPICIA:

Ciencias De Ingeniería Y Aplicadas.

CARRERA QUE AUSPICIA:

Ingeniería Eléctrica

ÁREA DE CONOCIMIENTO:

Ciencias Tecnológicas, Ingeniería Eléctrica, Aplicaciones Eléctricas

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Conversión Y Uso Racional De La Energía Eléctrica. (Se Relaciona Con La Línea De Energías Y Alternativas Y Renovables, Eficiencia Energética Y Protección Ambiental).

SUB LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DE LA CARRERA:

Eficiencia Energética Y Desarrollo Sostenible

1.1 EQUIPO DE TRABAJO

1.1.1 TUTOR

Nombre : Ing. Edwin Marcelo.
 Apellido : Lema Guamán
 Fecha de Nacimiento : 06/04/1988
 Estado Civil : Soltero
 Nacionalidad : Ecuatoriano
 Cedula N° : 0302264351
 Domicilio : Av. Unidad Nacional y Catalina Rivera
 Teléfono : 0959046477
 e-mail : edwinlema@utc.edu.ec
 Educación Superior : Universidad de Cuenca

1.1.2 ESTUDIANTE (I)

Nombre : Mayra Alexandra
 Apellido : Caisa Araque
 Fecha de Nacimiento : 17/11/1992
 Estado Civil : Soltera
 Nacionalidad : Ecuatoriana
 Cedula N° : 0503848194
 Domicilio : Pujilí / Barrio Rumipamba
 Teléfono : 0959441436
 e-mail : mayra.caisa4@utc.edu.ec
 Educación Primaria : Antonio Aristarco. A. Jacome
 Educación Secundaria : Colegio Nacional Experimental Provincia de Cotopaxi

ESTUDIANTE (II)

Nombre : Luis Armando.
 Apellido : Tasinchana Casa
 Fecha de Nacimiento : 22/04/1991
 Estado Civil : Soltero
 Nacionalidad : Ecuatoriano
 Cedula N° : 0503491912

Domicilio : Latacunga /Tanicuchi-San Andrés
 Teléfono : 2690922
 e-mail : luis.dj1991@gmail.com
 Educación Primaria : Escuela Fiscal “Ecuador”
 Educación Secundaria : Colegio “General Marco Aurelio Subía”

1.2 LISTA DE SIGLAS

VE	Vehículo Eléctrico.
CO2	Dióxido de Carbono.
VC	Vehículo de Combustión.
MCI	Motor de Combustión Interna.
VCI	Vehículo de Combustión Interna.
Km	Kilómetros.
Kw	Kilovatio.
Kwh	Kilovatio Hora.
MVA	Megavoltiamperio.
AT	Alta Tensión.
BT	Baja tensión.
W/KG	Vatios por Kilogramo, es la potencia obtenida por kg de batería.
Wh/Kg	Vatios hora por Kilogramo, es la energía almacenada por unidad de kg.
S/E	Subestación Eléctrica.
SNI	Sistema Nacional Interconectado.
ARCONEL	Agencia de Regulación y Control de Electricidad.
AEADE	Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En la actualidad la mayor parte de la energía eléctrica proviene del empleo de combustible no renovables, que se obtienen de diversas fuentes (termoeléctrica, nuclear, carbón, petróleo, gas natural, etc.). Dichas fuentes son las que representan la mayoría de aplicaciones energéticas utilizadas por el hombre, ejemplo; el automóvil el medio de transporte más utilizado por las personas en todo el mundo.

En el Ecuador los vehículos de combustión interna es uno de los principales agentes de movilización y de transportación a gran escala que influyen de forma diaria en las personas, pero a su vez constituyen una de las principales fuentes de emisión de ruido y de gases contaminantes a la atmósfera, en efecto, el 40 % del consumo energético en el Ecuador actualmente es en vehículos convencionales, que para su accionamiento utilizan derivados del petróleo [3]. La población ecuatoriana es consciente de un cambio para que la situación actual no afecte a las futuras generaciones, por lo que es necesario realizar una innovación tecnológica en el parque automotor. Una de las opciones existentes y relevantes en los últimos tiempos es de reemplazar los vehículos de combustión por los vehículos eléctricos, con la introducción de estos se pretende además disminuir la contaminación de CO₂.

Dentro de la planificación del sector eléctrico es necesario realizar un estudio de demanda en potencia y energía, que permita al planificador prever los impactos producidos por la incorporación de estaciones de recargas (rápidas y lentas) de los Vehículos Eléctrico (VE), al sistema de distribución, causando un impacto positivo en la matriz energética del sector en estudio.

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi, ELEPCO S.A, se enfrenta al incremento de potencia debido a la introducción de los VE, lo que obliga al estudio y análisis de todo el Sistema Eléctrico, para lo cual se debe realizar un diagnóstico del sistema actual, las falencias y debilidades de la red. El presente trabajo realiza el análisis del alimentador #3 la Cocha, con la introducción de masiva de recargas de baterías de los autos.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El uso de vehículos eléctricos ha demostrado ser una importante alternativa de transporte sostenible, para suplir los altos costos y la escasez de combustibles fósiles, Además, su uso permitiría reducir los impactos ambientales asociados a la combustión del petróleo, como el calentamiento global y la contaminación del aire contribuyendo así con la protección del medio ambiente.

El presente trabajo investigativo cuenta con el apoyo de la Empresa Eléctrica Cotopaxi (ELEPCO S.A), en facilitar la información necesaria del alimentador # 3 de la subestación la cocha del centro de la ciudad de Latacunga, establecido como objeto de estudio, con la cual se podrá conocer el estado actual de consumo tanto en potencia y energía, y así determinar la influencia en la demanda eléctrica, al momento de recargar las baterías de los vehículos eléctricos en las redes de distribución.

Dentro del mercado eléctrico ecuatoriano, en el cantón Latacunga de la Provincia de Cotopaxi, aun no contempla de forma específica el uso de esta tecnología, por ello es necesario evaluar su impacto, mediante un análisis estadístico, como encuestas, tabulaciones de forma que permita caracterizar el proceso de recarga de baterías, describiendo lo ocurrido mediante escenarios posible de la curva de diaria de carga, y establecer necesidades de mejora y adecuación de nuestro marco regulatorio ante una eventual masificación de la tecnología VE de manera que no altere negativamente el pico de demanda eléctrica . Este estudio es de gran importancia para la empresa distribuidora la cual es la encargada de garantizar la estabilidad, confiabilidad y continuidad del servicio eléctrico a todos los usuarios dentro de su área de concesión.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Directos: Este proyecto de investigación beneficiara directamente la empresa distribuidora ELEPCO S.A

Indirectos: La Provincia De Cotopaxi, Consumidores del Cantón Latacunga, UTC.

5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN:

5.1 Situación Problemática

Los vehículos de combustibles fósiles, son uno de los principales agentes de movilización y de transportación a gran escala, que influye de forma diaria en la vida de las personas, y constituye una de las principales fuentes de emisión de ruido y gases contaminantes a la atmósfera.

Con la construcción de nuevos proyectos de generación eléctrica en el Ecuador, ha ocasionado un cambio en la matriz energética, por lo que la introducción de nuevas tecnologías como son los Vehículos Eléctricos (VE), está asociada directamente, con el impacto en el sistema de distribución de energía eléctrica, en horas pico alterando su funcionamiento y confiabilidad por lo tanto es necesario un análisis de qué problemas con lleva este tipo de cargas en la demanda actual.

El motor eléctrico presenta ventajas que representan tanto para el medio ambiente y la economía de los usuarios, como es en la disminución de CO₂ en el ambiente, la reducción de ruido y el ahorro de energía. ¿Cuál es la tecnología adecuada? y ¿quién debe desarrollarla?, ¿qué estándares deben definirse? y ¿cómo se provee la energía eléctrica? o ¿cuáles serán las regulaciones a implementarse al llegar los vehículos eléctricos al país?, ponen en incertidumbre la futura implementación de los vehículos eléctricos en el Ecuador.

Dentro de la planificación del sector eléctrico es necesario realizar un estudio de demanda en potencia y energía, que permita al planificador prever los impactos producidos, por la incorporación de estaciones de recargas (rápidas y lentas) de los VE, al sistema de distribución.

5.2 Formulación del Problema

El impacto que tendrá la Introducción de los vehículos eléctricos en el centro de la ciudad de Latacunga y su influencia en la demanda eléctrica, se lo demostrará mediante encuestas realizadas a diferentes usuarios de la zona, y así poder determinar los escenarios posibles de la recarga del auto, para una utilización amigable con el sistema de distribución de energía eléctrica.

6. OBJETIVOS:

6.1 Objetivo General

Analizar la introducción de los vehículos eléctricos en el centro de Latacunga y su influencia en la demanda eléctrica.

6.2 Objetivos Específicos

1. Análisis del estado del arte de los Vehículos Eléctricos.
2. Investigar el comportamiento de los usuarios de vehículos eléctricos frente a los tiempos de uso y carga en el centro de Latacunga.
3. Analizar los escenarios posibles del comportamiento de la curva de demanda, debido a la introducción de los sistemas de carga de los vehículos eléctricos.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 7.1 Sistemas de tareas en relación a los objetivos planteados.

Objetivo específico 1	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Técnicas e Instrumentos
Análisis del estado del Arte de los Vehículos Eléctricos.	Investigar sobre los VE	Obtener información actualizada del vehículo eléctrico	Investigación Bibliografía. Investigación de campo.
Objetivo específico 2	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Técnicas e Instrumentos
Investigar el comportamiento de los usuarios de vehículos eléctricos frente a los tiempos de uso y carga en el centro de Latacunga.	Recopilación de Datos de la viabilidad del VE en base a las opiniones de los usuarios encuestados.	Usos que tendrá los VE en función a las necesidades del usuario. Tiempos de recarga de la batería del VE.	Encuestas Tabulaciones.
Objetivo específico 3	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Técnicas e Instrumentos
Analizar los escenarios posibles del comportamiento de la curva de demanda, debido a la introducción de los sistemas de carga de los vehículos eléctricos.	Obtención de los datos de consumo de potencia y energía del alimentador a estudiar. Graficar la curva de la demanda actual y proyectada.	Comparación de los datos de la demanda actual frente a la demanda proyectada con la introducción de los VE.	Matlab Excel Google Earth

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1 Antecedentes de la investigación

Desacuerdo a la investigación realizada por [1]. Hace referencia al impacto de la introducción de los vehículos eléctricos en una red de distribución de la ciudad de Cuenca, se realizó un análisis donde la prestación de un VE dependerá del tipo de batería, para la autonomía y cantidad de energía de consumo, en el desarrollo del proyecto se estimó el horario más adecuado en que esta tecnología puede ser conectada a la red, con el propósito de aplanar la curva de demanda concluyendo que el VE es una forma sustentable y además rentable para satisfacer la necesidad de los usuarios.

En el trabajo de investigación realizada por [2] se centra en el estudio de los puntos de carga instalados en centros comerciales, así como también recargar en la vivienda o en un edificio con solo contar con una acometida de 220 V, y la instalación de electrolineras, para conocer la viabilidad de la implementación de los VE en Quito, realizaron entrevistas a los directivos de casas comerciales, taxistas, con el fin de conocer la factibilidad de comenzar a cambiar la tendencia de los compradores de vehículos a gasolina por vehículos más amigables con el medio ambiente, garantizando el buen desempeño de las redes eléctricas.

El trabajo de [3] hace referencia al análisis de la factibilidad para la integración de VE al sistema de distribución eléctrico de acuerdo a los distintos tipos de carga, tomando en cuenta los diferentes horarios de demanda eléctrica en el país. Previo al análisis se determinó que para obtener una carga eficaz sin daño directo al medio ambiente se debe utilizar las horas de menor consumo.

En base al artículo realizado por [4] hace referencia en mantener el calentamiento por debajo del límite de los 2°C con respecto a los niveles preindustriales, con la introducción de la movilidad eléctrica se lograra reducir progresivamente la dependencia del uso de los combustibles fósiles (gasolina o diésel). Uno de los objetivos estratégicos que se ha planteado el gobierno, es producir en el ecuador VE y sus baterías, no solo para el consumo interno, si no, para la exportación.

De acuerdo a la investigación realizada por [5] describe, el estudio de los parámetros cuantitativos que influyen en el desempeño energético y mecánico del vehículo, mediante pruebas de autonomía y tiempo de carga, se llevó a cabo también el estudio de costos de operación y mantenimiento de un auto eléctrico frente a un vehículo de combustión.

En el trabajo de investigación realizada por [6] se centra en el estudio del impacto producido al utilizar las estaciones de carga, para un vehículo eléctrico de forma masiva según los modos de carga, como son carga lenta y de carga rápida, se realizaron mediciones de los parámetros de calidad de energía, durante la recarga de baterías del VE para evaluar el impacto producido por las estaciones de carga resultando imprescindible la existencia de una configuración de infraestructura de carga.

El trabajo de [7] hace referencia al análisis exhaustivo del impacto de la introducción masiva del vehículo eléctrico en las redes de distribución, mediante evaluaciones de los niveles de penetración de esta tecnología, como el despliegue de dispositivos de recarga y hora óptima de conexión a la red para que la curva de la demanda se suavice lo máximo posible y las infraestructuras eléctricas no sufran una sobrecarga provocando una caída del sistema eléctrico.

8.2 Marco Teórico

En este capítulo se recolecta toda la información de trabajos anteriores que se permita tener una perspectiva clara sobre el problema de nuestra investigación.

8.2.1 Visión General

Con el pasar del tiempo, los seres humanos han centrado su dependencia en el uso de combustibles fósiles como principal medio para el desplazamiento en vehículos convencionales de motores con combustión interna.

No obstante, la utilización de los motores de explosión como de gasolina y otros combustibles, se está quedando obsoletos. La eficiencia energética es muy baja, ya que se aprovecha alrededor del 20% de la energía contenida en el combustible. A pesar de las mejoras tecnológicas, las emisiones de CO₂ son muy elevadas. Como consecuencia de esto, la industria automotriz ha empezado investigaciones de mejoras en los automóviles convencionales, surgiendo así la idea de los vehículos híbridos y eléctricos [3].

La llegada de los Vehículos Eléctricos provocará un gran efecto en los aspectos energéticos, tecnológicos, económicos y ambientales, con respecto a la disponibilidad y tipos de puntos de recarga, por lo que es necesaria la implementación de ciertos cambios para adaptarse al nuevo paradigma del desarrollo sostenible, de tal modo que la red de distribución eléctrica no se vea afectada.

8.2.2 Historia

La historia de los vehículos eléctricos comienza hace más de un siglo, durante los primeros años de la industria automotriz. El primer vehículo que funcionó con electricidad se construyó en el año de 1830 en Escocia, con la desventaja de que las baterías no eran recargables [3].

En el año de 1859 en Francia Gastón Planté da el primer paso para la autonomía de los vehículos eléctricos con el apareamiento de la pila de plomo-ácido (la primera batería recargable), en 1881 se presenta el primer vehículo eléctrico [3]. A comienzos del siglo XX, varias competiciones enfrentaron los distintos tipos de energías: el petróleo, el vapor y la electricidad. A finales del siglo XIX, el vehículo eléctrico denominado el “Jamais Contente” (el “nunca contento”) ver figura 1, fue el primer vehículo que alcanzó los 100 km/h [3]. En los años 1900 y 1914, había más autos eléctricos que vehículos a gasolina, porque eran suaves en movimiento y silenciosos; además su recarga era domiciliaria.

Posterior a la popularidad que tuvo el automóvil eléctrico, entró en descenso porque Henry Ford, inserto el Modelo T con motor a combustión, lo que resulto que los automóviles a gasolina sean más accesibles para los usuarios. A finales del año 1920, la rápida disponibilidad de gasolina contribuyó a la sustitución de los vehículos eléctricos por los vehículos a combustión interna, por recorrer largas distancias a una mayor velocidad con más energía [3].

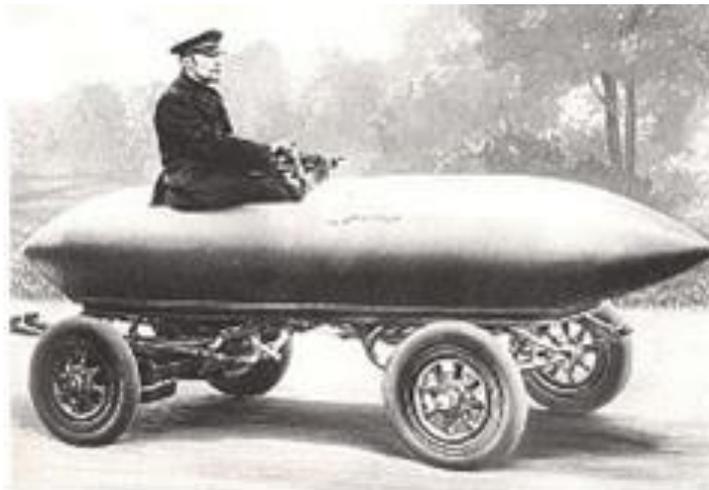


Figura 8.1 Primer vehículo eléctrico en superar la barrera de los 100 km/h.

Fuente: [8].

En los años 70, la idea de los vehículos eléctricos resurgió debido a la constante preocupación por la contaminación producida en el mundo, como también por el aumento de los costos en la gasolina. En el siglo XX se desarrolló el primer vehículo eléctrico “CitiCar de Vanguard-

Sebring” ver la figura 8.2, éste tenía como particularidad que no podía ir a más de 80 km/h en un rango de 64 km por cada carga [3].



Figura 8.2 Primer vehículo eléctrico del siglo XX

Fuente: [8]

En la actualidad se intenta incentivar a que todos los países sustituyan su tipo de movilidad de combustibles fósiles a usar energías renovables.

8.2.3 Vehículos Eléctricos en Ecuador

En el año 2011 el primer vehículo totalmente eléctrico de comercialización masiva a nivel mundial, se presentó en el Ecuador. El vehículo “Nissan Lea” tiene capacidad para cinco pasajeros y una velocidad de 160 kilómetros por hora. No requiere combustible para su desplazamiento [9].

Ecuador quiere ubicarse entre los 5 mayores promotores del mundo de esta tecnología. No hay límites para la importación de este tipo de vehículos [4]. En la tabla 8.1 se presenta los siete modelos de vehículos 100% eléctricos se encuentran disponibles en el Ecuador. Renault y Kia son las marcas que lideran la introducción de los modelos y ya los comercializan; Nissan, BYD, Toyota, Green Wheel (Ambacar), se encuentran en etapa de pruebas, a la espera de determinaciones de precios o de la instalación de infraestructura para su mejor funcionamiento. [10].

Tabla 8.1 Tipos de vehículos eléctricos disponibles en el mercado ecuatoriano

MARCA	MODELO	AUTONOMIA ELÉCTRICA	CONSUMO (Wh/Km)	ALIMENTACIÓN	PRECIO	IMAGEN
RENAULT	TWIZY	120km	63Wh/km	220V - 110V	USD 14,900	
KIA	SOUL EV	200km - 212km	164Wh/km	220V - 110V	USD 34,990	
NISSAN	LEAF	175km	173Wh/km	220V	USD 27,800	
TOYOTA	COMS	60Km	28Wh/km	220V	USD 18,990	
BYD	E6	290Km - 300Km	205Wh/km	220V	USD 45,000	
RENAULT	KANGOO ZE	170Km	155Wh/km	220V	USD 30,000	
GREEN WHEEL		100Km	48Wh/Km	220V - 110V	USD 14,000	

Fuente: [2]

El parque automotor del Ecuador está estimado en un total de 2,2 millones de unidades al año 2015, teniendo un crecimiento del 3,8% con respecto al año anterior [10].

En la tabla 8.2 indica el número y el porcentaje de vehículos livianos y pesados que existen en el Ecuador del año 2017 [11].

Tabla 8.2 Tipo de Transportes

	Porcentaje (%)	# de vehículos
Autos livianos	89	1'958.000
Vehículos pesados	11	242.000

Fuente: [12]

En el año 2017, cerca del 60% del parque automotor se distribuye en las principales ciudades como se puede apreciar, en la tabla 8.3:

Tabla 8.2. Lugares en donde está ubicado el parque automotor del 2017

Ciudades	Porcentaje (%)
Quito	28
Guayaquil	23
Cuenca	7
Latacunga	3
Resto del país	39

Fuente: [12]

8.2.4 Vehículos Eléctricos en Latacunga

En el país existe un perfil de cliente que busca vehículos que no generen emisiones de CO₂ y que sean fáciles de conducir, el cantón Latacunga mediante el apoyo de la concesionaria ELLEPCO S.A pretende incentivar a los Latacungueños a adoptar el vehículo eléctrico, poniéndose como claro ejemplo, la Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi adquirió dos vehículos eléctricos de la marca Kia Soul, insertando confianza entre los usuarios.

El vehículo “KIA SOUL” tiene capacidad para cinco pasajeros, una velocidad de 145 kilómetros por hora y Autonomía 212 km. No requiere combustible para su desplazamiento y la batería del VE se puede recargar de forma lenta a 110 V en una duración de 8 horas, y carga rápida a 220 V en un tiempo de 2 horas como se puede apreciar en el Anexo 4.

8.2.5 Vehículo Eléctrico (EV)

“Un vehículo eléctrico es aquel que utiliza la energía química guardada en una o varias baterías recargables. Usa cargador incorporado que se pueden enchufar a la red para recargar las baterías mientras está aparcado, siempre que la infraestructura eléctrica lo permita” [3].

El vehículo eléctrico, es impulsado por uno o más motores eléctricos, además en la batería a presentando un alto rendimiento en la transformación de energía eléctrica, en energía mecánica con la cual se moverá el vehículo obteniendo un rendimiento de 60 hasta 85%; a comparación de los vehículos a combustión donde los motores alcanzan un rendimiento entre 15 hasta 20 %. Se caracteriza también por el frenado regenerativo en donde las baterías se cargan automáticamente cada vez que el vehículo se presente en vías de bajada [3].

8.2.6 Características del Vehículo Eléctrico

Para comprender mejor cuando se dice vehículo eléctrico, se debe tener claro que se trata de un vehículo que sólo se alimenta de una batería incorporada a él y que, esta batería, debe ser

cargada por medio de una conexión al sistema eléctrico, el cual produce la energía necesaria para que se ponga en marcha.

Dependiendo del tipo de batería, es decir, del material de fabricación de ésta, se obtiene una autonomía la cual determina la cantidad de kilómetros que el vehículo puede recorrer una vez tenga la carga completa. Los VE presentan un notable ahorro de energía primaria si se compara con un vehículo tradicional. (VCI) [1].

El sector automotriz reconoce que el motor de combustión, tanto de gasolina como de otros combustibles, tiene índices de eficiencia energética muy bajos, la energía contenida en el combustible llega a las ruedas y las emisiones siguen siendo altas, aunque se mejore la tecnología del vehículo [1].

Por su parte, el VE, tiene una eficiencia mucho más alta y las emisiones se reducen notablemente, sobre todo si se utilizan energías renovables para la generación de energía.

A continuación, en la figura 8.3 se compara la eficiencia de un vehículo eléctrico con uno de combustión interna, ambos alimentados por petróleo como energía primaria. En este ejemplo, la generación de energía para el VE, en la fuente, es tan sólo del 30% y la del VCI es de 83 %, aun así, la eficiencia en las ruedas del VE es de 24 % y el de el VCI de 16%, lo que nos muestra que al VCI sólo ésta llegando 20 % de la energía contenida en el combustible, mientras que al VE le llega el 80% de la energía contenida en la batería.

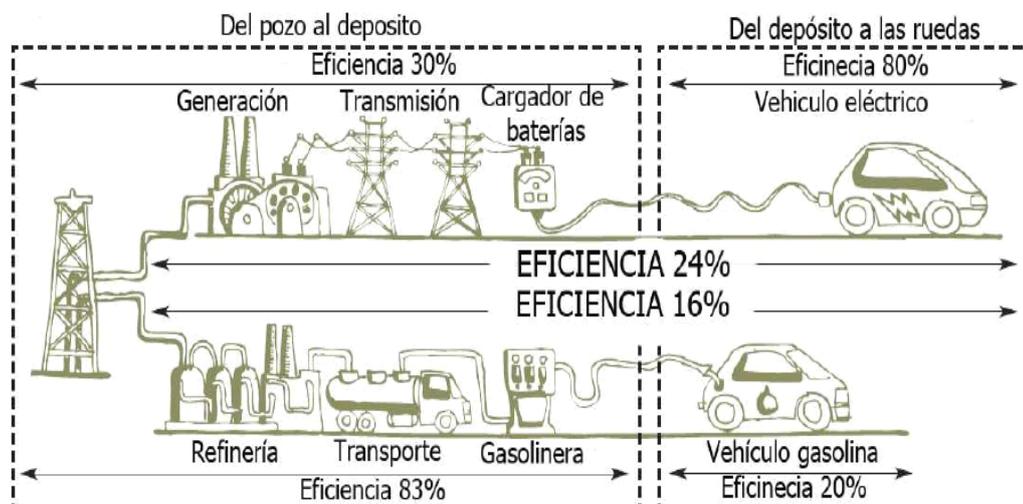


Figura 8.3: Comparación de la eficiencia energética desde el pozo a las ruedas entre un vehículo eléctrico y uno de gasolina

Fuente: [8]

La característica ideal de par-potencia se observa en la Figura 8.4 para la tracción de cualquier vehículo es mantener la potencia constante a cualquier velocidad, y contar con un par elevado a bajas velocidades para los esfuerzos durante el Arranque.

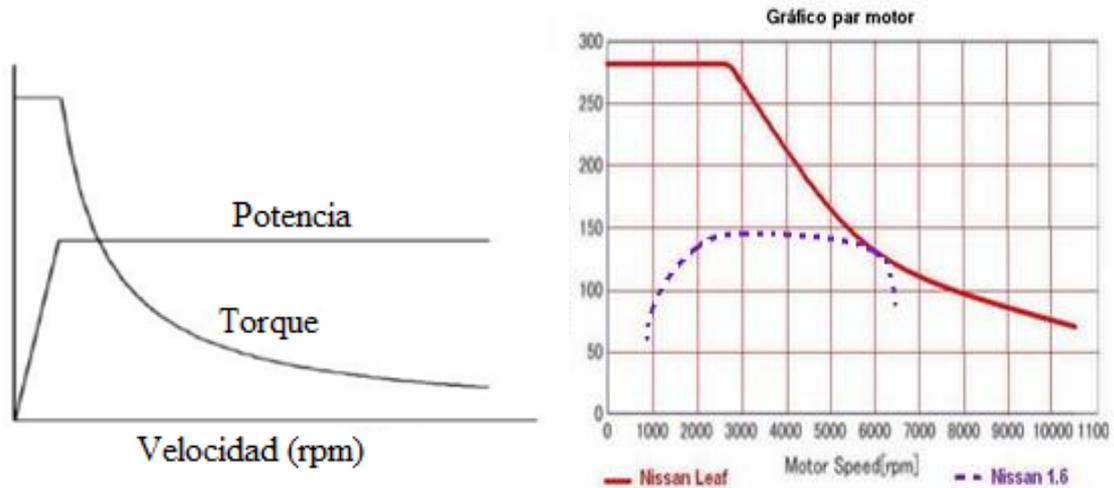


Figura 8.4: Curva Par-Potencia Ideal para Tracción de Vehículos

Fuente: [13]

Esta característica se presenta en el motor eléctrico como se observa figura 8.5, ya que con el incremento de velocidad la potencia se mantiene constante, proporcionando un par elevado a bajas velocidades el cual se reduce cuando aumenta la velocidad; una ventaja de este tipo de sistemas es que se puede prescindir de la caja de cambios.

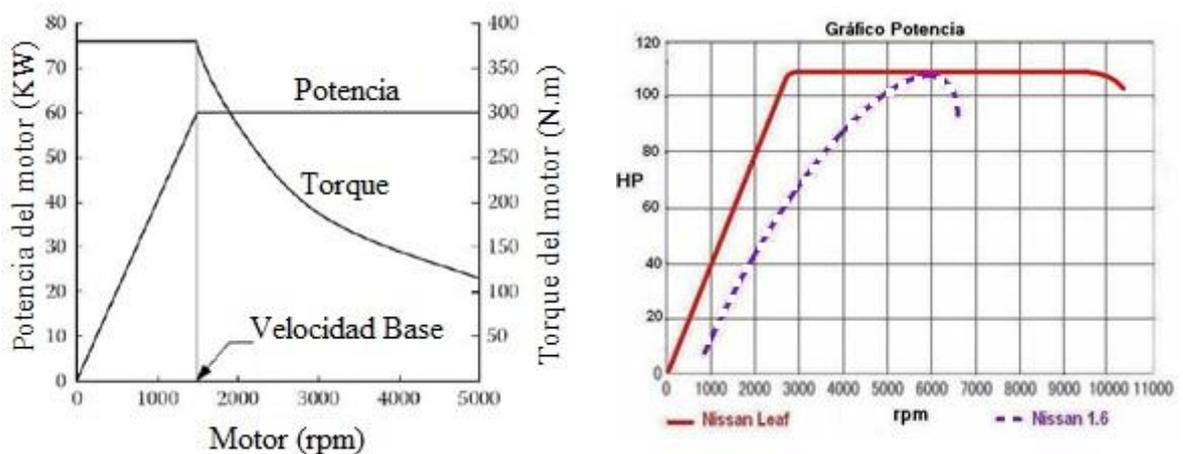


Figura 8.5: Curva Par-Potencia Característica del Motor Eléctrico (Nissan Leaf).

Fuente: [13]

Por lo tanto, para una adecuada selección del motor para un VE se deben observar los siguientes aspectos:

- ✓ Alta potencia específica.
- ✓ Alta densidad de energía (tamaño y peso reducidos).
- ✓ Alta capacidad de sobrecargas (alto par de arranque).
- ✓ Alta eficiencia (superior al 90% en condiciones normales).
- ✓ Amplia gama de velocidades.
- ✓ Control sencillo.
- ✓ Vibraciones bajas y niveles de ruido
- ✓ Par con pocas variaciones.
- ✓ Robustez mecánica.
- ✓ Fabricación y mantenimiento fácil.
- ✓ Bajo costo.

8.2.7 Funcionamiento del Vehículo Eléctrico

El funcionamiento de un vehículo eléctrico es totalmente distinto al del vehículo de combustión interna. Su movimiento se realiza mediante un motor de tracción (eléctrica), acoplada al eje de sus ruedas o en su defecto, a cada una de sus ruedas con motores independientes, para dar el movimiento a las mismas o bien para convertir la energía cinética de las ruedas en electricidad y así cargar la batería a través del freno regenerativo [11]. Estos vehículos disponen de baterías cuya carga se la realiza a través de una conexión a la red eléctrica.

Los vehículos eléctricos con un solo motor se adaptan de mejor manera al diseño tradicional o convencional y permiten tener un motor mucho más potente, aunque presentan algunas pérdidas de eficiencia a través de la fricción. Los vehículos con motores independientes en cada rueda evitan muchas pérdidas de transmisión, pero estos son más apropiados para pequeños vehículos donde no se necesita grandes potencias, estos esquemas se puede observar en la Figura 8.6.

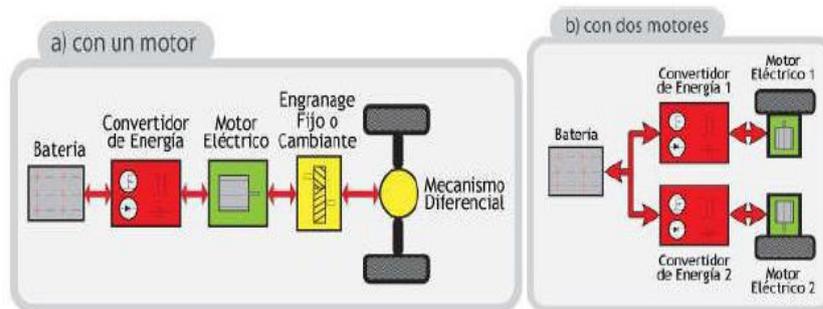


Figura 8.6: Esquema del vehículo eléctrico con un motor (a) y dos motores independientes (b).

Fuente: [9]

El sistema de tracción eléctrico del vehículo cuenta con un controlador que recoge la energía de la batería y se la entrega al motor eléctrico. El controlador proporciona la energía necesaria al acelerador para generar la velocidad del vehículo [11].

El vehículo eléctrico es de uso especialmente para lugares urbanos, en donde el vehículo se destaca por el freno regenerativo porque está continuamente acelerando y decelerando esto se debe al tráfico vehicular que existe en la ciudad [11].

8.2.8 Partes de un Vehículo Eléctrico

Los vehículos eléctricos están accionados por un motor eléctrico que utiliza la energía eléctrica almacenada en el interior de la batería que su recarga se lo realiza a través de una red eléctrica, como se muestra en la figura 8.7 [1].

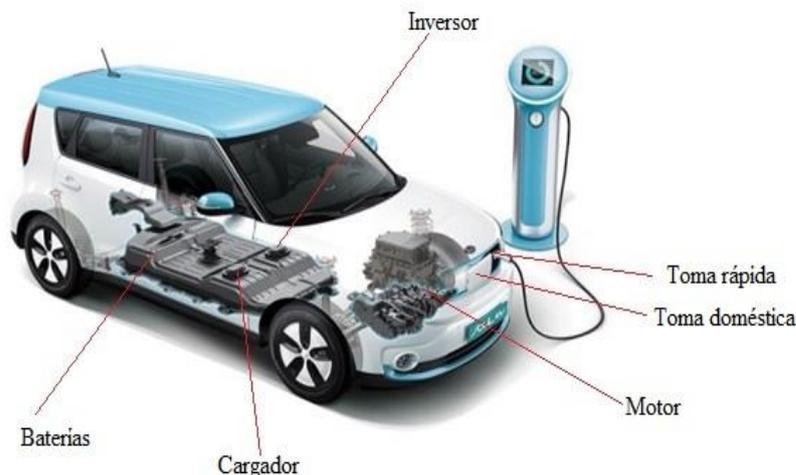


Figura 8.7: Partes de un Vehículo Eléctrico.

Las partes más importantes de un vehículo Eléctrico son:

8.2.9 Motor Eléctrico

Un motor eléctrico es una máquina rotativa que transforma la energía eléctrica en energía mecánica, además existen motores reversibles, es decir, que pueden transformar la energía mecánica en energía eléctrica, pasando a funcionar como un generador [14].

El motor de un coche eléctrico puede ser un motor de corriente alterna o de corriente continua. La diferencia entre estos los dos tipos, principalmente, es la forma de alimentación. El motor de corriente continua se alimenta directamente desde la batería principal, y el motor de corriente alterna se alimenta a través de la energía que emite la batería previamente transformada en

corriente alterna a través del inversor. Como se muestra en la tabla 8.4, actualmente la mayoría de motores instalados en los VEs son de tipo síncrono.

Tabla 8.3. Tipos de motores usados para los VE.

Modelo	Motor	Potencia
Nissan leaf	Sincrónico-IP	80 KW
Toyota Prius VEH	Sincrónico-IP	50 KW
Chevrolet volt VEH	Sincrónico-IP	111 KW
Mitshubishi i-Mi EV	Sincrónico-IP	47 KW
Mahindra REVA	Asincrónico	29 KW
Tesla modelo S	Asincrónico	310 KW
Kia Soul VE	Sincrónico-IP	81,4 KW

8.2.10 Tipos de Motores Eléctricos Utilizados para Vehículos Eléctricos

Motores Síncronos de imán permanente: son motores eléctricos cuyo funcionamiento se basa en imanes permanentes. Existen diversos tipos: [14]:

- ✓ Motores paso a paso de imán permanente.
- ✓ Motores de corriente alterna de imán permanente.
- ✓ Motores de corriente continua de imán permanente.

Motor de flujo axial: Este tipo de motores es el futuro de los VE, este motor se introduce normalmente en la rueda de un vehículo ya que debido a su tecnología permite grandes desarrollos. Se puede variar la posición de los devanados e imanes de rotor y estator, permiten un flujo de campo magnético paralelos al eje del motor sin que el principio de funcionamiento difiera mucho, pero disminuyendo significativamente el volumen total ocupado por la máquina eléctrica. La arquitectura de estas máquinas permite separar el estator en dos discos que actúa en las revoluciones como en el par de giro del motor. Los motores de reluctancia conmutados pueden ser pequeños o grandes [14].

Motor de corriente continua sin escobillas: Es un motor eléctrico que realiza el cambio de polaridad en el rotor, sin la necesidad de utilizar las escobillas. Los motores eléctricos solían tener un colector de delgas o un par de anillos que se rozan.

Estos sistemas, que producen rozamiento, disminuyen el rendimiento, desprenden calor y ruido, requieren mucho mantenimiento y pueden producir partículas de carbón que manchan el motor de un polvo que, además, puede ser conductor [14].

8.2.11 Inversores

Los inversores o también llamados onduladores son dispositivos encargados de transformar la corriente continua que entrega la batería principal, en corriente alterna con la cual funciona el motor eléctrico que impulsará el auto eléctrico.

En el caso de los automóviles que tienen motores DC este dispositivo es eliminado. Sin embargo, los motores de AC tienen ventajas importantes en los vehículos eléctricos.

8.2.12 Conversor

El conversor transforma la alta tensión de corriente continua, que aporta la batería principal, en baja tensión de corriente continua. Este tipo de corriente es el que se utiliza para alimentar las baterías auxiliares de 12 V, que son las que alimentan los componentes auxiliares eléctricos del coche.

8.2.13 Frenado Regenerativo

El freno regenerativo es un mecanismo de recuperación de energía cinética de un vehículo para transformar dicha energía en energía eléctrica y así poder recargar las baterías para una utilidad futura [3]. El motor eléctrico es aquel que asiste en el frenado del vehículo, consiguiendo que durante este proceso actúe como generador eléctrico, Figura 8.8; en el instante que se esté generando electricidad el flujo de corriente en la armadura es opuesto en comparación con lo que ocurre cuando el generador hace de motor, lo que ejerce un torque opuesto a la marcha. Es importante notar que el freno regenerativo no reemplaza por completo al freno convencional de fricción, debido a que a bajas velocidades su efectividad sufre disminución.

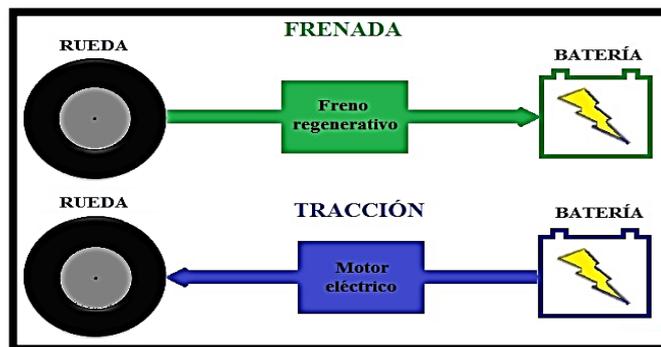


Figura 8.8 Comparación de funcionamiento en la frenada y tracción

Fuente: [9]

8.2.14 Batería

La batería es la encargada de proporcionar energía eléctrica para el movimiento del motor; la energía cinética que se genera en las ruedas es aprovechada mediante el sistema de freno regenerativo, para cargar la batería

Es un dispositivo que consiste en una o más celdas electroquímicas que pueden convertir la energía química almacenada en electricidad. Cada celda consta de un electrodo positivo ánodo y un electrodo negativo o cátodo y electrolitos que permiten que los iones se muevan entre los electrodos, facilitando que la corriente fluya fuera de la batería para llevar a cabo su función. Es el componente principal de los vehículos eléctricos puesto que de ellas depende en gran parte el precio, el peso y la autonomía de estos vehículos [14].

8.2.15 Tipos de baterías:

a) La batería de Plomo Ácido. - Son una opción de bajo costo, utilizadas durante décadas por los motores de combustión. Una de sus ventajas es su masificación las cuales se encuentran por su buena potencia específica (W/KG), así como un adecuado comportamiento en un amplio rango de temperaturas, se pueden reciclar. Almacenan 40Wh/kg, una baja densidad energética [15].

b) Las baterías de Níquel-Metal. - Son utilizadas por Toyota Prius en sus versiones, por más de 10 años, por lo que han mantenido con solidez los requerimientos de un híbrido no enchufable. Su ciclo de vida es larga y no presentan problemas medioambientales, pierden el 30% de la carga en un mes sin su uso o carga y su costo de producción es elevado por estar formadas por tierras raras en el electrodo positivo. Posee 60 Wh/kg, las hacen mejores que las de plomo ácido [15].

c) Las baterías de Ion-Litio. - Son aquellas que poseen una mayor capacidad de almacenamiento el tipo de batería con mayor proyección en el almacenamiento de altas potencias. Su eficiencia de recarga y ciclo de vida son muy superiores a las otras tecnologías, por lo que su índice de degradación es menor que el de otras tecnologías, así como el impacto ambiental que causan [15].

En la tabla 8.5 se puede apreciar los diferentes tipos de baterías y sus características típicas de fábrica.

Tabla 8.4. Comparación de prestaciones de las baterías de plomo-ácido, de níquel metálico y de Ión-litio

Batería	PB - Acido	Ni-MH	I-Litio
Voltaje (v)	2.0	1.2	3.0 - 4.5
Energía (Whkg ⁻¹)	10 - 40	60 – 80	80 - 170
Energía (Whl ⁻¹)	50 – 100	250	170 - 450
Número de ciclos (80%)	400 - 800	300 – 600	500 - 3000
Costo (\$/KWh)	100 - 125	220 - 400	250 – 800
Impacto Ambiental	Alto	Bajo	Moderado - Bajo

Fuente: [3]

8.2.16 El Vehículo Eléctrico Como Carga

Un auto eléctrico consume alrededor de un 70 – 90% de Energía menos que un vehículo de combustión interna [10]. Los motores eléctricos destacan por su alta eficiencia a diferentes regímenes de funcionamiento. El gasto energético del motor de un vehículo eléctrico promedio está entre los 13.78 kWh en un recorrido de 100 km [10].

El consumo de un vehículo eléctrico oscila entre 15 kWh para un auto utilizado en el perímetro urbano, hasta 30 kWh para autobuses por cada 100 km de recorrido [11].

8.2.17 Vida Útil

La vida útil de un auto eléctrico depende directa y principalmente de la batería, debido a que este tipo de vehículo se diferencia de los tradicionales en que no requieren tanto mantenimiento ya que carecen de transmisión, sistemas de refrigeración para el motor y partes móviles; con lo cual se eliminaría el mantenimiento mecánico.

La relación vida útil vs tiempo es inversamente proporcional según la medida del uso que se esté dando al automóvil. Pero no solamente este aspecto se toma en consideración, sino también las reacciones a los efectos del medio ambiente mostrando signos de desgaste en las baterías. En la actualidad las baterías de ion de litio son la propuesta más viable.

El envejecimiento de las baterías o pérdidas en su capacidad de almacenamiento se incrementa considerablemente con la temperatura y con la cantidad de ciclos.

8.2.18 Ventajas y Desventajas de Utilizar Vehículo Eléctrico

El vehículo eléctrico presenta beneficios e inconvenientes como cualquier tecnología relativamente nueva. A continuación, en la tabla 8.6 citamos las principales ventajas y desventajas del VE.

Tabla 8.5. Ventajas y desventajas del VE.

Ventajas del VE	Desventajas del VE
<p>El tema medioambiental es el principal factor, de esa forma se ayuda a preservar la atmósfera, se debe sustituir el combustible por la energía eléctrica.</p> <p>El no emitir gases nocivos es un punto positivo dado a que este es uno de los principales problemas de contaminación, y se busca la reducción del petróleo.</p>	<p>El tiempo de carga del vehículo.</p>
<p>Poco ruidoso, es decir no producen contaminación sonora, esto es bueno tanto para el conductor, como para los peatones, el motor eléctrico es menos ruidoso que el vehículo que tiene motor a gasolina.</p>	<p>Autonomía limitada.</p>
<p>Mínima contaminación auditiva.</p>	<p>Puntos de recarga que aún son escasos.</p>
<p>Menor número de revisiones es decir se lo debe llevar a mantenimiento en menores ocasiones y reduce el gasto económico de los dueños.</p>	<p>El valor del vehículo al momento de adquirirlo.</p>
<p>Más eficiencia, menos consumo, más ahorro en comparación con los vehículos tradicionales, esto quiere decir que quien lo utilice será beneficiado, aunque la energía eléctrica tiene costos considerables, es de menos costo que la gasolina.</p>	<p>También se encuentran el precio de las baterías y el coste de las piezas.</p>
<p>Se utiliza la energía eléctrica y no el combustible fósil, y de esta manera se beneficia la política pública y el consumidor porque es más barato de adquirir.</p>	

8.3 Necesidades De Infraestructura Energética

8.3.1 Visión General

Con la construcción de nuevos proyectos de generación eléctrica en el Ecuador, ha originado un cambio en la matriz energética, teniendo un nivel de producción de energía superior a la demanda actual, la introducción de nuevas tecnologías como son los VE que está asociada directamente con la disminución de emisiones de dióxido de carbono (CO₂), la implementación de esta tecnología servirá para aprovechar la eficiencia energética del cantón Latacunga.

El vehículo eléctrico, como cualquier nueva tecnología debe superar ciertas barreras para su introducción, estará dirigido al uso en un ámbito urbano y rural.

Las existencias de infraestructuras para recargas energéticas son imprescindibles para apoyar la implantación de los vehículos eléctricos a gran escala [15]. Si no existe una red con la que se puedan recargar los vehículos en cualquier lugar, no habrá espacio para el vehículo eléctrico. Será necesario la modificación de normas que regulen la creación de edificaciones dentro de la planificación urbanística vigente para que se pueda llevar a cabo la instalación de puntos de recarga en nuevos espacios residenciales, industriales o comerciales [10].

8.3.2 Infraestructura de Recarga

Como cualquier sistema de transporte, el vehículo eléctrico requiere de la existencia de una infraestructura que le permita tener acceso a la fuente de energía que alimenta su motor, en este caso, la electricidad. Uno de los principales retos del vehículo eléctrico es crear una infraestructura de recarga fiable, accesible y cómoda para el ciudadano.

La potencia requerida para cada punto de recarga deberá ser variable dependiendo en sí de varios parámetros como son: potencia de la acometida, franja horaria de recarga, incidencias en la red, perfiles de recarga del usuario, etc. [11]. Dada las características de los diferentes perfiles de los usuarios se podría clasificar los puntos de recarga en los siguientes:

Públicos:

- ✓ Vías públicas
- ✓ Estaciones de servicios de recarga se observa en la Figura 8.9

Privados:

- ✓ Garajes de particulares se observa en Figura 8.10
- ✓ Garajes para flotas



Figura 8.9: Electrolinera

Fuente: [8]



Figura 8.10: Punto de Recarga Privada

Fuente: [9]

Es imprescindible la existencia de una configuración de infraestructura de recarga como se muestra en la figura 8.11 debido a que es un factor importante en la implementación de los vehículos eléctricos [6].

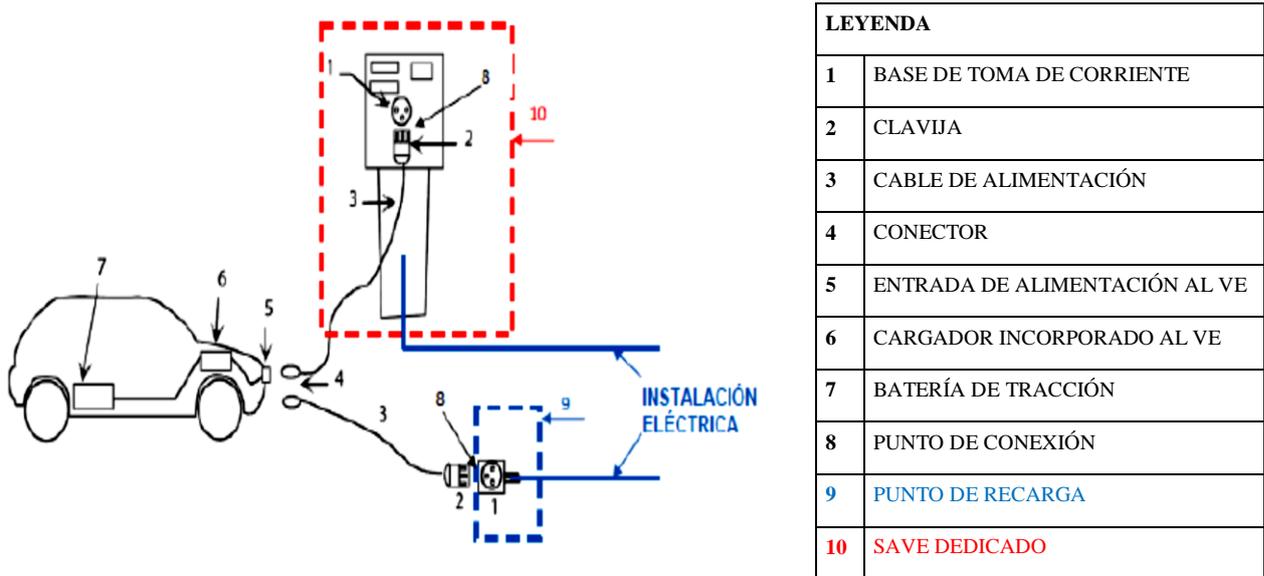


Figura 8.11: Infraestructura de recarga

Fuente: [6]

8.3.3 Tipos de Recargas

8.3.3.1 Recarga Convencional (Carga Lenta)

La recarga convencional aplica niveles de potencia que implican una carga con una duración de unas 8 horas aproximadamente [10].

- La carga convencional monofásica emplea la intensidad y voltaje eléctrico del mismo nivel que la propia vivienda, es decir, 16 amperios y 230 voltios. Esto implica que la potencia eléctrica que se dará es aproximadamente 3,7 KW [10].
- Con este nivel de potencia, el proceso de carga de la batería tarda unas 8 horas. Esta solución es óptima, fundamentalmente, para recargar el vehículo eléctrico durante la noche en una vivienda.
- Para conseguir que el vehículo eléctrico sea una realidad y teniendo en cuenta el sistema eléctrico actual, la recarga óptima desde el punto de vista de eficiencia energética, es realizar este tipo de recarga durante el período nocturno, que es cuando menos demanda energética existe [10].

8.3.3.2 Recarga Semi-Rápida

La recarga semi-rápida aplica niveles de potencia que implican una carga con una duración de 4 horas aproximadamente [10].

- La carga semi-rápida emplea 32 amperios de intensidad y 230 VAC de voltaje eléctrico. Esto implica que la potencia eléctrica que se puede dar es aproximadamente 7,3kW.
- Con este nivel de potencia, el proceso de carga de la batería tarda 4 horas. Esta solución es óptima, fundamentalmente, para recargar el vehículo eléctrico durante la noche en un garaje de una vivienda unifamiliar o garaje comunitario.

8.3.3.3 Recarga Rápida

El tipo de recarga rápida es la más adecuada, porque se supone que en 15- 30 minutos se puede cargar el 65% de la batería [10].

- La carga rápida emplea una mayor intensidad eléctrica y, además, entrega la energía en corriente continua, obteniéndose una potencia de salida del orden de 50 kW [10].
- Esta solución es la que, desde el punto de vista del cliente, se asemeja a sus hábitos actuales de repostaje con un vehículo de combustión [10].
- Estas cargas deben ser concebidas como extensión de autonomía o cargas de conveniencia.
- Las exigencias a nivel eléctrico son mayores que en la recarga convencional. Lo que puede implicar la necesidad de adecuación de la red eléctrica existente.

8.3.4 Tecnologías de Recarga

Existen dos tipos de tecnologías principales para la recarga de los vehículos eléctricos:

1. Recarga Conductiva: La recarga conductiva es la de mayor sencillez, debido a que consiste en la conexión directa de la toma de alimentación del vehículo a la red mediante conductores que permitan elevadas transferencias de potencia.

2. Recarga Inductiva: Se realiza una transferencia de potencia mediante inducción de corrientes a través de campos electromagnéticos. Es una tecnología que aún está en fase de desarrollo, es menos eficiente que la recarga conductiva, pero tiene la ventaja de ser más segura ya que impide algún tipo de electrocución.

8.3.5 Conectores para la Recarga del Vehículo Eléctrico

Es importante tener presente el tipo de conectores de los vehículos eléctrico para una mayor información acerca de la conexión que se utilizara para una óptima recarga de las baterías del

vehículo eléctrico Las marcas más utilizadas para la conexión del vehículo eléctrico a la red son: SCHUKO, CETAC, CHADEMO, Combo Coupler y el Estándar Chino [11].

La marca SCHUKO es la más empleada ya que permiten la mejor homologación para conexiones monofásicas, aunque también se está desarrollando el prototipo conector tipo 1 Combo Coupler para estas mismas conexiones, permitiendo un combinado de corriente continua y alterna monofásica.

Por otro lado, la marca CETAC y CHAdEMO permiten una carga rápida del vehículo, ya que presentan una alimentación trifásica, cabe destacar que el Combo Coupler como prototipo está siendo aplicado para este tipo de carga rápida, por lo que al igual que las conexiones monofásicas; permiten un combinado de corriente continua y alterna trifásica.

También se detallan el conector Mennekes (monofásica y trifásica), y Scame para alimentación trifásica, todo esto se resume en la tabla 8.7.

Tabla 8.6: Tipos de conexiones recomendables para las recargas de los VE

SCHUKO: es el más ideal para cargas lentas.	CHAdEMO: es el más ideal para carga rápida.
	

8.3.6 Escenarios

En la tabla 8.8 se muestra los diferentes escenarios de recargas para los vehículos eléctricos dependiendo de las necesidades del cliente.

Tabla 8.7. Escenarios de recargas para vehículos eléctricos

Establecimiento	Modo de recarga	Horario de recarga	Tiempo de permanencia usuario	Propiedad conexión
Centro Comercial	C. rápida/ C. lenta	Laborable 10h – 21h y fines de semana	1-2 h	Público
Estacionamiento de Trabajo	C. lenta	Laborable 8h – 18h y fines de semana	9h	Público/Privado
Estacionamiento de Hogares	C. lenta	24h	12h	Privado
Estacionamientos públicos	C. lenta	24h	2h	Público
Vía pública	C. rápida/ C. lenta	24h	1 – 12h	Público
Electrolinera	C. rápida/ Cambio de batería	24h	10min	Público
Cooperativas de vehículos	C. rápida/ C. lenta/ Cambio de batería	24h	15min – 12h	Privado

8.4 Marco Regulatorio

En Ecuador existe un marco regulatorio, que incentivan el uso de esta tecnología como son los VE, mediante la regulación (Pliego Tarifario 2018) establecida por el ARCONEL se determinó las tarifas que se aplicaran para esta tecnología en los diferentes periodos de consumo como son los siguientes.

8.4.1 Tarifa general de baja tensión con registrador de demanda horaria para vehículos eléctricos

Esta Tarifa se aplica a los consumidores sujetos a la categoría general de baja tensión ($NT < 0,6$ KV), que dispongan de vehículo eléctrico; para lo cual, se deberá instalar un medidor con registrador de demanda horaria que permita identificar la demanda de potencia y los consumos de energía en los periodos de demanda punta, media y base.

Para la aplicación de esta tarifa, los vehículos eléctricos tendrán un régimen de carga liviana o de carga lenta; en las condiciones de demanda de potencia y de consumo de energía eléctrica, recomendadas para el nivel de baja tensión; esto es, de hasta 10 kW. Por tanto, en este nivel de tensión no se implementará equipos de carga rápida de vehículos con demanda superiores a 10 kW.

En la tabla 17 se muestra los costos de cada rango de consumo establecido por el ARCONEL.

Tabla 8.8 Tarifa de Cada Rango de Consumo en Baja Tensión con Demanda Horaria Diferenciada

BAJA TENSIÓN CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA				
RANGO DE CONSUMO		DEMANDA (USD/KWh - mes)	ENERGÍA (USD/KWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/Consumidor)
NIVEL DE TENSIÓN		VEHÍCULOS ELÉCTRICOS		
BASE (22:00- 08:00)	Lunes - Domingo	4.050	0,050	1,414
	Sábados y Domingos (8:00 - 18:00)			
MEDIA (08:00 - 18:00)	Lunes - Viernes		0,080	
PUNTA (18:00 - 22:00)	Lunes - Domingo	0,100		

Fuente: [16]

8.4.2 Tarifa general de media tensión con registrador de demanda horaria para las estaciones de carga rápida de vehículos eléctricos

Esta tarifa se aplica a los consumidores sujetos a la categoría general de media tensión ($0,6 \text{ KV} \leq NT \leq 40 \text{ KV}$); es decir a las estaciones de carga rápida de vehículos eléctricos.

Estas estaciones deben tener instalado un medidor con registrador de demanda horaria, que permita identificar la demanda de potencia y los consumos de energía en los periodos de demanda punta, media y base.

En la tabla 18 muestra los costos de cada rango de consumo establecido por el ARCONEL.

Tabla 8.9. Tarifa de Cada Rango de Consumo en Media Tensión con Demanda Horaria Diferenciada

MEDIA TENSIÓN CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA				
RANGO DE CONSUMO		DEMANDA (USD/KWh)	ENERGÍA (USD/KWh - mes)	COMERCIALIZAC IÓN (USD/Consumidor)
NIVEL DE TENSIÓN		ESTACIÓN DE CARGA RÁPIDA		
BASE (22:00 - 08:00)	Lunes - Domingo	4.050	0,043	1,414
	Sábados y Domingos (8:00 - 18:00)			
MEDIA (08:00 - 18:00)	Lunes - Viernes		0,069	
PUNTA (18:00 - 22:00)	Lunes - Domingo	0,086		

Fuente: [16]

8.4.3 Tarifa general de alta tensión para las estaciones de carga rápida de vehículos eléctricos en el ecuador

Esta tarifa se aplica a los consumidores de energía eléctrica conectados a alta tensión (NT > 138 KV). A estos consumidores se le aplica la estructura y nivel tarifario correspondiente a la tarifa se indicada en la tabla 19.

Tabla 8.10. Tarifa de Cada Rango de Consumo en Alta Tensión con Demanda.

ALTA TENSIÓN				
RANGO DE CONSUMO		DEMANDA (USD/KWh - mes)	ENERGÍA (USD/KWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/Consumidor)
NIVEL DE TENSIÓN		ESTACIÓN DE CARGA RÁPIDA		
BASE (22:00 - 08:00)	Lunes - Domingo	4.050	0,043	1,414
	Sábados y Domingos (8:00 - 18:00)			
MEDIA (08:00 - 18:00)	Lunes - Viernes		0,069	
PUNTA (18:00 - 22:00)	Lunes - Domingo	0,086		

Fuente: [16]

Todos los valores de cada rango de consumo en los diferentes niveles de Tensión son incentivos para la adquisición del VE.

9. VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Si se realiza la proyección de la demanda eléctrica producida por la introducción el vehículo eléctrico en el alimentador de la subestación la Cocha del cantón Latacunga, se determinará el periodo recomendable para la recarga de la batería del vehículo eléctrico y así evitar la distorsión de la curva de la demanda.

9.1 Operacionalización de las variables

9.1.1 Variable Independiente: Número de vehículos incorporados a la red

Tabla 9.1 Variable Independiente:

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
Es la estimación del número de vehículos eléctricos que en el futuro se conectaran a la red en un determinado periodo de tiempo	Análisis de la demanda eléctrica.	Curvas de carga Potencia. Energía.	(MW) (kWh)	Recolección de información.
	Consumo energético de la demanda proyectada	Curvas de carga proyectadas para 1, 3,5, 8 y 10 años. Proyección aritmética. Método de extrapolación.	(W) (# De vehículos).	Cálculos en Excel.

9.1.2 Variable Dependiente: Cargabilidad del alimentador

Tabla 9.2 Variable Dependiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
Es el análisis de la capacidad de distribución y suministro de Potencia y Energía de los diferentes elementos de la Red Eléctrica	Periodos de carga.	Tiempo de recarga en los métodos de carga lenta y carga rápida	Horas (H) kW kWh	Recolección de información. Simulación en Excel
	Viabilidad económica	Costos	dólares (\$)	Cálculos en Excel del TIR y el TMAR

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1 Método de investigación

Es el procedimiento riguroso, formulado de una manera lógica, que el investigador debe seguir en la adquisición del conocimiento. En este trabajo se utiliza los siguientes métodos.

10.1.1 Método Inductivo

Este método se utilizará para realizar un estudio, para saber la carga necesaria a utilizar en la introducción de los vehículos eléctricos, en el alimentador # 3 de la subestación la cocha perteneciente al centro de la ciudad de Latacunga y con ello proyectar los niveles potencia (KW) y energía (kWh), necesarios que deberá suministrar el alimentador a todos los usuarios.

10.2 Tipos de investigación

10.2.1 Investigación Bibliográfica

La presente investigación se la realiza mediante una búsqueda bibliográfica ya que se revisó diferentes libros, folletos, páginas web, etc. Las cuales se utilizó para la primera etapa del proceso investigativo que proporciona todo el conocimiento de las investigaciones ya existentes, de un modo sistemático, a través de una amplia búsqueda de: información, conocimientos y técnicas sobre el tema a realizar.

10.3 Técnicas de investigación

10.3.1 Encuestas

Esta técnica de investigación se utilizará para conocer el nivel de acogida que tendrá los vehículos eléctricos, además obtener datos, como las horas en las que los usuarios deciden cargar esta tecnología y obtener una base de datos estadísticos del consumo de potencia y energía para resolver el problema planteado.

10.3.2 Muestra

Es importante estratificar para determinar quienes podrán utilizar vehículo eléctrico, sea por su capacidad económica, o dependiendo de la edad de las mismas.

10.4 Cálculo de población y muestra

10.4.1 Proceso de selección de muestra

Las personas elegidas para el cálculo de la muestra son todos los consumidores conectados al alimentador #3 de la subestación cocha, de la ciudad de Latacunga en el centro norte, para el año 2017 ascienden a 3555 usuarios.

Se determinará por un método estadístico procurando que el margen de error sea mínimo y permitir la obtención de datos precisos.

La fórmula de la muestra permitirá obtener un cálculo del tamaño de la muestra para poder apreciar las medias (Ecuación 1) [17]. :

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

Donde:

n = Tamaño de la muestra

Z = Nivel de confianza

p = Probabilidad de éxito

q = Probabilidad de fracaso

N = Tamaño de la población o universo

e = Error en la proporción de la muestra

A continuación, se presenta los datos con los que se va a calcular la muestra:

Tabla 10.1 Datos para el cálculo de la muestra

Datos	Valor
Z	1.96
P	0.5
Q	0.5
N	Tamaño de la población
E	0.05

Z = es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de nuestra investigación sean ciertos; en este caso el nivel de confianza es del 95% [17]. Por lo que los valores **Z** más utilizados y sus niveles de confianza son:

Tabla 10.2 Nivel de confianza para el cálculo de la muestra

Z	1,15	1,28	1,44	1,65	1,96	2	2,58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	95,5%	99%

La muestra se obtendrá según el cálculo estadístico y de acuerdo a la siguiente fórmula:

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

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 3555}{(0.05^2(3555 - 1)) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 346 \text{ encuestas}$$

El cálculo de la muestra indica que se debe realizar 346 encuestas.

10.4.2 Encuesta realizada a los usuarios del alimentador # 3 de la subestación la Cocha.

Mediante esta técnica de recolección de datos, se formularon preguntas que permitirán obtener con más certeza información en favor de la elaboración de este proyecto, para ello se planteó la encuesta que está dirigida al usuario del alimentador # 3 de subestación la Cocha perteneciente

a la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi ELEPCO S.A, la cual consta de doce preguntas estrechamente ligadas al proyecto de investigación. El cuestionario de la encuesta se encuentra en el anexo 3.

10.5 Resultados en general de las Encuestas

A continuación, se presenta las conclusiones principales obtenidas en las encuestas realizada.

- Se realizó 346 encuestas a los usuarios de la provincia de Cotopaxi del cantón Latacunga, los mismos supieron expresar en un 100% que están de acuerdo en apoyar a la reducción de la contaminación, de igual manera el 93% de los encuestados indico que están de acuerdo en mejorar la eficiencia energética para dar paso a una movilidad más sostenible.
- El 83% de los encuestados creen que el vehículo eléctrico si contribuirá a mejorar la eficiencia energética del transporte en Latacunga, mientras que el 89% de los encuestados está dispuesto a adquirir el vehículo eléctrico y además les gustaría en un 53% la marca de vehículo eléctrica sea Kia Soul EV.
- Además, les gustaría en un 98% que el Estado aplique incentivos para la adquisición de los mismos; respecto a los precios el 59% de los mismos está dispuesto a adquirir el vehículo a un precio que oscile entre \$ 10.000,00 y \$ 15.000,00 dólares. El tiempo de adquisición para el 43% de los encuestados será en un lapso de 5 años.
- El 76% de los encuestados prefiere realizar la recargar de la batería del Vehículo Eléctrico en sus propias residencias, de igual manera con un 38% de encuestados quieren que el tiempo de recarga del Vehículo Eléctrico sea 8 horas (recarga lenta), y con 78% prefieren el horario base (22:00pm hasta 8:00am).
- El 80% de los encuestados si prefieren recibir ayudas o incentivos para la facilidad en adquirir un vehículo eléctrico.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

11.1 Análisis De La Curva De Demanda Del Alimentador #3 de la Subestación la Cocha del Cantón Latacunga con la Inclusión de los Vehículos Eléctricos.

11.1.1.1 Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. (Elepco S.A.)

Una labor importante en la distribución y comercialización de energía eléctrica, lo realiza las empresas distribuidoras establecidas en el país, brindando el suministro eléctrico a usuarios de tipo residencial, comercial e industrial, generando procesos productivos, desarrollo de la

población y la subsistencia de servicios básicos como salud, educación y comunicación. Además, mediante el sistema de alumbrado público brinda mayor seguridad a las áreas de concesión.

Una empresa distribuidora depende en su totalidad del sistema de Subtransmisión, ya que, por este, fluye la principal fuente de energía para su sistema eléctrico. En el presente capítulo, se analiza el sistema de Subtransmisión de ELEPCO S.A., así como las capacidades de cada una de las subestaciones que están en operación y funcionamiento.

11.1.1.2 ÁREA DE CONCESIÓN

El área de concesión de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. (ELEPCO S.A.), está ubicada en el centro del país con una superficie aproximadamente de 6569 km^2 y 409.205 habitantes que comprende los cantones de Latacunga, Salcedo, Pujilí, Saquisilí, Sigchos, Pángua y La Maná como se muestra en la figura 11.1.

11.2 Fuentes De Suministro De Energía Eléctrica

ELEPCO S.A. toma la energía del sistema nacional interconectado en tres sitios diferentes: S/E Ambato (138Kv), S/E Mulaló (138Kv) y S/E Quevedo (69Kv). Esto hace que eléctricamente se formen tres subsistemas independientes con diferentes equivalentes de generación. El sistema de Subtransmisión de ELEPCO S.A. está conformado por fuentes de energía propias provenientes de Centrales de Generación Hidroeléctrica, localizada en el área de concesión de la distribuidora, sumando un total de 5 grupos de generación, Illuchi I, Illuchi II, El Estado, Catazación y Angamarca.

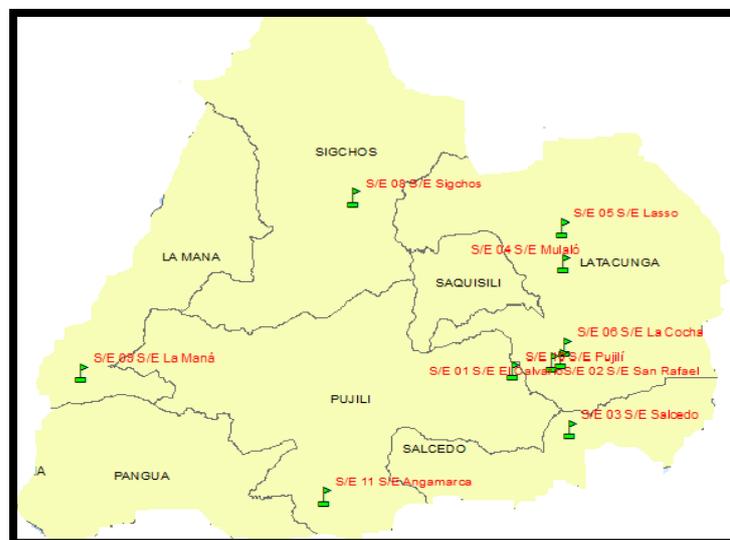


Figura 11.1 Área de concesión de ELEPCO S.A.

Fuente [18]

El sistema eléctrico de Subtransmisión perteneciente a ELEPCO S.A., opera a un nivel de voltaje de 69 kV y se encuentra dividida en 3 zonas aisladas, de tal manera que cada punto de interconexión del SNI citado anteriormente brinda suministro eléctrico a cada zona. De la misma manera, la generación propia de ELEPCO S.A. brinda su aporte energético a la zona donde cada grupo generador se encuentra ubicado, como se muestra en la Figura 11.2.

Finalmente existe una cuarta zona la cual está únicamente alimentada por el grupo generador Angamarca a 13.8 kV. Independiente del sistema eléctrico de subtransmisión de ELEPCO S.A.

De esta forma, la zona A correspondiente al norte de Cotopaxi, es alimentada por el nodo Mulaló, la zona B localizada en el sur del área de concesión, es alimentada por el nodo Ambato, la zona C corresponde a la parte occidental de la provincia y recibe suministro eléctrico del nodo Quevedo y finalmente la zona D es alimentada por la central Angamarca.

La generación propia de ELEPCO S.A. está ubicada de la siguiente manera, Los grupos generadores Illuchi I e Illuchi II, brindan su aporte energético a la zona A, las centrales de generación El Estado y Catazación aportan energía a la zona C; la zona D es alimentada únicamente por la central hidroeléctrica Angamarca.

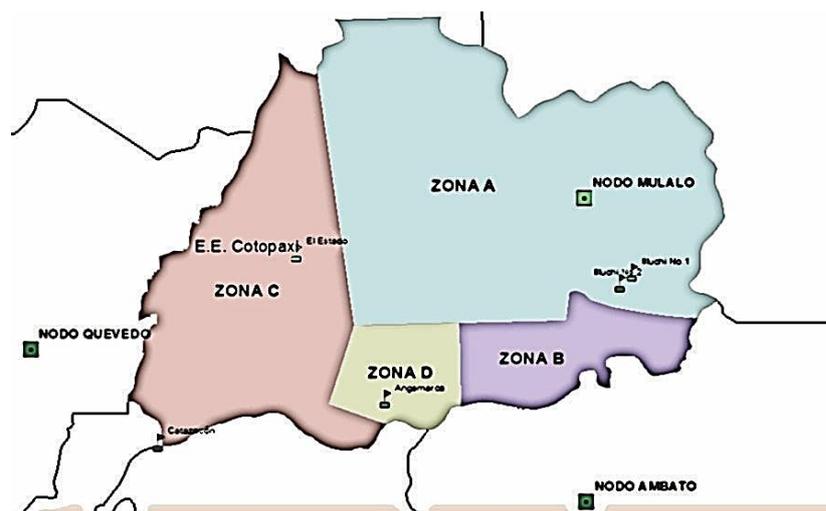


Figura 11.2: Fuentes suministro eléctrico ELEPCO S.A

11.3 Líneas de Subtransmisión

El sistema de subtransmisión de ELEPCO S.A., transporta energía eléctrica desde los nodos de conexión hasta las subestaciones de distribución mediante tres niveles de voltaje, 69 kV, 22 kV y 13.8 kV.

11.3.1 Subestaciones De Distribución

ELEPCO S.A. cuenta con 10 subestaciones de distribución pertenecientes a la empresa, de las cuales Mulaló, Lasso, Sigchos, La Maná, Pujilí y San Rafael tienen transformadores que reducen el voltaje de 69kV a 13.8 kV. El Calvario posee un transformador que reduce de 22 kV a 13.8 kV. Además 4 subestaciones privadas para alimentar las fábricas Holcim, Familia Sancela, Fairis y Centro de Rehabilitación Social (CRS) como se puede apreciar en la tabla 11.1.

Tabla 11.1 Subestaciones de Elepco S.A.

Subestación	Potencia (MVA)	Grupo Conexión	AT (kV)	BT (kV)
Mulaló	10/12.5	Dy1	69	13.8
Lasso	20	Dy1	69	13.8
La Cocha	16/20	Dy1	69	13.8
El Calvario	4/5.2	Dy1	69	13.8
San Rafael	10/13.0	Dy1	69	13.8
Sigchos	5	Dy1	69	13.8
Pujilí	5	Dy1	69	13.8
Holcim	9.375	Dy1	69	4.16
Familia Sancela	12.5	Dy1	69	13.8
Fairis	5	Dy1	69	13.8
CRS	3.5	Dy1	69	13.8

Fuente: [19]

ELEPCO S.A. cuenta con 34 alimentadores distribuidos en su área de concesión, de los cuales para su modelación se excluye las salidas de la subestación “LA MANÁ” dado que no ingresa en el análisis la zona occidental de Cotopaxi; además, tres de los alimentadores son exclusivos y entregan energía a usuarios privados, como son: Acosa, La Fae y Respaldo de Familia Sancela. Para este estudio se modela únicamente las cargas equivalentes vistas en las cabeceras de los alimentadores; para conocimiento general se describe a continuación cada uno de ellos en la Tabla 11.2.

Tabla 11.2. Alimentadores de Elepco S.A

Código S/E	Descripción S/E	Código Alimentador	Descripción Alimentador	Voltaje (kV)
01CV	El Calvario	01CV13B1S1	011 Oriental	13.8
01CV	El Calvario	01CV13B1S2	012 Industrial Sur	13.8
01CV	El Calvario	01CV13B1S3	013 Redes Subterráneas	13.8
01CV	El Calvario	01CV13B1S4	014 Latacunga Sur	13.8
02SR	San Rafael	02SR13B1S1	021 Brigada Patria - Calera	13.8
02SR	San Rafael	02SR13B1S2	022 Santa Rosa - Pujilí	13.8
02SR	San Rafael	02SR13B1S3	023 Niagara	13.8
02SR	San Rafael	02SR13B1S4	024 Mall Materia	13.8
03SA	Salcedo	03SA13B1S1	031 Salcedo Norte - Oriente	13.8
03SA	Salcedo	03SA13B1S2	032 Salcedo Centro	13.8
03SA	Salcedo	03SA13B1S3	033 Sur Salcedo	13.8
03SA	Salcedo	03SA13B1S4	034 Salcedo Occidental	13.8
04ML	Mulaló	04ML13B1S1	041 Mulaló - José Guango Bajo	13.8
04ML	Mulaló	04ML13B1S2	042 Saquisilí - Guaytacama	13.8
04ML	Mulaló	04ML13B1S4	044 Provefrut - Brigada Patria	13.8
05LA	Lasso	05LA13B1S1	051 Toacazo	13.8
05LA	Lasso	05LA13B1S2	052 Tanicuchí - Rio Blanco	13.8
05LA	Lasso	05LA13B1S3	053 Chasqui San Agustín	13.8
05LA	Lasso	05LA13B1S4	054 Lasso Centro - Sur	13.8
05LA	Lasso	05LA13B1S5	055 Acosa	13.8
05LA	Lasso	05LA13B1S6	056 Familia Sancela	13.8
06CH	La Cocha	06CH13B1S1	061 Yugsiloma	13.8
06CH	La Cocha	06CH13B1S2	062 Interconexión	13.8
06CH	La Cocha	06CH13B1S3	063 Latacunga Centro Norte	13.8
06CH	La Cocha	06CH13B1S4	064 Fae	13.8
06CH	La Cocha	06CH13B1S5	065 Latacunga Norte - Aláquez	13.8
08SG	Sigchos	08SG13B1S1	081 Sigchos Centro - Chugchilan	13.8
08SG	Sigchos	08SG13B1S2	082 Las Manzanas - San Francisco	13.8
10PJ	Pujilí	10PJ13B1S1	101 La Victoria - Isinche – Zumbahua	13.8
10PJ	Pujilí	10PJ13B1S2	102 Pujilí - Centro - Alpamalag	13.8

Fuente: [19]

11.4 Subestación de Distribución La subestación la Cocha

La S/E la cocha se encontrar ubicada en la provincia de Cotopaxi cantón Latacunga en las siguientes coordenadas X: 766514,2925 - Y: 9898864,6917.

Esta subestación tiene una capacidad instalada de 10/12.5 MVA, tiene cinco salidas con un nivel de voltaje de 13.8 kV. A

- ✓ Alimentador # 01 Yugsiloma Colatoa
- ✓ Alimentador # 02 Alimentador de Interconexión con la S/E El Calvario a 13.8 KV
- ✓ Alimentador # 03 Latacunga Centro Norte
- ✓ Alimentador # 04 Base Aérea Cotopaxi
- ✓ Alimentador # 05 Latacunga Norte - Alaquez

En la figura 11.3 se muestra los sectores atendidos por esta subestación:

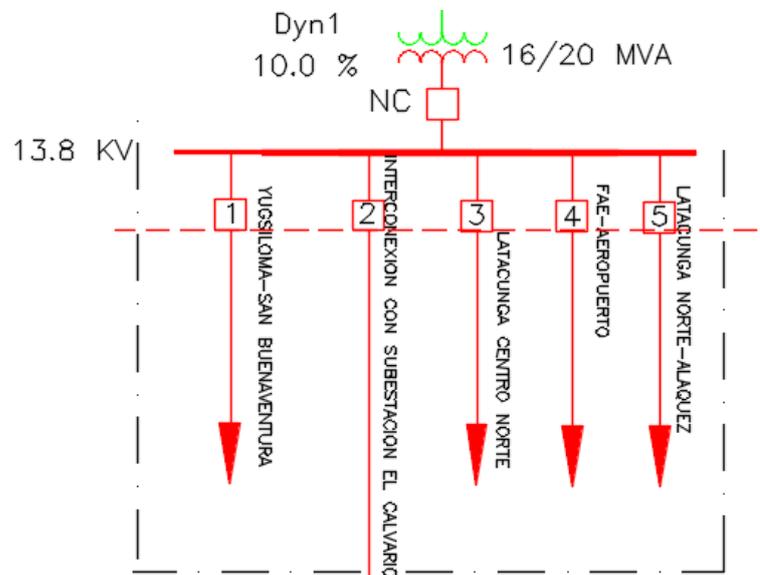


Figura 11.3: subestación de distribución la cocha

Fuente: [19]

La ejecución del proyecto de investigación se realizará en el alimentador # 3 Centro-Latacunga, perteneciente a la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. (ELEPCO S.A.) ubicado entre las calles Panzaleos y Malacatos, brindando servicios a los diferentes tipos de usuarios existentes figura 11.4.

El alimentador# 3 Centro-Latacunga es un circuito radial e interconectado a la subestación el Calvario, está conformado por redes aéreas tanto monofásicas como trifásicas.

La mayor concentración de carga se encuentra en el centro del cantón Latacunga, que se distribuye entre las calles: General Proaño, Calixto Pino, Juan Abel Echeverría, Napo, Guayaquil, etc. Donde se notará un incremento de demanda eléctrica significativo en el alimentador 3, por la incorporación de los vehículos eléctricos, que son una carga adicional no esperada la cual este alimentador debe soportar.



Figura 11.4: Ruta del alimentador #3 de la subestación la cocha

Fuente: [18]

11.5 Curvas de Carga del Alimentador #3 de La Subestación la Cocha

La curva de carga diaria del alimentador # 3 la S/E cocha está representada en la figura 11.5 por los datos de potencia en intervalos de tiempo de 15 minutos establecidos en la regulación 004/01, en el caso de la demanda máxima ocurre a partir de las 18:30 hasta las 20:30 adquiriendo una potencia de 1.439 MW en el transcurso de este tiempo el sector residencial tiene un mayor consumo.

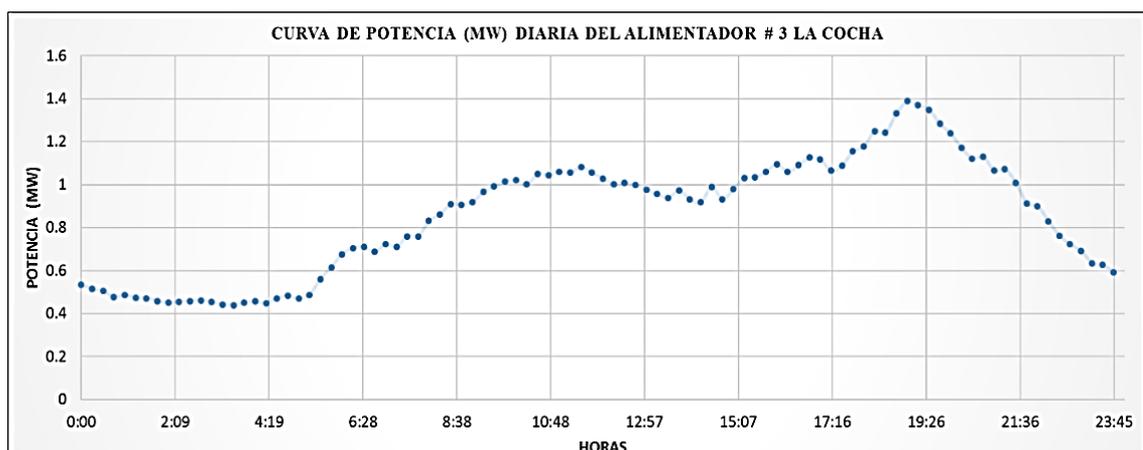


Figura 11.5: curva de carga (Mw) del alimentador # 3 de la S/E cocha (2018)

Mientras que la curva de Energía diaria (KWh) del alimentador # 3 La S/E la cocha está representada en la figura 11.6 por los datos de energía en intervalos de tiempo de 15 minutos, en el caso de la demanda de energía máxima ocurre a partir de las 18:30 hasta las 20:30 adquiriendo 60 kWh en el transcurso de este tiempo el sector residencial tiene un mayor consumo energía.

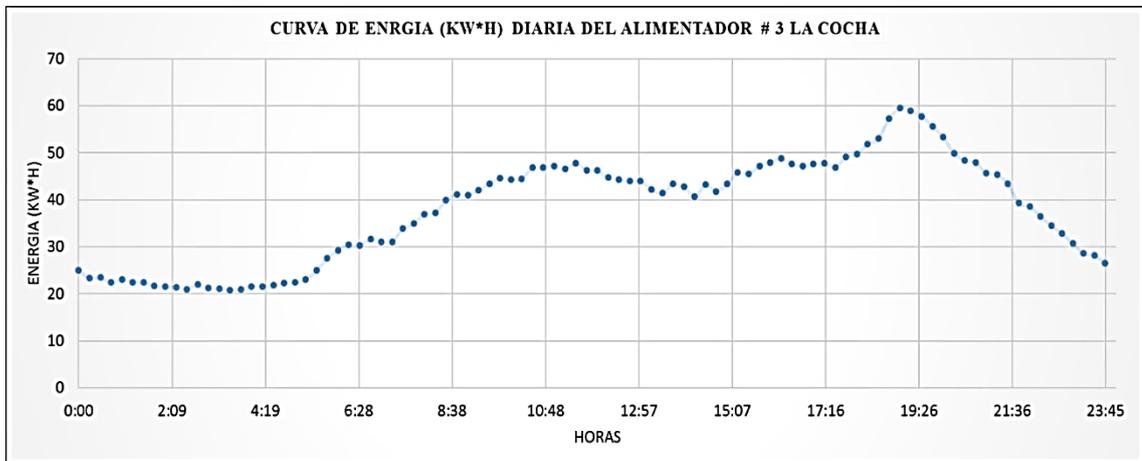


Figura 11.6: curva de carga diaria del alimentador #3 la S/E la cocha (2018)

La curva representada en la figura 11.7 se realizó con las demandas máximas mensuales registradas en el año 2017 del alimentador # 3 La Cocha donde se visualiza que en el último mes presenta un pico mayor a comparación de los meses anteriores con un valor 1.4538 (MW).

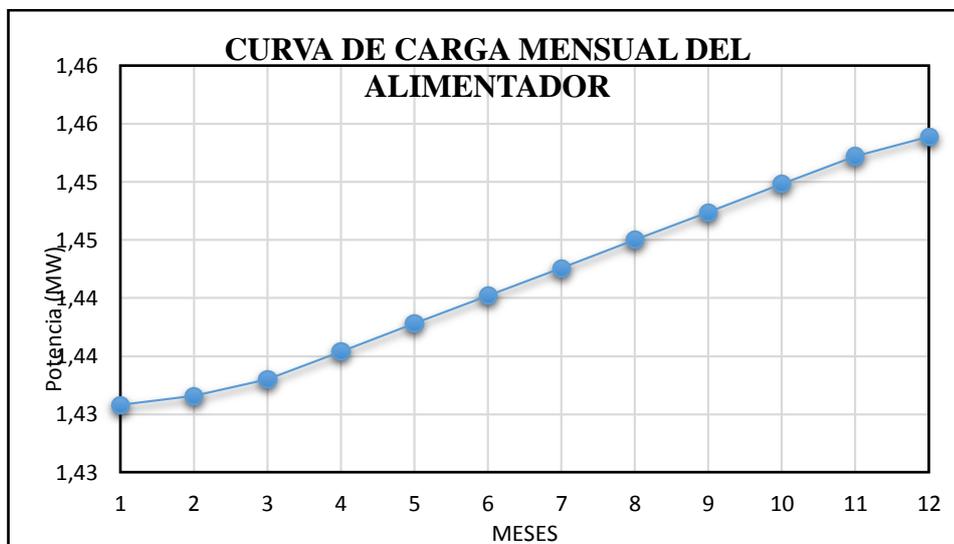


Figura 11.7: curva de carga mensual del alimentador #3 la cocha

11.5.1 Diagnóstico de la cargabilidad actual de los elementos de la red

De acuerdo al Reglamento de Obras e instalaciones eléctricas [20]. Los conductores de alimentación de una carga deben ser capaces de soportar, además de la corriente de plena carga en operación continua, cualquier sobrecarga que pueda tener durante su operación y las corrientes de arranque. Por lo tanto debemos calcular el conductor a un 125% de la corriente consumida a plena carga.

En el presente estudio se realiza un diagnóstico del conductor actual de la troncal de la salida del alimentador #3 de la Subestación La Cocha para así determinar el margen de cargabilidad del conductor.

Cargabilidad del Conductor

Calibre de conductor: ACSR 3/0 AWG

Factor de Potencia= 0.98 determinado por la empresa

Demanda máxima del alimentador= 1,47 MW

Voltaje del alimentador = 13.8 kV (M.T)

Corriente máxima = 62.77 A

Estado actual del alimentador según la cargabilidad de la corriente del conductor:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * F_p} \quad (2)$$

$$I = \frac{1,47 * 10^6}{\sqrt{3} * 13.8 * 10^3 * 0.98}$$

$$I = 62.7 \text{ A} * 1.25$$

$$I = 78.44 \text{ A}$$

El estado actual del alimentador no se encuentra sobrecargado, por su conductor 3/0 AWG, obteniendo una corriente máxima de 315 amperios que puede soportar guiándonos mediante el catálogo de los tipos de conductor ya establecidos [21]. Alcanzando un margen de conducción es de 252.3 que podría soportar el alimentador.

Cálculo de las corrientes al ingresar los VE en el primer año:

Calibre de conductor: ACSR 3/0 AWG

Factor de Potencia= 0.98 determinado por la empresa

Voltaje del alimentador = 13.8 kV (M.T)

Potencia máxima de los VE = 2.9 MW

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * F_p}$$

$$I = \frac{2.9 * 10^6}{\sqrt{3} * 13.8 * 10^6 * 0.98}$$

$$I = 93.5 * 1.25$$

$$I = 116.8 \text{ A}$$

El margen de conducción del alimentador es de 199 Amperios, encontrándose a un en la capacidad de soportar el ingreso de los VE en el primer año de estudio.

Cálculo de las corrientes al ingresar los VE en el tercer año:

Calibre de conductor: ACSR 3/0 AWG

Factor de Potencia= 0.98 determinado por la empresa

Voltaje del alimentador = 13.8 kV (M.T)

Potencia máxima de los VE = 30.6 MW

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * F_p}$$

$$I = \frac{30.6 * 10^6}{\sqrt{3} * 13.8 * 10^6 * 0.98}$$

$$I = 1306 * 1.25$$

$$I = 1632 \text{ A}$$

El alimentador a los 3 años de estudio no soporta la carga de la introducción de los VE, ya que la corriente supera la capacidad admisible que puede soportar el conductor.

Para que el alimentador soporte las corrientes ingresadas a la red por el VE, es recomendable una reconfiguración, utilizando tres conductores por fase de 1000 MCM logrando una corriente de 1950 A, valor que abastecería el nuevo ingreso de corrientes para el tercer año.

11.6 Métodos para el Cálculo de las Nuevas Curvas de Demanda Eléctrica con la Introducción de los VE

Para la pregunta #4 del Anexo 2 se determina que 309 personas están dispuestos a adquirir un VE representando un 89% de toda la muestra que es de 346 consumidores como se muestra en la figura 11.8.

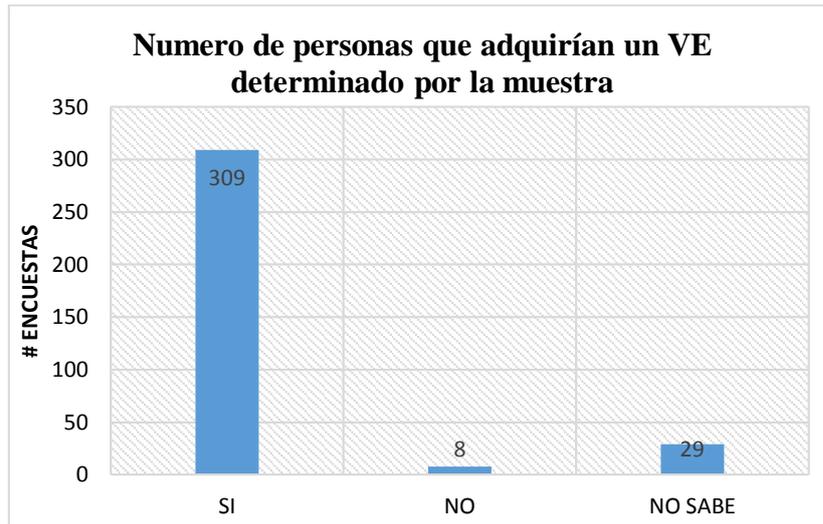


Figura 11.8: Número de personas que adquirirían el VE

Para realizar las curvas de demanda eléctrica se realizó encuestas basados en la muestra del alimentador en la cual se preguntó a los usuarios ¿En cuánto tiempo usted estaría dispuesto a adquirir un vehículo eléctrico?, por lo que se determinó que 149 personas están dispuestas a adquirir el VE en el quinto año, representando un 43% de toda la muestra, en la pregunta 11.8 del anexo 4, se puede observar los porcentajes en cada año de estudio.

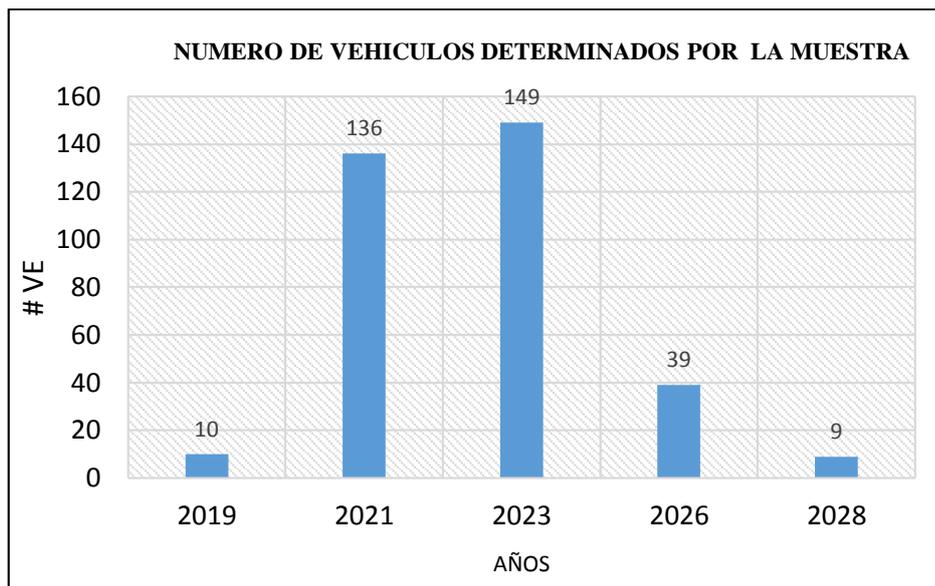


Figura 11.9: Número de vehículos determinados por la encuesta en cada año de estudio

Para determinar el número total de consumidores se multiplica el universo completo por el porcentaje de adquisición del VE y nos queda que:

Se asume que el número de usuarios que requieren un VE permanece constante en los próximos 10 años, para estabilizar los resultados y facilitar el cálculo.

$$\# \text{ total de consumidores} = \# \text{ del universo total} * \% \text{ de adquisición de los VE} \quad (3)$$

$$\# \text{ total de consumidores} = 3555 * 0.89 = 3164$$

Para determinar el número de VE que ingresaría en cada año, con un universo de 3164, se multiplica el número total de consumidores por el porcentaje de cada año de estudio, determinados por las encuestas realizadas, como se puede observar en la ecuación.

$$\# \text{ VE} = \# \text{ total de consumidores} * \% \text{ de introducción de los VE para cada año} \quad (4)$$

$$\# \text{ VE} = 3164 * 3\% = 95$$

En la tabla 11.3 se observa la cantidad de VE por cada año establecido, esto datos nos ayuda a dibujar la curva de demanda eléctrica.

Tabla 11.3. Número VE que ingresarían en cada año de estudio

AÑOS	# VE (MUESTRA)	%	# VE	ACUMULADO VE
2019	10	3	95	95
2021	136	39	1234	1329
2023	149	43	1360	2689
2026	39	11	348	3037
2028	9	3	95	3132
2038	3	1	32	3164
TOTAL	346	100	3164	13446

El número de VE que ingresaran al Alimentador #3 de S/E la Cocha son todos los valores acumulados determinados en cada año de estudio (1, 3, 5,8 y 10 años), cabe destacar que el análisis de 20 años no se toma en cuenta porque es irrelevante.

11.7 Cálculo del número de VEs conectados en cada periodo de estudio

Para el cálculo el número de vehículos eléctricos que se introducirán en los diferentes periodos de estudio se toma en cuenta el número de VE acumulados y el porcentaje del número de usuarios que estarían dispuestos a recargar las baterías en ese intervalo de tiempo. Este porcentaje es considerado de las encuestas realizadas, de la pregunta número 11 del Anexo 4.

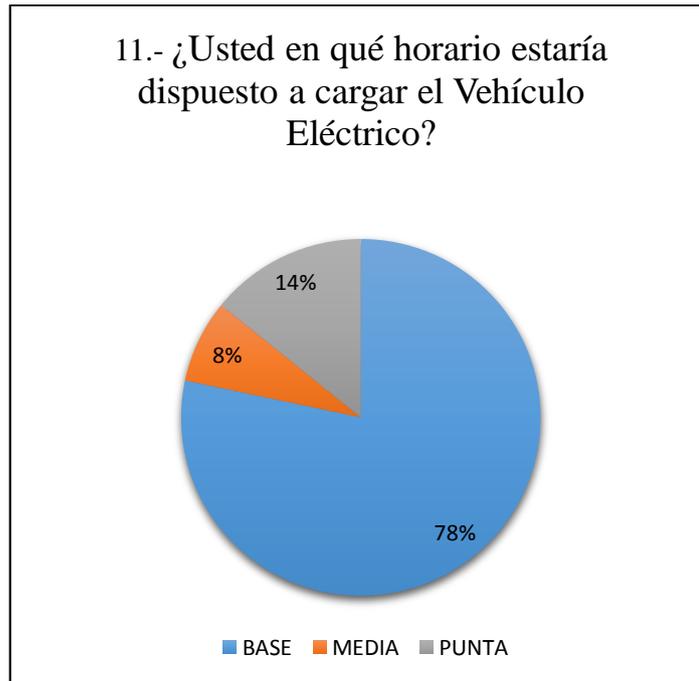


Figura 11.10: Porcentaje de conexión de los vehículos eléctricos

Tabla 11.4. Porcentaje usuarios conectados en los intervalos definidos

Horario (L-D)	Número	Porcentaje
Base (22:00 pm - 08:00 am)	271	78%
Media (08:00 am - 18:00 pm)	26	8%
Punta (18:00 pm a 22:00 pm)	49	14%
Total	346	100%

Para el cálculo del número de vehículos conectados para el primer año, se considera la siguiente fórmula:

$$\# VE \text{ conectados} = \# \text{ total de VE acumulados} * \% VE \text{ conectados según las encuestas(5)}$$

$$\# VE = 95 * 78\% = 74$$

A continuación, se presenta el número total de VE que se conectan a la red para la recarga de la batería de acuerdo a los intervalos de tiempo: Base, media y punta, para cada uno de los años de estudio definido.

Primer año:**Tabla 11.5.** Porcentaje usuarios conectados en los intervalos definidos para el primer año

Tipo de Carga	Horario Establecido	Inicio de Conexión	Fin de Conexión	% Conectados	# VE conectados
Carga Lenta	Base	22:00 PM	8:00 AM	78	74
Carga Lenta	Media	8:00 AM	18:00 PM	8	8
Carga Semi rápida	Punta	18:00 PM	22:00 PM	14	13

Tercer año:**Tabla 11.6.** Porcentaje usuarios conectados en los intervalos definidos para el tercer año

Tipo de Carga	Horario Establecido	Inicio de Conexión	Fin de Conexión	% Conectados	# VE conectados
Carga Lenta	Base	22:00 PM	8:00 AM	78	1037
Carga Lenta	Media	8:00 AM	18:00 PM	8	106
Carga Semi rápida	Punta	18:00 PM	22:00 PM	14	186

Quinto año:**Tabla 11.7.** Porcentaje usuarios conectados en los intervalos definidos para el quinto año

Tipo de Carga	Horario Establecido	Inicio de Conexión	Fin de Conexión	% Conectados	# VE conectados
Carga Lenta	Base	22:00 PM	8:00 AM	78	2097
Carga Lenta	Media	8:00 AM	18:00 PM	8	215
Carga Semi rápida	Punta	18:00 PM	22:00 PM	14	376

Octavo año:**Tabla 11.8.** Porcentaje usuarios conectados en los intervalos definidos para el octavo año

Tipo de Carga	Horario Establecido	Inicio de Conexión	Fin de Conexión	% Conectados	# VE conectados
Carga Lenta	Base	22:00 PM	8:00 AM	78	2369
Carga Lenta	Media	8:00 AM	18:00 PM	8	243
Carga Semi rápida	Punta	18:00 PM	22:00 PM	14	425

Décimo año:**Tabla 11.9.** Porcentaje usuarios conectados en los intervalos definidos para el quinto año

Tipo de Carga	Horario Establecido	Inicio de Conexión	Fin de Conexión	% Conectados	# VE conectados
Carga Lenta	Base	22:00 PM	8:00 AM	78	2443
Carga Lenta	Media	8:00 AM	18:00 PM	8	251
Carga Semi rápida	Punta	18:00 PM	22:00 PM	14	438

De las anteriores tablas expuestas se puede concluir que el mayor número de usuarios prefieren recargar la batería del vehículo eléctrico, en el horario base con tipo de carga lenta. Tomando en cuenta que la recarga en el periodo base es considerado para el área residencial, mientras que para el periodo media es establecido para áreas laborales de oficina donde se necesita una recarga de ocho horas y para el periodo punta se considera con una recarga semi rápida en actividades comercial e industrial, donde se requiere una recarga de cuatro horas.

11.8 Proyección de las nuevas curvas de demanda eléctrica

Para el diseño de las nuevas curvas de demanda eléctrica con la incorporación de los VE en el Alimentador #3 de la S/E la Cocha. Se tomó primero una curva promedio típico de potencia (MW) y energía (KW*h) obtenida por los datos otorgados de la Empresa Eléctrica Provincia Cotopaxi S.A.

Además, se utiliza la probabilidad máxima en que se puede conectar los VE en el horario base, media y punta, como también los datos obtenidos en las encuestas realizadas y los datos del

(KIA SOULE EV). Se determinó 2 escenarios de recarga que posee el vehículo eléctrico (recarga lenta y recarga rápida) como se describió anteriormente considerando los periodos de estudio (corto mediano y largo plazo).

La introducción de VE en dos los escenarios realizados en el alimentador #3 de la S/E la Cocha ayudan a visualizar como mejora o la afecta el sistema

Para graficar las curvas de potencia y energía en el escenario de recarga lenta, se realiza la proyección de la demanda eléctrica en MW para los años de estudio: 1, 3,5 y 8 años. Donde se considera el número de vehículos eléctricos que ingresan cada año multiplicado por el tiempo de duración de la recarga.

La potencia de recarga del vehículo eléctrico KIA SOUL, considerado para este análisis es de 3.6 kW en recarga lenta, 6.6 kW en recarga semi rápida y 50 kW recarga rápida. Este estudio realizado se enfoca en el uso de vehículos eléctricos solo para el área residencial. De los dos escenarios que se presentan el primero que es recarga lenta es el más probable que se utilice.

A continuación, se presenta dos escenarios: recarga lenta y rápida

Primer escenario: Este escenario es ideal, ya que los usuarios pueden utilizar las mismas instalaciones de la cocina de inducción, si los consumidores utilizan la carga lenta en sus hogares en horario base, primero ayudan al aplanamiento de curva de demanda eléctrica, obteniendo una tarifa de 0.05 \$ cada kWh, como incentivo por parte del Gobierno Ecuatoriano establecido por el ARCONEL, en el Pliego Tarifario del 2018.

A continuación, en la figura 11.11 se indica la curva de potencia del primer año de estudio con la introducción de los vehículos eléctricos en el primer escenario en recarga lenta:

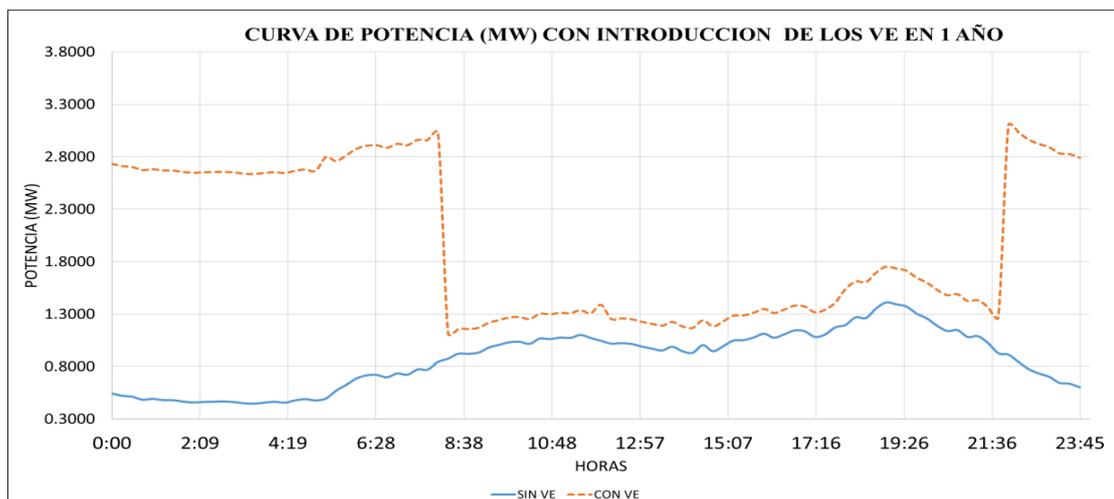


Figura 11.11: Curva de potencia del primer año 2019 (primer escenario).

En la figura 11.12 se indica la curva de potencia para un periodo de estudio proyectado a 3 años en el primer escenario en recarga lenta:

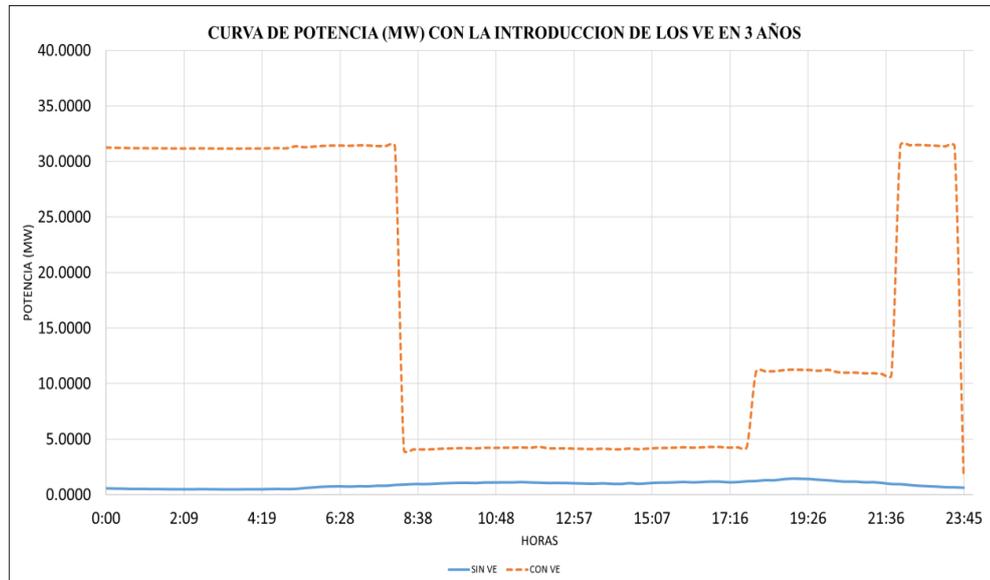


Figura 11.12: Curva de potencia del primer año 2021 (primer escenario)

En la figura 11.13 se indica la curva de potencia para un periodo de estudio proyectado a 10 años en el primer escenario en recarga lenta:

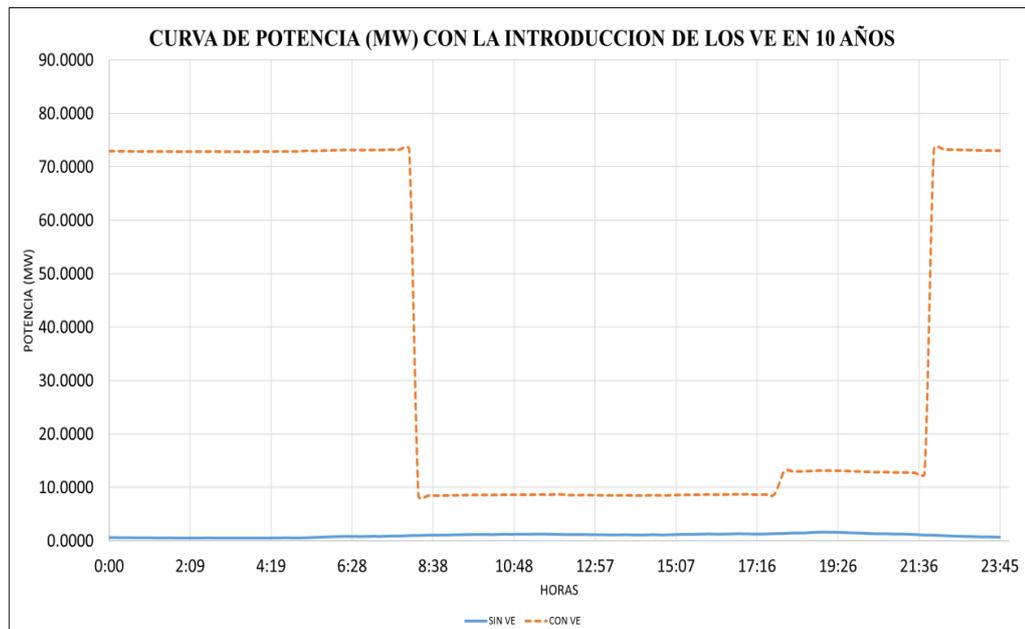


Figura 11.13: Curva de potencia proyectada para el año 2028 (primer escenario)

Con los gráficos anteriores se puede concluir que, al tercer año con la incorporación de los vehículos eléctricos a la red eléctrica, el alimentador necesita una reconfiguración por el elevado crecimiento de la demanda.

Segundo Escenario: Este escenario es menos probable por que las viviendas no cuentan con instalaciones para recarga rápida, ya que la Potencia de recarga de los vehículos es de 50 kW, lo que provocaría que el sistema sufra sobrecargas en los equipos eléctricos en corto tiempo en el Alimentador #3 de S/E la cocha.

11.9 Cambio o afectación de la red eléctrica

Se entiende que, si la carga de los vehículos se realiza durante todo el día sin discriminación horaria ni control alguno, la curva de demanda experimentará un desequilibrio que conllevará a una menor eficiencia del sistema eléctrico, en el que se verá necesario incrementar la infraestructura de transporte.

La Empresa Eléctrica Provincial De Cotopaxi (Elepco S.A) está en la capacidad de abastecer la demanda eléctrica, para el año 2019 debido a la poca introducción de los vehículos eléctricos, mientras que para los 3 años siguientes (2021), el alimentador #3 de la subestación la cocha, el sistema eléctrico se sobrecargará y para los años 2023, 2026, 2028 el alimentador sufrirá interrupciones de energía eléctrica en sistema afectando a la calidad de energía del suministro, por lo que es recomendable gestionar debidamente la recarga del vehículo eléctrico y de ser necesario reforzar las redes de distribución, especialmente los conductores que no cumplen con la capacidad de conducción de corriente debido a que se sobrecargan al tercer año con la introducción de los V.E .

12. IMPACTOS

12.1.1 Impactos Técnicos:

- Necesidad de mejorar los sistemas de distribución de energía eléctrica.
- Infraestructura inadecuada.
- No existen talleres exclusivos para atención postventa de autos eléctricos.
- Las viviendas en casi la mayoría no tienen instalación para 220 voltios.
- En la ciudad no se han abierto electrolinerías: dispensadores rápidos para proveer electricidad para la recarga rápida de las baterías de los vehículos eléctricos.

12.1.2 Impactos Sociales

El impacto social que se presenta en los usuarios, al momento de adquirir un vehículo, es el desconocimiento que las personas poseen respecto a los vehículos eléctricos, esto hace que opten por un vehículo tradicional a combustión, fomentando así al retraso de esta tecnología obstaculizando la innovación de la ciudad de Latacunga.

- Falta de cultura en ahorro energético.
- Requerimiento en el desarrollo de una responsabilidad social.

12.1.3 Impactos Ambientales

El impacto positivo que la nueva tecnología implica, es la cantidad de CO₂ que se dejaría de emitir en el Ecuador y en este caso en la ciudad de Latacunga por parte de los vehículos que van a ser reemplazos por esta nueva tecnología reduciendo el daño al ambiente y mejorando las condiciones de vida de los habitantes.

Las cifras oficiales en el sector automotor son de 2.056.213 vehículos matriculados y censados hasta el año pasado [22]. Según [3] la cantidad de CO₂ recorridos en 1 km equivale a 0,14 kg, en la tabla 12.1 se puede apreciar la Cantidad de CO₂ producida actualmente y su respectiva proyección a 5 años en el Ecuador por parte de los vehículos tradicionales, considerando que el número de vehículos se mantiene constante dentro de 5 años

De acuerdo a la Casa Comercial KIA MOTORS se establece un recorrido total de 100000 km dentro de los 5 años y un promedio de 1666,67 Km anualmente en la ciudad de Latacunga, tal como se indica en la tabla 12.1.

Tabla 12.1: Estimación de kilometraje establecidos por la Casa KIA de la ciudad de Latacunga

Kilometraje recorrido en 5 años	Kilometraje recorrido anualmente	Kilometraje recorrido diariamente
100000 km	1666,67 km	55 km

Tabla 12.2: Estimación de CO2 Emitidas por los VCI en el Ecuador para cinco años de estudio.

Área de impacto	# de VCI	Cantidad de CO2 por 1 km recorrido	Emisiones de CO2 emitidas al año en Tn	Emisiones de CO2 emitidas en 5 años en Tn
ECUADOR	2.056.213	0,14 kg de CO2	479783,992	2398919,964

El número de vehículos VE que van a ingresar en cada año de estudio al cantón Latacunga reemplazado al vehículo de combustión ayudaran a reducir la cantidad de CO2, La respectiva proyección a 5 años logra reducir el daño al ambiente.

Tabla 12.3: Estimación de Reducción de CO2 por los VE

Área de impacto Latacunga	# de VE	Cantidad de CO2 por 1 km recorrido	Promedio recorrido en cinco años	Emisiones de CO2 no emitidas a los cinco años en Tn
2019	95	0,14 (kg de CO2)	100000 (Km)	1330
1332021	1329	0,14 (kg de CO2)	100000 (Km)	18606
2023	2689	0,14 (kg de CO2)	100000 (Km)	37646
2026	3037	0,14 (kg de CO2)	100000 (Km)	42518
2028	3132	0,14 (kg de CO2)	100000 (Km)	43848

Además, el uso de los Ve elimina paralelamente el uso de lubricantes, fluidos, y miles de accesorios, que a la larga representan contaminación del ambiente, por otro lado, es necesario hacer un plan de reciclaje de baterías, evaluando previamente su impacto.

12.1.3.1 Manejo y Recolección de Baterías

Los vehículos eléctricos son relativamente nuevos en el mercado de América, y sus baterías son de larga vida, por lo que la cantidad de baterías que ha llegado al final de su vida útil es relativamente pequeña. Por ello, son pocas las que han llegado al mercado del reciclaje [23]. Sin embargo, hay tener en consideración que esta tecnología es nueva en el mercado automotriz y conforme el número de VEs que se incrementa, es probable que el mercado del reciclaje de baterías crezca y genere puestos de trabajo. Los desafíos que se presentan son:

- Dificultad para identificar la composición química de la batería.
- Incertidumbre respecto de cómo desmantelarlas sin riesgo.

12.1.4 Impactos Económicos

Dentro del impacto económico se establece las limitaciones financieras que actúan en el estudio de la implementación de los vehículos eléctricos en la ciudad de Latacunga.

- Precio elevado del vehículo.
- Precio de la batería.
- Precio de adquisición de surtidores y accesorios del VE.

12.1.5 Factibilidad Operativa

Desde el punto de vista operativo el estudio es factible debido a que las propuestas de solución ayudarán a determinar el periodo de recarga con mayor incidencia dentro de la curva de demanda, además con las curvas proyectadas para 10 años se pudo observar que el ingreso de los vehículos eléctricos a la red eléctrica requiere de una repotenciación del transformador a 10 años.

13. ANÁLISIS DE COSTOS DE INVERSIÓN

Hasta el momento el vehículo eléctrico tiene mayor costo que el vehículo convencional, y tal vez los incentivos económicos que pueden proponerse, no serían suficientes para realizar la compra de los mismos. Este análisis permitirá determinar si el vehículo eléctrico llegaría a ser sustentable económicamente en comparación con los vehículos convencionales, aunque no existan vehículos eléctricos en venta a escala comercial masiva.

Según estudios realizados, la adquisición de un vehículo eléctrico pequeño llegaría a los \$ 14,000.00 con una autonomía muy limitada de los 212 Km. No obstante, el costo variable por kilómetro es mucho más reducido en un vehículo eléctrico a diferencia de un vehículo convencional, debido a la eficiencia superior del motor eléctrico en comparación con el de combustión interna.

13.1 Costos que genera el Vehículo eléctrico

Los costos que genera el vehículo eléctrico, se toma como parte principal la batería eléctrica, de esta depende el consumo energético del vehículo y su funcionamiento. En el presente estudio se toma como referencia el vehículo eléctrico KIA SOUL el mismo que cuenta con una batería

de Polímero de Litio en un valor establecido de acuerdo a la Casa Comercia KIA MOTORS es de 7048,85 dólares.

Para este análisis se tomará en cuenta la capacidad de la batería de 27 kWh y una autonomía de 212 Km. Se ha considerado que el costo de la energía sin subsidios en el Cantón Latacunga es de 0,08 USD/kWh y con subsidios es de 0,05 USD/kWh, según lo especificado en el ARCONEL.

De acuerdo a la Ficha técnica del vehículo eléctrico KIA SOUL, el costo aproximado esto en un mínimo de \$30,000.00 que es considerado para el estudio:

Inversión: \$30,000.00

13.2 Costo de Consumo Energético del Vehículo Eléctrico

Se tuvo en consideración para el análisis el costo promedio del consumo de energía de un vehículo eléctrico con una vida útil promedio para 5 años o 100.000 Km, que es la garantía que ofrecen las diferentes casas comerciales y también como un tiempo referencial en que las personas por lo general cambian de modelo de vehículo o lo reemplazan. Por lo que el análisis compara el consumo energético que implica un Vehículo convencional y un Vehículo Eléctrico. Además, se han incluido dos tipos de vehículos a Gasolina (CI), VC1 y VC2, los mismos que son con gasolina extra y súper, cuyas características se detallan en la tabla 13.1.

A continuación, se detalla el rendimiento de los vehículos a combustión interna (gasolina):

Rendimiento de VC1 (extra)= 18 km/lit

Rendimiento de VC2 (súper)= 15 km/lit

Se transforma el litro a galón, conociendo que el galón = 3,7854 lt, se obtiene:

$$\text{Rendimiento VC1} = \frac{18\text{km}}{\text{lt}} * \frac{3,785\text{lt}}{1 \text{ galón}} = 68,137 \frac{\text{km}}{\text{galón}}$$

$$\text{Rendimiento VC2} = \frac{15\text{km}}{\text{lt}} * \frac{3,785\text{lt}}{1 \text{ galón}} = 56,781 \frac{\text{km}}{\text{galón}}$$

Entonces el rendimiento considerado en 212 Km de cada VCI es de:

$$\text{Rendimiento VC1} = \frac{212 \text{ km}}{68,137 \frac{\text{km}}{\text{galón}}} = 3,11 \frac{\text{galones}}{\text{km}}$$

$$\text{Rendimiento VC2} = \frac{212 \text{ km}}{56,781 \frac{\text{km}}{\text{galón}}} = 3,73 \frac{\text{galones}}{\text{km}}$$

Tabla 13.1 Comparación de rendimiento del VE frente al vehículo a combustión para cinco años

Estudio para 5 años					
Descripción	Vehículo Eléctrico		Vehículo de Combustión Interna		
	Consumo energético (sin subsidio)	Consumo energético (con subsidio)	Consumo de combustible (VC1) (gasolina extra)	Consumo de combustible (VC2) (gasolina súper)	
Rendimiento 27 kWh / 212 km	Electricidad : 0,08 USD/ kWh	Electricidad : 0,05 USD/ kWh	Rendimiento 3,11 gln / 212 km	Costo del galón: 1,50 USD 1,50 USD x 3,11 gln	Costo del galón: 2,15 USD 2,15 USD x 3,73 gln
	Consumo: 27 kWh / 212 km	Consumo: 27 kWh / 212 km		4,67 USD / 212 km	8,01 USD / 212 km
	2,16 USD / 212 km	1,35 USD / 212 km		CONSUMO	CONSUMO
	1018,86 USD/10000 Km	636,79 USD/10000 Km		2202,83 USD/10000 Km	3782,78 USD/10000 Km

De acuerdo a la tabla anterior desde el punto de vista del consumo y el rendimiento de los combustibles, es evidentemente más conveniente el vehículo eléctrico frente al vehículo de combustión.

13.3 Análisis de Costos de Mantenimiento

A continuación, se realiza la estimación de costos por concepto de mantenimiento para el vehículo eléctrico y de combustión interna modelo KIA SOUL del año 2018, obtenidos de la Casa Comercial KIA

Tabla 13.2 Plan de mantenimiento KIA SOUL. Vehículos eléctricos

Costo de mantenimiento y repuestos para un Vehículo Eléctrico KIA SOUL 2018					TOTAL	Costo por km
Marca	Km					
	Revisión 10 km	Revisión 15-30-45-60-95-105 (km x 1000)	Revisión 60 (km x 1000)	Revisión 100 (km x 1000)	707,52	0,01
Soul R	0,00	184,06	235,74	287,72		

Tabla 13.3 Plan de mantenimiento KIA SOUL R. Vehículos a combustión Interna

Costo de mantenimiento y repuestos para un Vehículo de Combustión Interna KIA SOUL 2018					TOTAL	Costo por km
Marca	Km					
	Revisión 10 -30-70-90-110-130 (km x 1000)	Revisión 20-40-60-80-120-140-160 (km x 1000)	Revisión 50-150 (km x 1000)	Revisión 100 (km x 1000)	1616,65	0,03
Soul R	296,04	296,04	454,43	570,14		

De acuerdo a las tablas anteriores se puede concluir que el gasto de mantenimiento se calcula de acuerdo al kilometraje, el rubro del mantenimiento de los vehículos eléctricos es menor a comparación con los vehículos a combustión interna, obteniendo un ahorro de \$ 909,13 como resultado de la diferencia entre los costos de mantenimiento entre los dos vehículos. Otra de la ventaja que se puede observar es que el vehículo a CI necesita mantenimiento a menos recorrido.

13.4 Impuesto Ambiental a la contaminación vehicular (IACV)

Es un impuesto que se cobra por la contaminación del ambiente, producida por el uso de vehículos motorizados, esta tarifa lo debe pagar todo propietario de un auto cuyo cilindraje sea mayor a 1500 cc, y el factor de ajuste que considera de acuerdo a su antigüedad. El SRI toma en cuenta dos tablas como se observa en la tabla 13.4 para determinar el valor a pagar: una corresponde a la tarifa por el cilindraje y otra por el número de años del vehículo [24].

Tabla 13.4 Datos para el cálculo del impacto ambiental de la contaminación vehicular

TARIFA SEGÚN EL CILINDRAJE		AJUSTES POR AÑO DE ANTIGÜEDAD	
Identifique el cilindraje de su auto y mire la tarifa inicial de cálculo		Identifique el factor de ajuste según la antigüedad de su vehículo	
Cilindrada (cm^3)	Tarifa (USD)	Antigüedad en años	Factor de ajuste
Menos de 1500	0,00	Menos de 5	0
De 1501 a 2000	0,08	De 5 a 10	0,05
De 2001 a 2500	0,9	De 11 a 15	0,1
De 2501 a 3000	0,11	De 16 a 20	0,15
De 3001 a 3500	0,12	Más de 20	0,20
De 3051 a 4000	0,24		
Más de 4000	0,35		

Fuente: [25]

Descuentos según los años del automóvil

Descuentos con cilindrada mayor a 2500 cc y más de 5 años, tendrán 80 % de rebaja en 3 años, 50% para 4to y 5to año.

Para el cálculo del (IACV) se tomará en cuenta tanto el cilindraje como los años de antigüedad del vehículo. En ningún caso el valor del impuesto a pagar será mayor al valor correspondiente al 40% del avalúo del vehículo, en el año al que corresponda el pago del referido impuesto [24].

La fórmula para calcular el IACV es la siguiente:

$$IACV = [(b - 1500) * t](1 + FA) \quad (6)$$

Donde:

b=cilindraje

t= Valor de tarifa.

FA= Factor de ajuste.

A continuación, se detalla el desarrollo de los cálculos del IACV que debe pagar el vehículo KIA SOUL a combustible, marca que se tomó como objeto de estudio frente al vehículo eléctrico.

Datos del KIA SOUL R 1.6:

- **Cilindraje** = 1591
- **Avaluó** = 22990
- **Año** = 2018

$$IACV = [(b - 1500) * t](1 + FA)$$

$$IACV = [(1591 - 1500) * 0,08](1 + 0)$$

$$IAC = \$7,28$$

De acuerdo a los cálculos realizados anteriormente se puede concluir que el vehículo de la marca KIA SOUL a combustión interna, paga \$7,28 del impuesto, por contaminación ambiental, mientras que los vehículos eléctricos no pagan este valor debido a que no emiten CO2. Se debe tomar en consideración que el vehículo de CI sufre una depreciación del 10% del valor original en comparación con el vehículo eléctrico que no sufre esta devaluación debido a que es una tecnología nueva, de acuerdo a la información obtenida por la misma casa comercial.

13.5 Análisis comparativo de Vehículos Eléctricos y Vehículos de combustión interna de similares características

Mediante las tablas que contienen las características de los vehículos eléctricos y de combustión de marca SOUL R 2018.

En la tabla 13.5 se especifica el valor total de egresos para los 100000 km recorridos de un vehículo eléctrico, que es de \$ 1.344,31 obtenido de la suma de los gastos de Operación y de Mantenimiento.

Tabla 13.5 Total de egresos de un V.E a los 100000 km

Vehículo eléctrico		
Vehículo	Inversión Total inicial	\$ 30.000,00
	Recorrido Total	100000 km
Operación (Combustible)	Consumo en kWh	0,05 USD/ kWh
		1,35 USD / 212 km
	Costo total del consumo a los 100000 km	\$ 636,79
Mantenimiento	Mantenimiento a los 100000 km	\$ 707,52
TOTAL DE EGRESOS EN UN RECORRIDO DE 100000 Km		\$ 1.344,31

En la tabla 13.6 se especifica el valor total de egresos para los 100000 km recorridos de un vehículo a combustión interna, que es de **\$ 5.399,43** obtenido de la suma de los gastos de Operación y de Mantenimiento.

Tabla 13.6 Total de egresos de un V.C.I a los 100000 km

Vehículo de combustión		
Vehículo	Inversión Total inicial	\$ 22.990,00
	Recorrido Total	100000 km
Operación (Combustible)	Consumo por galón	\$ 2,15
		8,01 USD / 212 km
	Costo total del consumo a los 100000 km	\$ 3.782,78
Mantenimiento	Mantenimiento	\$ 1.616,65
TOTAL DE EGRESOS EN UN RECORRIDO DE 100000 Km		\$ 5.399,43

Revisando los datos comparativos anteriores se puede concluir que el vehículo eléctrico es más eficiente que el vehículo a combustión, por lo que técnicamente es recomendable.

De acuerdo a la tabla 13.7 mediante la diferencia entre los egresos de Operación (combustible) y mantenimiento del VCI y VE se obtiene el ahorro total en un recorrido de 100000 km

Tabla 13.7 Total de ahorro entre un VCI y un VE

Ahorro a los 100000 km de recorrido (USD) de un vehículo eléctrico	
Operación (Combustible)	\$ 3.145,99
Mantenimiento	\$ 909,13
Total del Ahorro	\$ 4.055,12

13.6 Cálculo del TIR, TMAR Y VAN

Para el cálculo de la rentabilidad económica de la conexión de los vehículos eléctricos a la red eléctrica, se considera la inversión realizada que es el costo actual del vehículo KIA SOUL, el

ahorro económico que se presenta frente a la utilización de los vehículos a combustión interna de la misma marca, se debe ingresar el costo del mantenimiento que se realizara al VE en un periodo de cinco años y finalmente la tasa de inflación en el mercado ecuatoriano, obtenido en la página del Banco Central del Ecuador.

Para el cálculo del TIR se utiliza las siguientes formulas:

Cálculo del flujo de Ahorro en el Vehículo Eléctrico para los 5 años:

Para el flujo de ingreso del primer año se mantiene el ahorro total obtenido de las comparaciones entre los dos vehículos, mientras que en los siguientes flujos de los años restantes se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Ahorro del V. E} = (\text{Ahorro total} * \text{tasa de inflación \%}) + \text{Ahorro total} \quad (7)$$

Donde:

Ahorro del V.E total en el primer año = \$ 4055,12

Tasa de inflación: 4,7% definido del Banco Central del Ecuador

$$\text{Ahorro del V. E para el segundo año} = (4055,12 * 4,7\%) + 4055,12$$

$$\text{Ahorro del V. E para el segundo año} = \$4245,71$$

Dicho procedimiento se aplica para los flujos en un periodo de 5 años en los 100000 km de recorrido.

Cálculo del flujo de Mantenimiento para los 5 años:

Para el flujo de ingreso del primer año se mantiene el gasto del mantenimiento total obtenido de las comparaciones entre los dos vehículos, mientras que en los siguientes flujos de los años restantes se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Egresos} = (\text{mant. total} * \text{tasa de inflación \%}) + \text{mant. total} \quad (8)$$

Donde:

Mantenimiento total en el primer año = \$707,52

$$\text{Mantenimiento para el segundo año} = (707,52 * 4,7\%) + 707,52$$

$$\text{Mantenimiento para el segundo año} = \$740,77$$

Dicho procedimiento se aplica para los flujos en un periodo de 5 años en los 100000 km de recorrido.

Cálculo del flujo de egreso por Operación para los 5 años:

Para el flujo de egresos por operación del primer año se mantiene el gasto del mantenimiento total obtenido de las comparaciones entre los dos vehículos, mientras que en los siguientes flujos de los años restantes se calcula con la siguiente formula:

$$\text{Egresos de OP} = (\text{OP} * \text{tasa de inflación } \%) + \text{OP} \quad (9)$$

Donde:

$$\text{Operación total en el primer año} = \$636,79$$

$$\text{Operación para el segundo año} = (636,79 * 4,7\%) + 636,79$$

$$\text{Operación para el segundo año} = \$666,72$$

Dicho procedimiento se aplica para los flujos en un periodo de 5 años en los 100000 km de recorrido.

Cálculo del flujo neto:

Para realizar este paso es necesario restar los ingresos menos los egresos para obtener los flujos netos totales en los 5 años de estudio, este cálculo se lo realiza desde el primer año de estudio con los valores iniciales de ahorro y costo de mantenimiento, tal como se indica a continuación:

$$\text{Flujo neto en el primer año} = \text{Ingresos} - \text{Egresos} \quad (10)$$

Donde:

Ingresos del primer año: \$4055,12

Egresos del primer año: Egresos de mantenimiento más los Egresos de operación

Egresos del primer año: \$1344,31

Flujo neto en el primer año = Ingresos – Egresos

Flujo neto en el primer año = 4055,12 – 1344,31

Flujo neto en el primer año = \$ 2710,81

Cálculo del TIR para los 5 años:

Para el cálculo del TIR en los cinco años de estudio se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{TIR} = -\text{Inversión} + \left(\frac{F1}{(1+k)^1} + \frac{F2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{Fn}{(1+k)^n} \right) \quad (11)$$

Donde:

TIR= Tasa Interna de retorno

F1, F2, F3,....., Fn= Flujo neto de cada año

k= tasa de inflación anual de 4,7

Con los datos calculados anteriormente se debe aplicar la fórmula del TIR para conocer si el replazo de vehículos eléctricos por los de combustión interna es rentable. A continuación se indica en la tabla 13.10 el valor del TIR para todos los flujos calculados:

Tabla 13.8 Calculo del TIR para el vehículo eléctrico KIA SOUL

CUENTAS	0	1	2	3	4	5
INVERSIÓN	(30.000,00)					
AHORRO EN V.E		4.055,12	4.245,71	4.445,26	4.654,19	4.872,93
EGRESOS:						
MANTENIMIENTO		707,52	740,77	775,59	812,04	850,21
OPERACIÓN		636,79	666,72	698,05	730,86	765,21
FLUJO NETO	(30.000,00)	2.710,81	2.838,22	2.971,61	3.111,28	3.257,51

Realizando estos cálculos nos da que el TIR tiene un valor de -19,13%. Como el TIR es menor que la tasa de descuento apreciable anual que es del 4,7%, el proyecto no es económicamente rentable, ya que el valor de inversión del auto no se recupera en un periodo de cinco años.

14. CONCLUSIONES

- ✓ En la actualidad los VE se mantienen en una etapa inactiva, ya que en el Ecuador se comercializa apenas 123 unidades en el año 2017 representando el 0.1% de ventas totales dentro del parque automotor. Esto debido al precio de adquisición de automóvil, la inexistencia de infraestructura eléctrica para la recarga de las baterías de los VE y como punto notable la falta de información sobre esta tecnología.
- ✓ Según las encuestas realizadas para conocer el nivel de aceptabilidad de los autos eléctricos en el cantón Latacunga, las mismas indicaron que el 89% estarían dispuestos a adquirir el vehículo. Respecto al valor que están dispuestos a pagar, el 59% indica que pagaría entre \$ 10.000,00 - \$ 15.000,00 dólares, en un plazo de 5 años y el 78% estaría dispuesto a cargar el vehículo eléctrico en el horario base (22:00 – 08:00).
- ✓ De acuerdo con el estudio realizado se pudo obtener el comportamiento de la curva de demanda eléctrica en función de los vehículos eléctricos que ingresan a cada uno de los periodos establecidos por el ARCONEL (base, media y punta), llegando a determinar que el alimentador #3 de la subestación La Cocha, no se encuentra apto para soportar la nueva carga a partir del tercer año, por lo que se requiere una reconfiguración y análisis de cargabilidad de las líneas de distribución.

14.1 RECOMENDACIONES

- ✓ Para que la propuesta de estudio tenga la acogida necesaria por los usuarios, es recomendable que el Gobierno Ecuatoriano dejara de subsidiar el combustible, para tener una clara noción de inversión del vehículo a combustión frente al vehículo eléctrico, e incentivar con la exoneración de impuestos y subsidiar la energía necesaria que consume esta tecnología.
- ✓ Es importante utilizar el tipo de recarga lenta, en un horario base entre las 22:00 hasta las 8:00, para aplanar la curva de demanda diaria y prolongar la vida útil de la batería, utilizando las mismas tomas de 220 V instaladas para las cocinas de inducción.
- ✓ Para mejorar la eficiencia del sistema eléctrico de distribución y suministro de energía de la Concesionaria ELEPCO S.A, se sugiere la realización de un estudio de los escenarios posibles en los que todos los alimentadores se ven afectados al incorporar los vehículos eléctricos.

15. BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. G. VELÈZ SÀNCHEZ, «Análisis y Estimación de la Demanda Eléctrica con la Implementación de Vehículos,» UNIVERSIDAD DE CUENCA, 20 03 2017. [En línea]. Available:
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27353/1/TRABAJO%20DE%20TITULACION.pdf>. [Último acceso: 2018 20 04].
- [2] D. & A. D. VIERA, «Estudio y Normativas para la implementacion del Vehiculo Electrico en el Distrito Metropolitano de Quito,» 05 01 2017. [En línea]. Available:
<http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1851/1/T-UIDE-1380.pdf>. [Último acceso: 20 06 2018].
- [3] A. G. CÓRDOVA ESPAÑA, «Factibilidad para la integración de vehículos eléctricos al sistema de distribución eléctrico,» UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, 26 10 2015. [En línea]. Available:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8160/1/UPS-KT01026.pdf>. [Último acceso: 16 05 2018].
- [4] e. comercio, «Pimer congreso internacional de electromecanica y electrica,» de *proyecciones del vehiculo electrico en el ecuador* , cuenca , 2016.
- [5] J. R. B. A. Gerardo Rigoberto Artega Rodriguez, «estudio de factibilidad del uso de un auto electrico,» Escuela Politecnica Nacional, Marzo 2017. [En línea]. [Último acceso: 28 Mayo 2018].
- [6] E. M.-A. POZO, El vehiculo eléctrico y su infraestructura de carga, Málaga: S.A. MARCOMBO, 2013.
- [7] V. L. SANTANA CHÓEZ, «Análisis de la implantación del uso de vehículos eléctricos como aporte al cambio de la matriz productiva y su impacto en la no utilización de combustibles fósiles en el ecuador,» TGC, 31 5 2016. [En línea]. Available:
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/17744/1/VEHICULOS%20ELECTRICOS%2031-05-2016%20revisado%20TGC%20%282%29.pdf>. [Último acceso: 4 4 2018].

- [8] «GUIA DEL VEHICULO ELECTRICO,» 6 4 2017. [En línea]. Available: <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM015005.pdf>. [Último acceso: 27 MAYO 2018].
- [9] E. COMERCIO, «EL COMERCIO,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.elcomercio.com/actualidad/autos-electricos-venta-ecuador-economia.html>. [Último acceso: 23 JUNIO 2018].
- [10] M. E. MERCHAN SERRANO, «Análisis de impacto de vehículos eléctricos en las redes de distribución del Cantón Cuenca,» 12 19 2016. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13680/1/UPS-CT006945.pdf>. [Último acceso: 15 05 2018].
- [11] J. D. TORRES SARMIENTO, «Estudio De Viabilidad En La Implementación De Vehículos Eléctricos En La Ciudad De Cuenca,» 3 06 2016. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8050/1/UPS-CT004893.pdf>. [Último acceso: 18 05 2018].
- [12] AEADE, «Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador,» [En línea]. Available: <http://www.aeade.net/>.
- [13] «AUTOMOVILES ELECTRICOS,» [En línea]. Available: <http://www.automovileselectricos.net/category/motores-electricos/>. [Último acceso: 16 06 2018].
- [14] M. GARCIA RUIZ, «PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE VEHICULOS ELECTRICOS,» Escuela de Tecnología Eléctrica Pereira, 03 06 2015. [En línea]. Available: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5856/6292293G216.pdf;jsessionid=5DA2B216EA6F5799EE7A2DEE0F74FF9E?sequence=1>. [Último acceso: 10 06 2018].
- [15] J. MORENO HERRERO, «Impacto de los Vehículos Eléctricos sobre las redes de Distribución,» 6 03 2013. [En línea]. Available: http://oa.upm.es/14979/1/PFC_Jesus_Moreno_Herrero.pdf. [Último acceso: 22 04 2018].

- [16] A. D. R. Y. C. D. E. (ARCONEL), «Pliego Tarifario,» 15 01 2018. [En línea]. Available: <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/2018-01-11-Pliego-y-Cargos-Tarifarios-del-SPEE-20182.pdf>. [Último acceso: 20 05 2108].
- [17] M. C. ZAMORA, ESTADISTICA DESCRIPTIVA E INFERENCIAL, PERU: MOSIHERA S.R.L., 2005.
- [18] E. S.A., «elepco s.a. energia a su servicio,» departamento de planificación (web portal), 15 marzo 2018. [En línea]. Available: <https://elepcosa.com.ec/>. [Último acceso: 20 abril 2018].
- [19] D. d. p. E. S.A., «SUBESTACIONES,» www.elepcosa.com, LATACUNGA, 2015.
- [20] H. Enriquez, Manual de Instalaciones Eléctricas Residenciales e Industriales, Mexico: Limusa, 2012.
- [21] ELECTROCABLES C.A, Catálogo de productos, 2016.
- [22] INEC, «INDICE ANUARIO DE TRANSPORTE,» Instituto Nacional de Estadísticas y Censos , 9 DICIEMBRE 2017. [En línea]. Available: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/inec-parque-automotor-de-ecuador-crecio-57-en-5-anos>. [Último acceso: 24 JULIO 2018].
- [23] AkkuSer, *Reciclaje de baterías con tecnología seca*, Dry Techonology, 2011.
- [24] SRI, «Servicio de Rentas Internas del Ecuador,» 25 Julio 2018. [En línea]. Available: <http://www.sri.gob.ec/web/guest/impuesto-ambiental-a-la-contaminacion-vehicular1..> [Último acceso: 01 Agosto 2018].
- [25] El Comercio, «Calcule cuánto pagará por el impuesto ambiental de su auto,» 11 Abril 2018. [En línea]. Available: <https://www.elcomercio.com/datos/calculo-impuesto-ambiental-vehiculo-matriculacion.html..> [Último acceso: 01 Agosto 2018].
- [26] F. D. CHANCUSIG GUERRERO, «Análisis Técnico Económico para la inserción de vehículos eléctricos en el sistema eléctrico ecuatoriano.,» ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, 8 11 2014. [En línea]. Available:

- <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8649/1/CD-5818.pdf>. [Último acceso: 01 06 2018].
- [27] G. A. GIRALDO GUTIERREZ, «Estudio del impacto de los vehículos eléctricos en las redes de distribución de energía eléctrica,» 5 9 2015. [En línea]. Available: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5794/6292293G516.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 1 6 2018].
- [28] G. CUESTA CAPELLAN, «Caracterización de un vehiculo elctrico,» 10 9 2017. [En línea]. Available: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/108997/tfmguillermocuestafinal.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 20 6 2018].
- [29] CEÑA ALBERTO & SANTAMARTA JOSE, «El coche eléctrico:El Futuro del Transporte, energia y el medio ambiente.,» 20 08 2009. [En línea]. Available: <https://www.nodo50.org/worldwatch/ww/pdf/cocheelectrico.pdf>. [Último acceso: 20 6 2018].
- [30] H. C. Esteban, «CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL III,» 2 8 2016. [En línea]. Available: http://sistemas.fciencias.unam.mx/~erhc/calculo3_20171/derivadas_parciales_direccionales_2016_12.pdf. [Último acceso: 4 06 2018].
- [31] P. S. FRANCISCO, « ENSEÑANSA DE LA DISTRIBUCION DE POISSON,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.scielo.br/pdf/bolema/v28n50/1980-4415-bolema-28-50-1117.pdf>. [Último acceso: 06 2108].
- [32] M. H. y. J. C. Badii, «DISTRIBUCIONES PROBABILISTICAS DE USO COMUN,» 2014. [En línea]. Available: [http://www.spentamexico.org/v4-n1/4\(1\)%20149-178.pdf](http://www.spentamexico.org/v4-n1/4(1)%20149-178.pdf). [Último acceso: 6 06 2018].
- [33] P. Maldonado, «Lideres,» lidres, 16 enero 2018. [En línea]. Available: <https://www.revistalideres.ec/lideres/vehiculos-electricos-ruedan-pais-empresas.html>. [Último acceso: 24 julio 2018].
- [34] ARCONEL, Pliego Tarifario, QUITO, 2018.

- [35] F. Marull, Operación y Mantenimiento de Transformadores, Concordia: Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concordia, 2009.

16. ANEXOS

16.1 ANEXO 1

FICHA TÉCNICA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO

KIA SOUL



Precio desde: 30.000,00 \$

MOTOR, PRESTACIONES Y CONSUMO	
Motor eléctrico	Motor eléctrico síncrono de imán permanente
Potencia máxima CV	110 CV
Potencia máxima kW/rpm	81.4 kW/rpm
Par máximo	285 / 0-2.780 Nm/rpm
Velocidad máxima	145 km/h
Aceleración de 0-100 km/h	11.2 s
Autonomía NEDC	212 km
TRANSMISIÓN	
Tracción	Delantera
Tipo de embrague	Sin embrague
Número de velocidades	1 velocidad. Automático.

BATERÍA	
Tipo	Polímero de litio
Capacidad	27 kWh
Extraíble (S/N)	No
Tipo de cargador (Conector o enchufe)	Cargador interno 6.6 kW / Cargador rápido CHAdeMO opcional
Número de celdas	192
Tipo de carga / tiempo 100%	5 horas carga lenta 6,6 kW - 1h carga rápida 50 kW
Tipo de carga / tiempo 80%	30 min carga rápida 50 kW
DIMENSIONES, PESO, CAPACIDADES	
Coefficiente rozamiento aerodinámico	0,33 Cx
Largo	4140 mm
Ancho	1800 mm
Alto	1593 mm
Distancia entre ejes	2570 mm
Peso en vacío min/máx.	1513 kg
Número de puertas	5
Número de plazas	5
Capacidad de maletero	281 l
Capacidad de maletero con asientos abatidos	891 l
CHASIS	
Suspensión trasera	Barra de torsión, muelles helicoidales
Frenos delanteros	Disco ventilado 279 mm.
Frenos traseros	Disco solido 262 mm.
Neumáticos	205/55R16 Kumho / Nexen

FICHA TÉCNICA DEL VEHÍCULO A COMBUSTIÓN INTERNA (2018)

KIA SOUL R



Precio desde: 22.990,00 \$

MOTOR	
Combustible	Gasolina
Cilindrada	1591
Potencia	122 / 6300 hp/rpm
Torque	152/4850 Nm/rpm
Velocidad Máxima	185 km/h
Alimentación	Inyección electrónica multipunto
Válvulas	16
Sistema start / stop	no
TRANSMISIÓN Y CHASIS	
Motor - Tracción	delantero - delantera
Transmisión	manual 6 velocidades
Neumáticos	205/60R16
Frenos (del. – tra.)	discos ventilados - tambor
Suspensión delantera	Independiente tipo de McPherson
Suspensión trasera	eje rígido y barra estabilizadora

MEDIDAS Y CAPACIDADES	
Largo	4140 mm
Ancho sin espejos	1676 mm
Ancho con espejos	1800 mm
Alto	1593 mm
Distancia entre ejes	2570 mm
Baúl	N/D
Tanque de Combustible	54 l
Peso	N/D
Capacidad de carga	N/D
Altura de peso	N/D
CONFORT	
Aire acondicionado	manual
Asientos delanteros	con ajuste en altura solo conductor, con ajustes manual
Asientos traseros	abatibles 60/40
Tapicería	Tela
Cierre de puertas	centralizado con comando a distancia
Vidrios (del. - tras.)	eléctricos - eléctricos
Espejos exteriores	eléctricos - térmicos y antideslumbrantes
Espejo interior	antideslumbrante manual
Faros delanteros	con luces led
Faros antiniebla	delanteros
EMISIONES CONTAMINANTES	
CO2 producido	120 g de CO2/km

16.2 ANEXO 2

Tabla 16.1. Tipos de conexiones presentes para las recargas de los VE

TIPOS DE CONEXIONES PARA LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	
✓Características	Figura
<p>✓</p> <p>Conector tipo SCHUKO 1</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Corrientes de hasta 16. ✓ Norma Europea ✓ Es de carga lenta ✓ Valores máximos a la entrada de 16 A por toma de corriente, 230V ± 10%, y 60Hz ± 1% ✓ Valores máximos en la salida de 16 A, 230V ± 10%, y 60Hz ± 1%. 	
<p>✓</p> <p>Prototipo Conector “Combo Coupler” tipo 1 2</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Un combinado de corriente continua y alterna monofásica. ✓ Valores de entrada de 600 V y 200 A. ✓ Norma IEC62196-3 ✓ Compatible con el estándar Americano SAE J 1772 ✓ Es de carga rápida 	
<p>Conector tipo CETAC (IEC 60309) 3</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Es de carga lenta, Corrientes desde 32 A hasta 63 A. ✓ Alimentación monofásica ✓ Valores máximos a la entrada de 63 A por toma de corriente, 230V ✓ Presenta 3 terminales (fase, neutro y tierra) ✓ Valores máximos en la salida de 63 A, 400V ± 10%, y 60Hz ± 1% 	
<p>Conector tipo Mennekes 4</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Es una variación específica para vehículos eléctricos de conectores IEC 60309, según IEC 62196, muy parecido en distribución de pines y forma básica al SAE J1772. ✓ Alimentación monofásica ✓ Permite cargas a 16A. ✓ Potencia de 3,7 kW ✓ Apoyado por fabricantes alemanes <p>✓</p>	

16.3 ANEXO 3

Tabla 16.2. Tipos de conexiones presentes para las recargas de los VE

TIPOS DE CONEXIONES PARA LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	
<p>Conector tipo CHAdeMO 5</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Corriente máxima de 200 A ✓ Carga rápida , Alimentación trifásica ✓ Valores de entrada de 500 V y 125 A ✓ Transmisión de señal analógica y una vía de comunicaciones CAN. ✓ Corriente continua de 62,5 KW 	
<p>Conector Scame conocido también como EV-Plug-in Alliance. 6</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Fabricación Francesa ✓ Presenta 5 bornes para conexión trifásica. ✓ Comunicación con la red. ✓ Admite hasta 32 A. ✓ Para recarga semirapida. 	
<p>Conector tipo Mennekes 7</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Es una variación específica para vehículos eléctricos de los conectores IEC 60309, según IEC 62196, ✓ Muy parecido en distribución de pines y forma básica al SAE J1772. ✓ Permite cargas a 63A y potencia de 43,5KW ✓ Se emplea en su mayoría en recarga lenta ✓ Usado por el por el Renault ZOE. 	

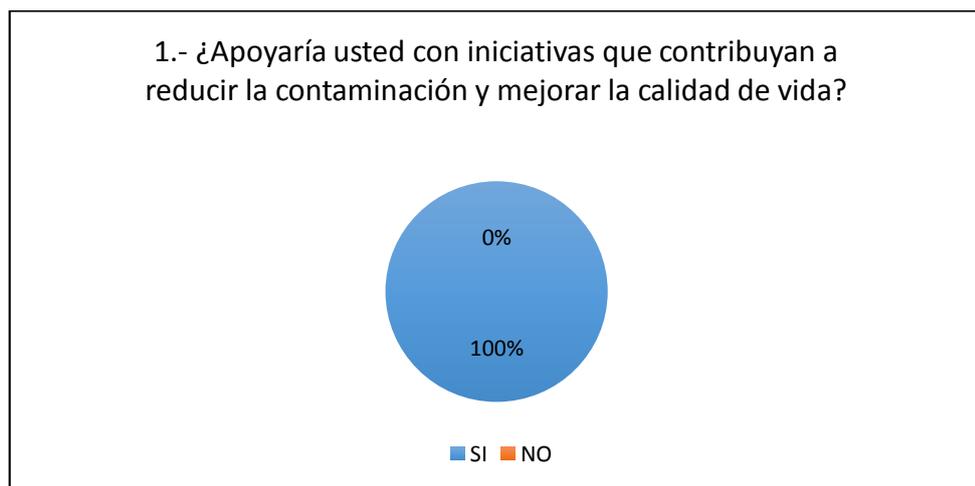
16.4 ANEXO 4

RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

1. ¿Apoyaría usted con iniciativas que contribuyan a reducir la contaminación y mejorar la calidad de vida?

	Número	Porcentaje
Si	346	100%
No	0	0
Total	346	100%

Elaborado por: Investigadores

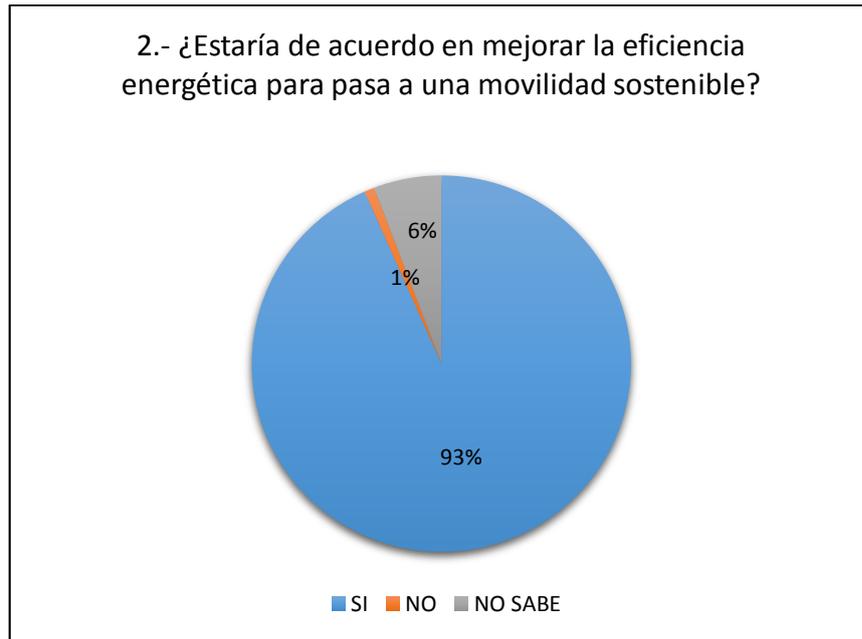


Elaborado por: Investigadores

2. ¿Estaría de acuerdo en mejorar la eficiencia energética para pasar a una movilidad sostenible?

	Número	Porcentaje
Si	323	93%
No	3	1%
No sabe	20	6%
Total	346	100%

Elaborado por: Investigadores

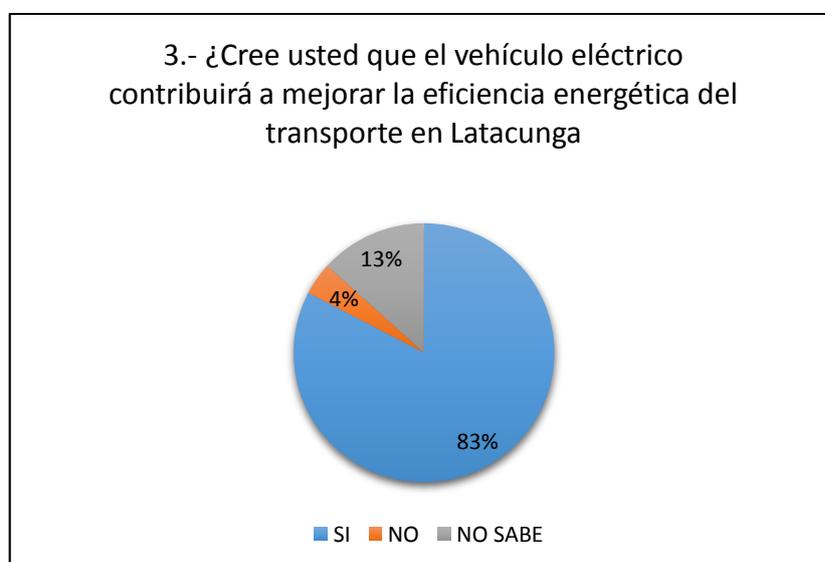


Elaborado por: Investigadores

3. ¿Cree usted que el vehículo eléctrico contribuirá a mejorar la eficiencia energética del transporte en Latacunga

	Número	Porcentaje
Si	286	83%
No	14	4%
No sabe	46	13%
Total	346	100%

Elaborado por: Investigadores

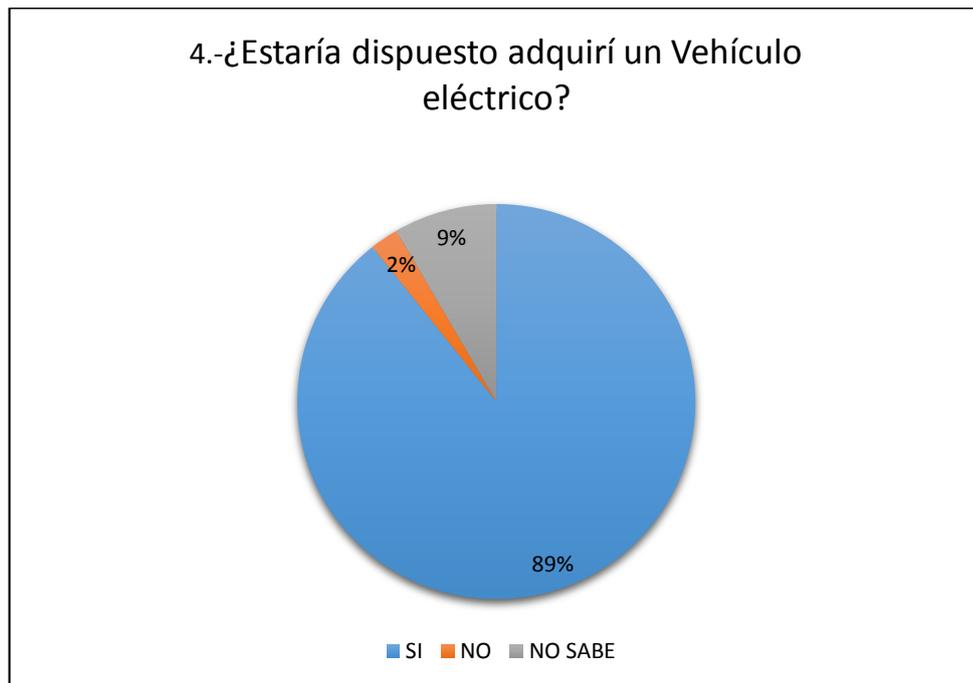


Elaborado por: Investigadores

4. ¿Estaría dispuesto adquirir un Vehículo eléctrico?

	Número	Porcentaje
Si	309	89%
No	8	2%
No sabe	29	9%
Total	346	100%

Elaborado por: Investigadores

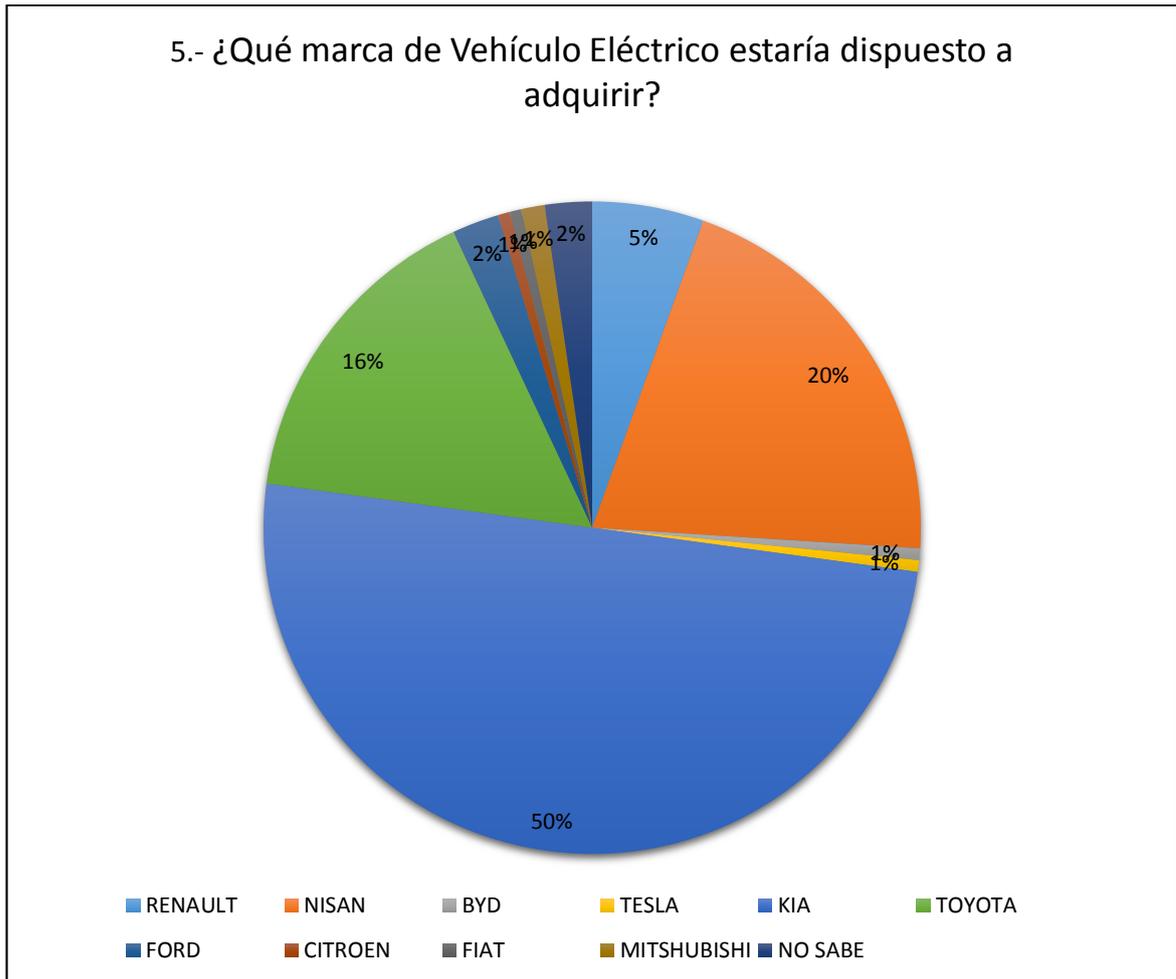


Elaborado por: Investigadores

5. ¿Qué marca de Vehículo Eléctrico estaría dispuesto a adquirir?

	Número	Porcentaje
RENAULT	19	5%
NISAN	71	20%
BYD	2	1%
TESLA	2	1%
KIA	173	50%
TOYOTA	55	16%
FORD	8	2%
CITROEN	2	1%
FIAT	2	1%
MITSHUBISHI	4	1%
NO SABE	8	2%
Total	346	100%

Elaborado por: Investigadores

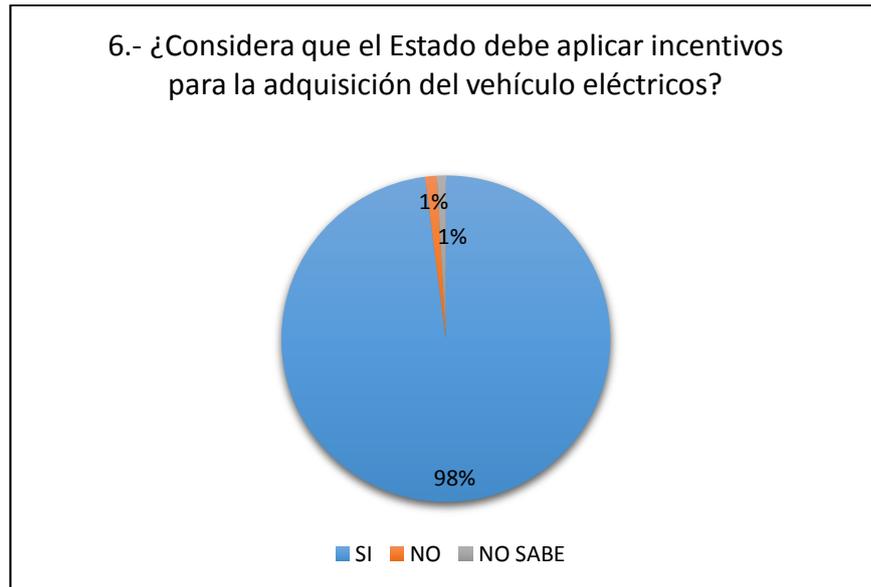


Elaborado por: Investigadores

6. ¿Considera que el Estado debe aplicar incentivos para la adquisición del vehículo eléctricos?

	Número	Porcentaje
Si	339	98%
No	4	1%
No sabe	3	1%
Total	346	100%

Elaborado por: Investigadores

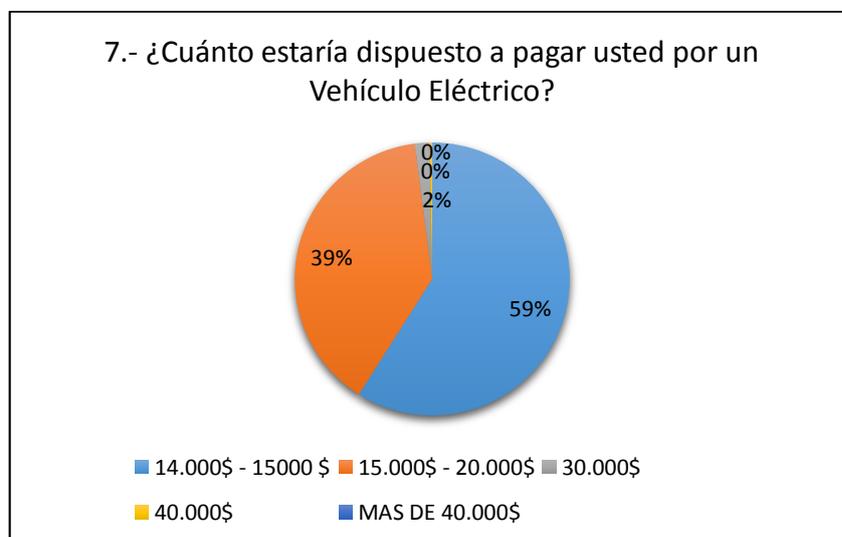


Elaborado por: Investigadores

7. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar usted por un Vehículo Eléctrico?

	Número	Porcentaje
14.000 \$ -15.000 \$	204	59%
15.000\$ - 20.000 \$	135	39%
30.000 \$	6	2%
40.000 \$	1	0%
Más de 40.000 \$	0	0%
Total	346	100%

Elaborado por: Investigadores

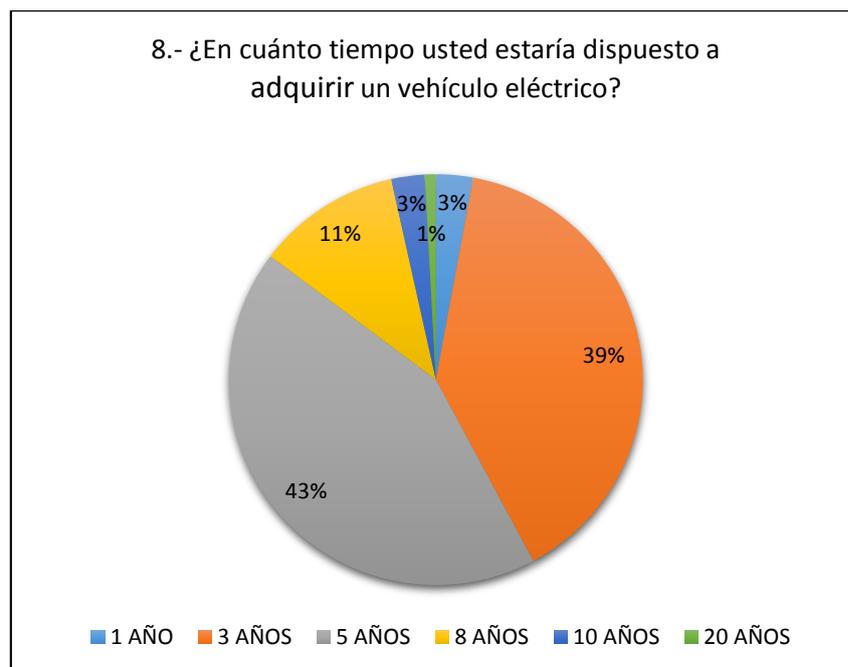


Elaborado por: Investigadores

8. ¿En cuánto tiempo usted estaría dispuesto a adquirir un vehículo eléctrico?

	Número	Porcentaje
En menos de 1 año	10	3%
En 3 años	136	39%
En 5 años	149	43%
En 8 años	39	11%
En 10 años	9	3%
En más de 20 años	3	1%
Total	346	100%

Elaborado por: Investigadores

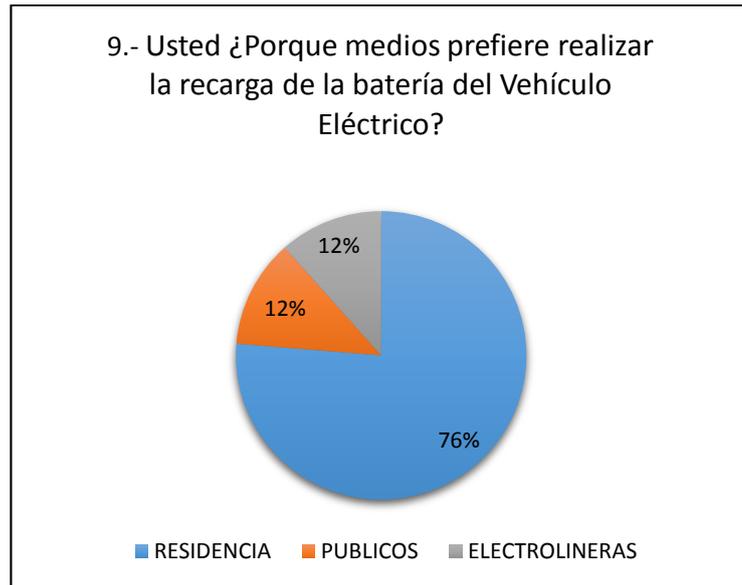


Elaborado por: Investigadores

9. Usted ¿Porque medios prefiere realizar la recarga de la batería del Vehículo Eléctrico?

	Número	Porcentaje
Residencia	264	76%
Parqueaderos Públicos	42	12%
Electrolineras	40	12%
Total	346	100%

Elaborado por: Investigadores

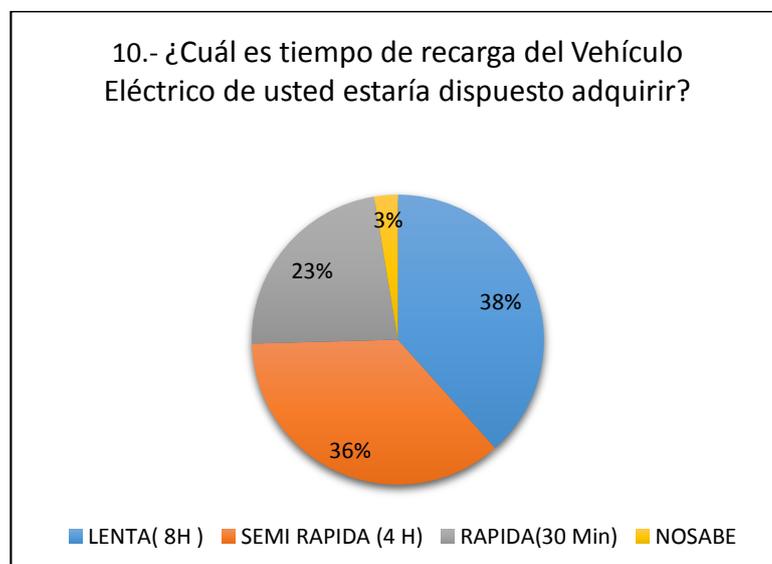


Elaborado por: Investigadores

10. ¿Cuál es tiempo de recarga del Vehículo Eléctrico de usted estaría dispuesto adquirir?

	Número	Porcentaje
Lenta (8 horas)	133	38%
Semi-rápida (4 horas)	125	36%
Rápida (30 minutos)	79	23%
NO SABE	9	3%
Total	346	100%

Elaborado por: Investigadores

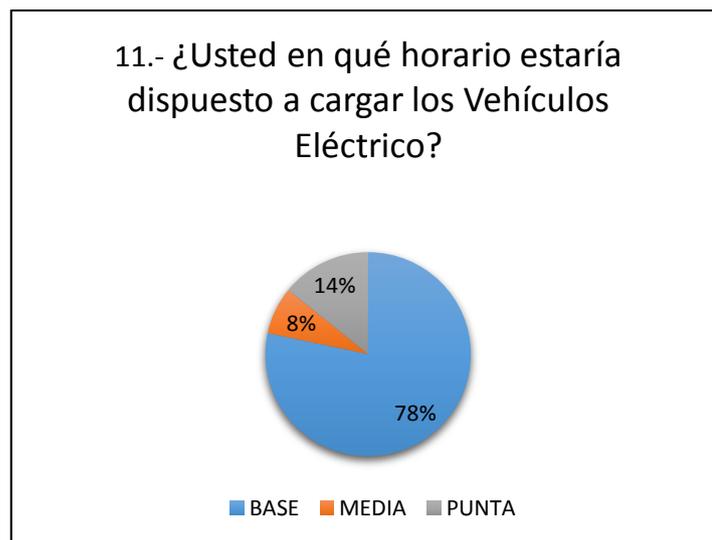


Elaborado por: Investigadores

11. ¿Usted en qué horario estaría dispuesto a cargar los Vehículos Eléctrico?

Horario (L-D)	Número	Porcentaje
Base (22:00 pm - 08:00 am)	271	78%
Media (08:00 am - 18:00 pm)	26	8%
Punta (18:00 pm a 22:00 pm)	49	14%
Total	346	100%

Elaborado por: Investigadores



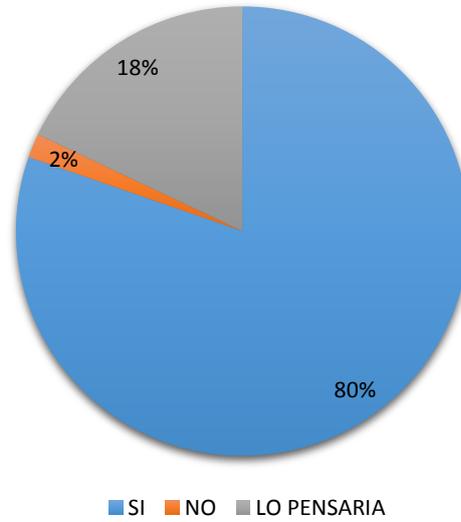
Elaborado por: Investigadores

12. Si recibiría ayudas o incentivos para la facilidad en adquirir un vehículo eléctrico; un ejemplo de esto sería el dar su vehículo convencional como parte de pago para obtener un vehículo eléctrico; otro punto también sería que no cobren impuestos sobre la venta del mismo. ¿Optaría usted por estas ayudas en la adquisición de un vehículo eléctrico?

	Número	Porcentaje
Si	278	80%
No	6	2%
Lo pensaría	62	18%
Total	346	100%

Elaborado por: Investigadores

12.- Si recibiría ayudas o incentivos para la facilidad en adquirir un vehículo eléctrico; un ejemplo de esto sería el dar su vehículo convencional como parte de pago para obtener un vehículo eléctrico; otro punto también sería que no cobren impuestos sob



Elaborado por: Investigadores

16.5 ANEXO 5

KIA SOUL EV EN RECARGA LENTA

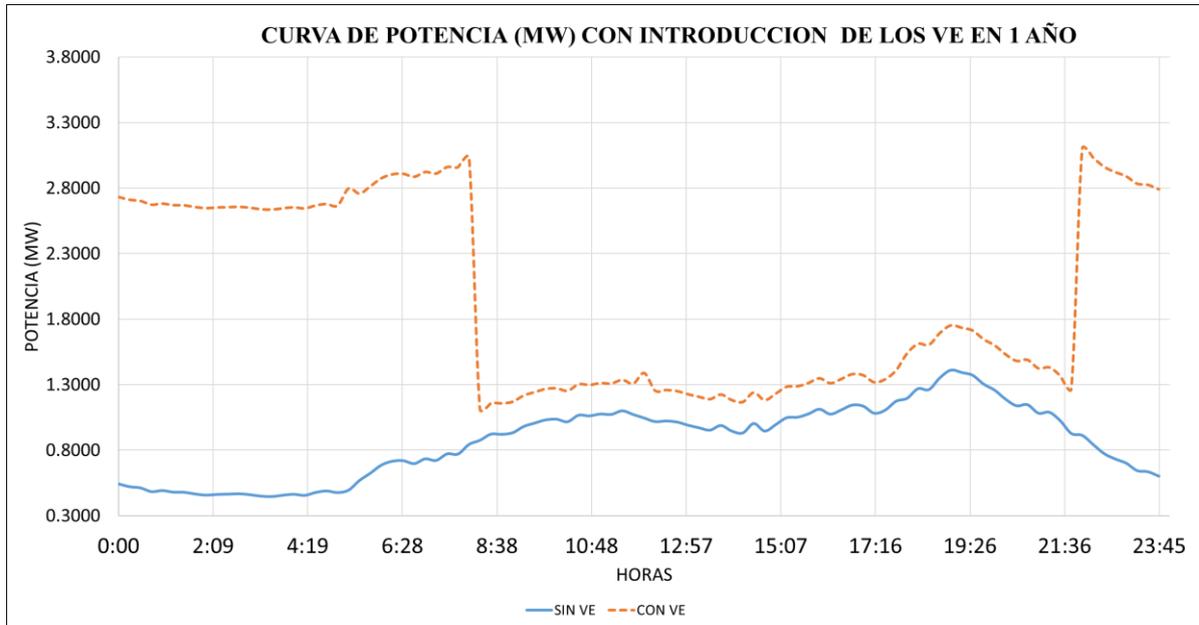


Figura 16.1: Curva De Potencia (MW) con la Introducción de los Vehículos Eléctricos en un Periodo de 1 Año.

Elaborado Por: Investigadores

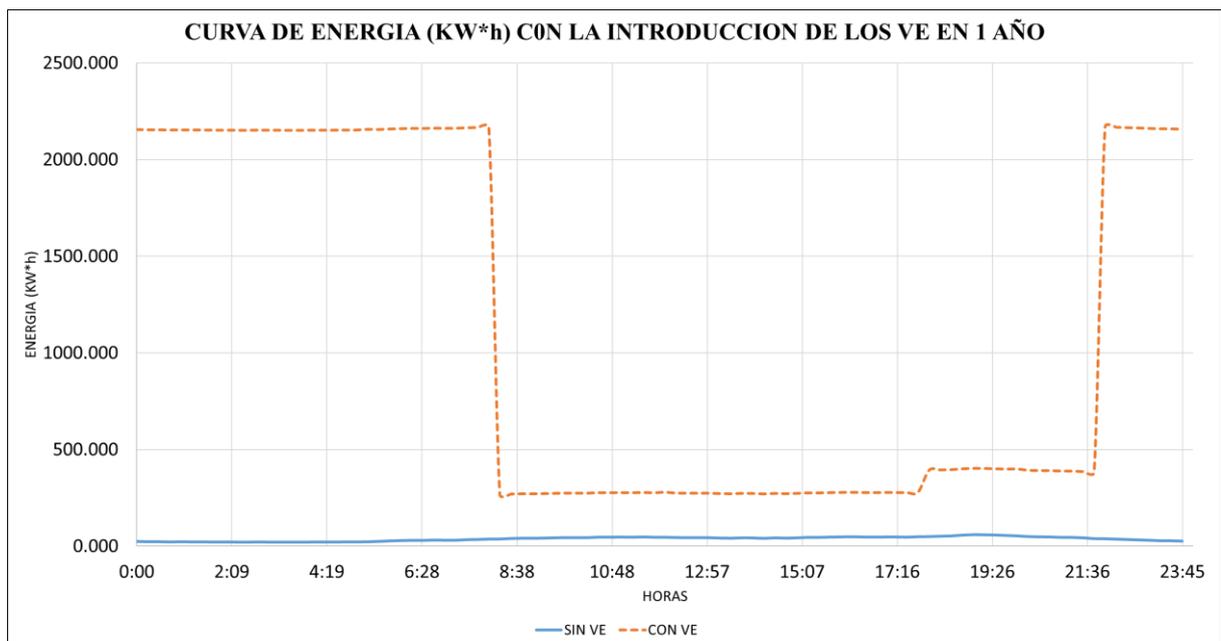


Figura 16.2: Curva de Energía (KWh) con la Introducción de los Vehículos Eléctricos en un Periodo de 1 Año.

Elaborado Por: Investigadores

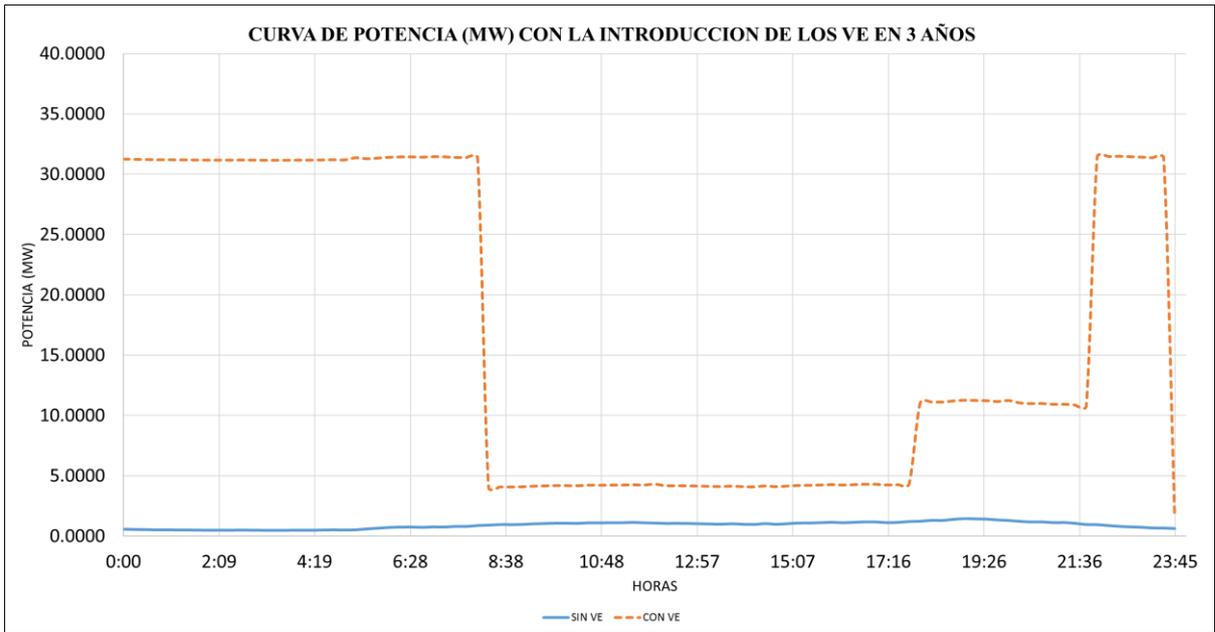


Figura 16.3: Curva De Potencia (MW) con la Introducción de los Vehículos Eléctricos en un Periodo De 3 Años

Elaborado Por: Investigadores

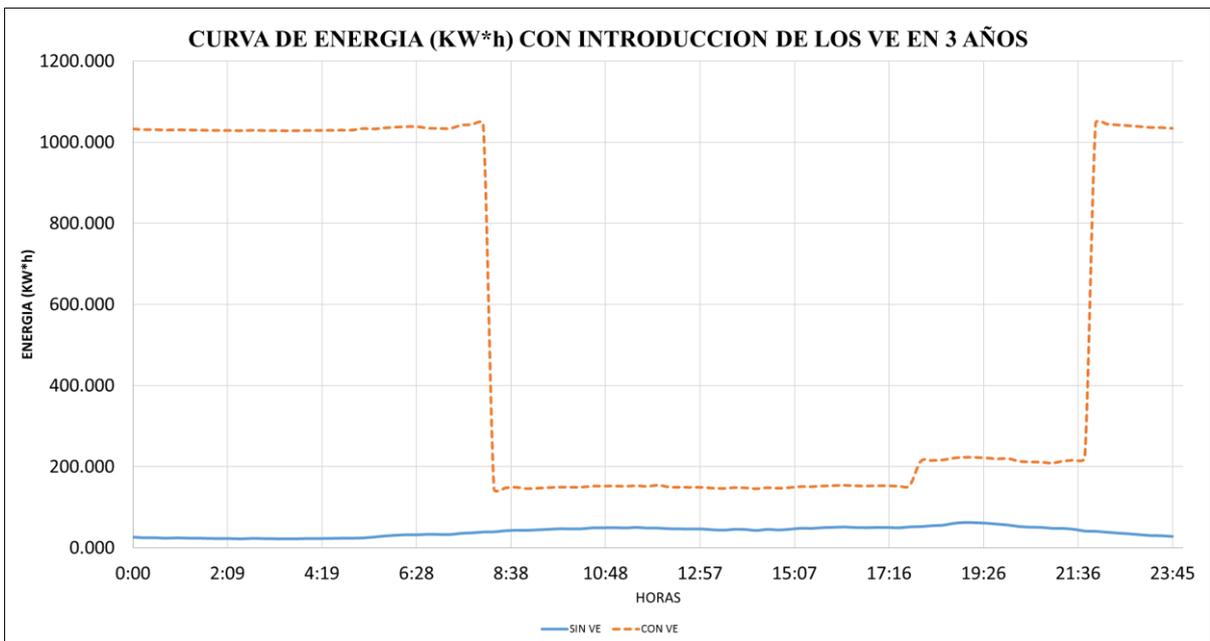


Figura 16.4: Curva de Energía (KWh) Con la Introducción De los Vehículos Eléctricos En Un Periodo De 3 Años.

Elaborado Por: Investigadores

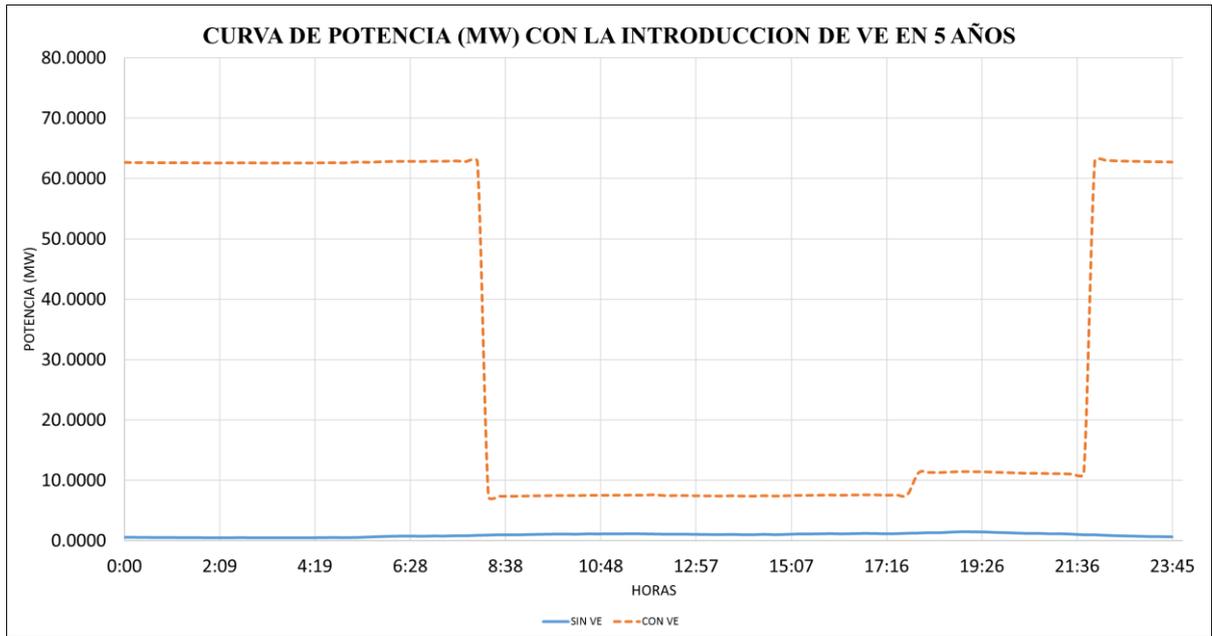


Figura 16.5: Curva de Potencia (MW) con la Introducción de los Vehículos Eléctricos en un Periodo De 5 Años

Elaborado Por: Investigadores

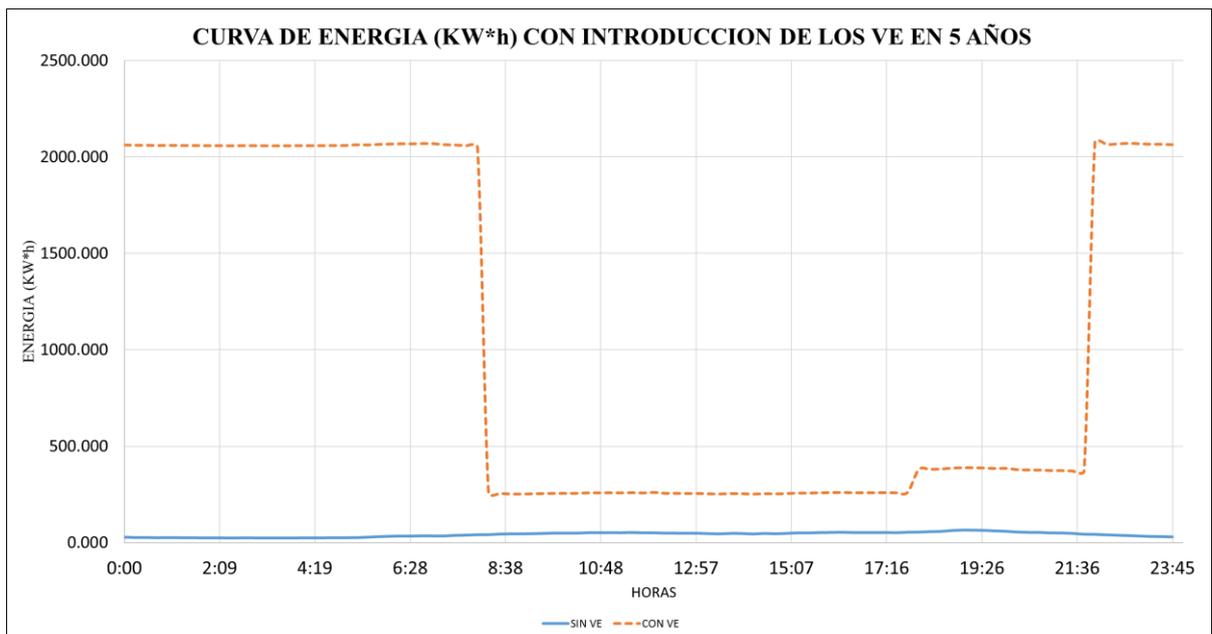


Figura 16.6: Curva de Energía (KWh) con la Introducción de los Vehículos Eléctricos en un Periodo de 5 Años.

Elaborado Por: Investigadores

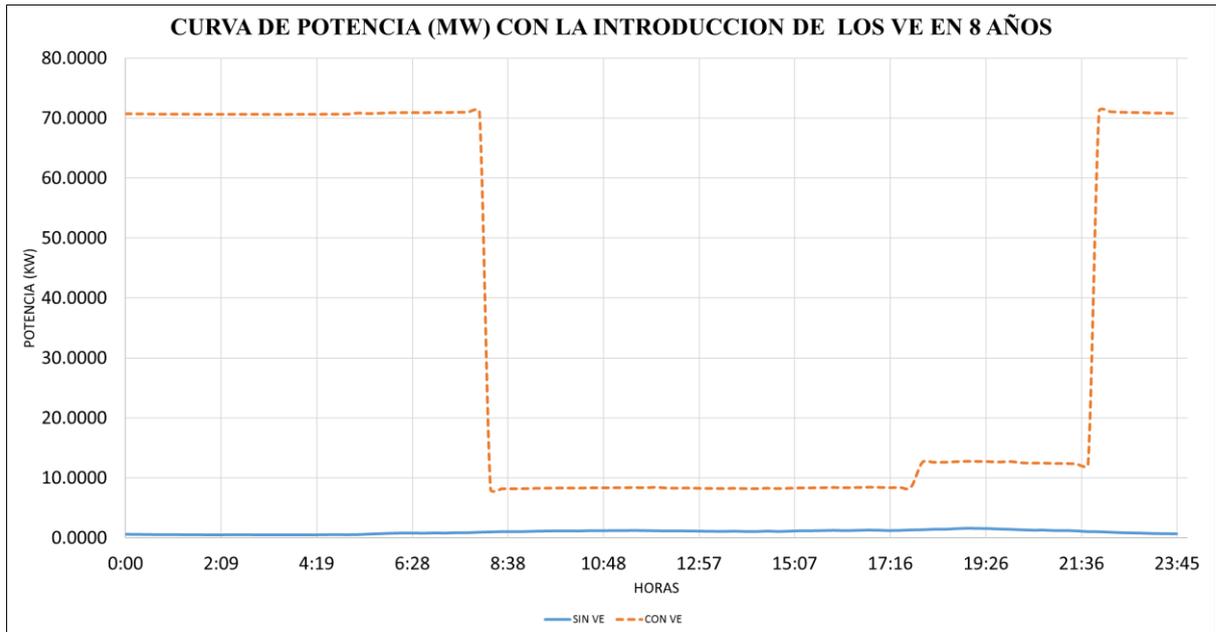


Figura 16.7: Curva de Potencia (MW) con la Introducción de los Vehículos Eléctricos en un Periodo de 8 Años
Elaborado Por: Investigadores

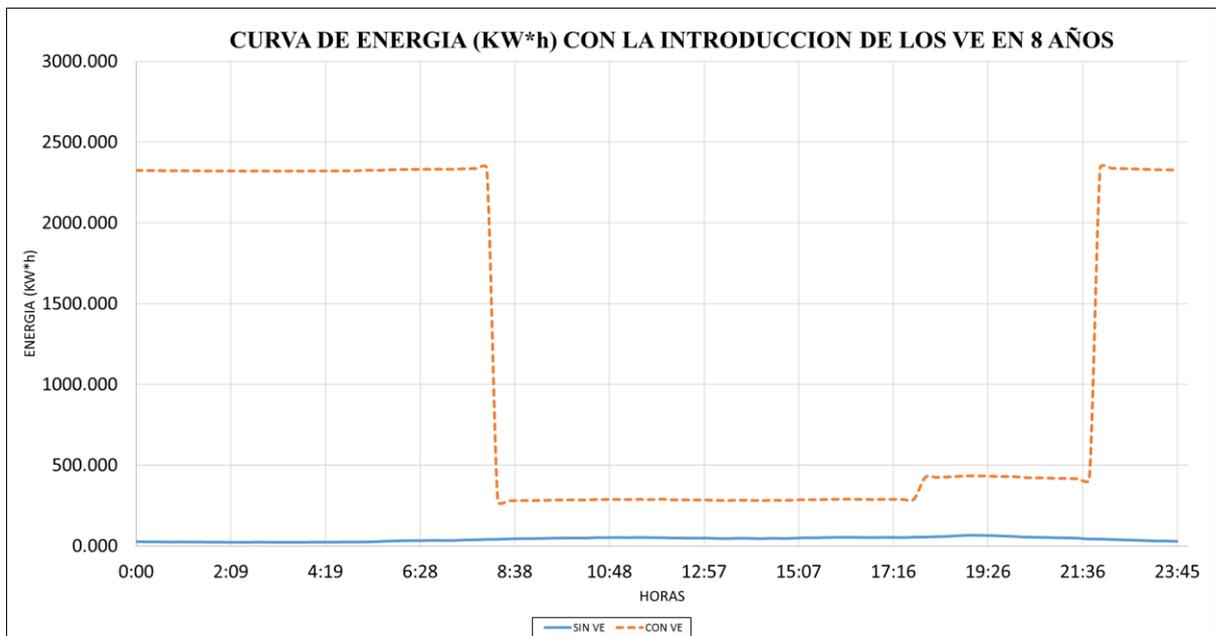


Figura 16.8: Curva de Energía (KWh) con la Introducción de los Vehículos Eléctricos en un Periodo de 8 Años
Elaborado Por: Investigadores

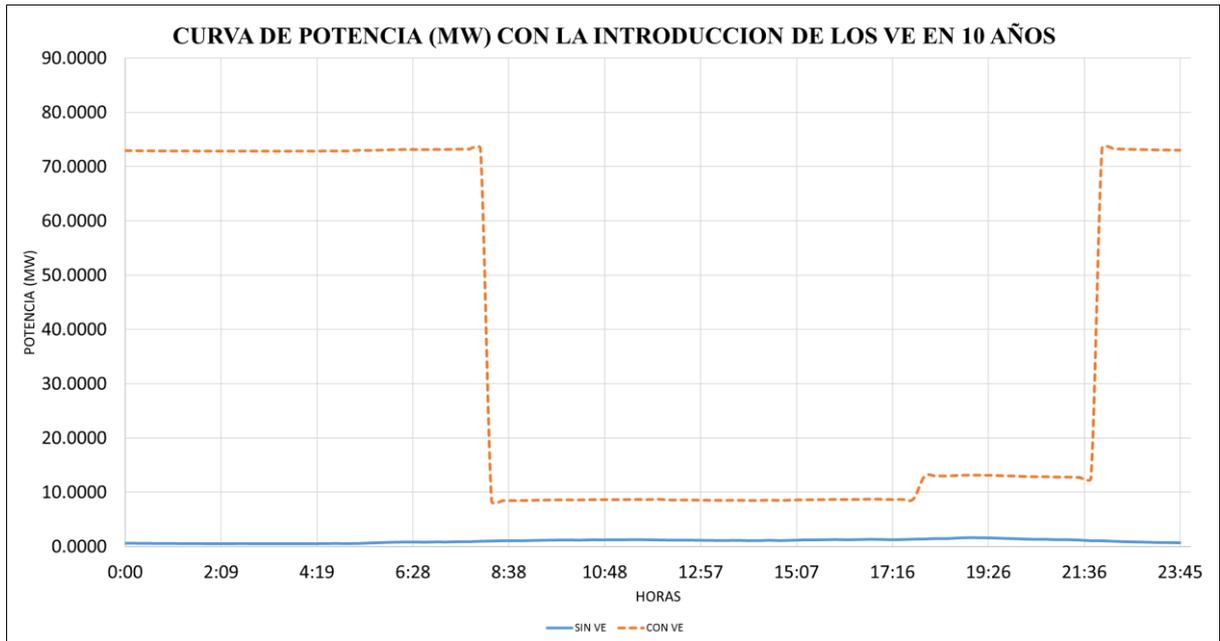


Figura 16.9: Curva de Potencia (MW) con la Introducción de los Vehículos Eléctricos en un Periodo de 10 Años
Elaborado Por: Investigadores

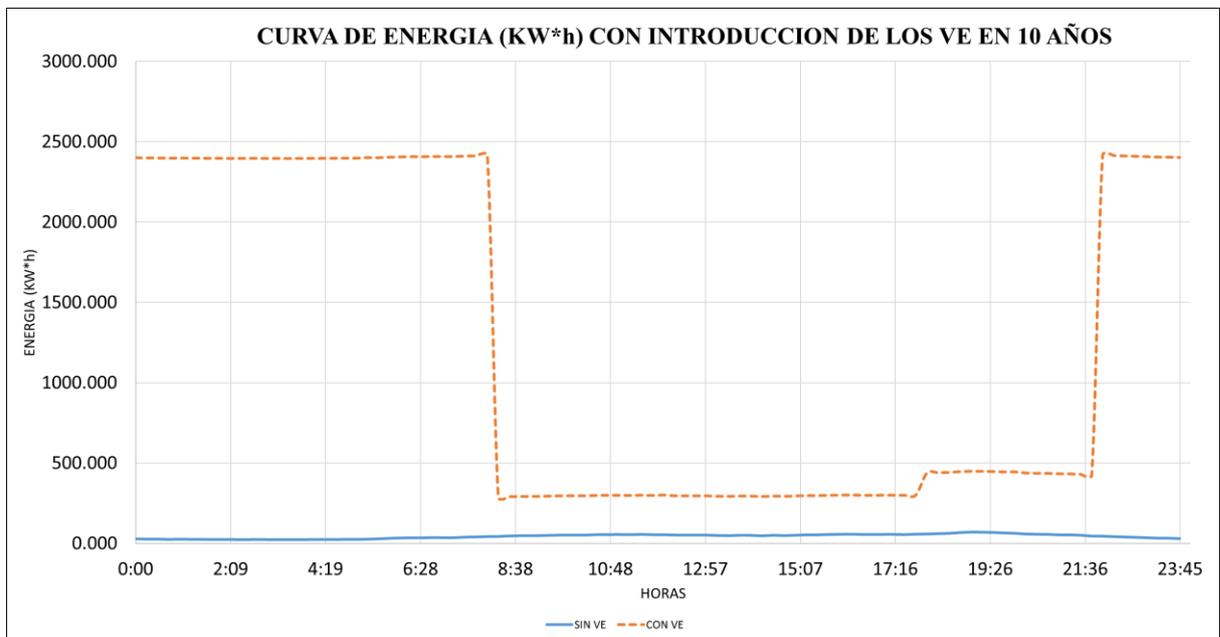


Figura 16.10: Curva de Energía (KWh) con la Introducción de los Vehículos Eléctricos en un Periodo de 10 Años.

Elaborado Por: Investigadores

16.6 ANEXO 7

FOTOGRAFÍAS DEL (KIA SOUL VE) DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A.



Imagen Interior de Vehículo Eléctrico SOUL EV



16.7 ANEXO 8

TABLA DE CONDUCTORES ACSR



CÓDIGO	Calibre (AWG o kcmil)	Sección transversal (mm ²)	Construcción				Diámetro del conductor (mm)	Peso Total (kg / km)	Carga de Ruptura (kg)	Resistencia a C.C. a 20°C ohm/km	Capacidad de Corriente (Amp.)
			No. Hilos		Diámetros Hilos (mm)						
			Aluminio	Acero	Aluminio	Acero					
Turkey	6	13,3	6	1	1,680	1,680	5,04	54,01	540	2,1065	105
Swan	4	21,15	6	1	2,120	2,120	6,36	85,93	843	1,3232	140
Sparrow	2	33,62	6	1	2,672	2,672	8,021	36,56	1292	0,8316	184
Raven	1/0	53,49	6	1	3,370	3,370	10,11	217,25	1986	0,5227	242
Quai	12/0	67,43	6	1	3,782	3,782	11,35	273,79	2408	0,4151	276
Pigeon	3/0	85,01	6	1	4,250	4,250	12,75	345,35	3002	0,3292	315
Penguin	4/0	107,2	6	1	4,770	4,770	14,31	435,35	3786	0,2610	357
Waxwing	266,8	135,19	18	1	3,092	3,092	15,46	432,10	3119	0,2112	449
Partridge	266,8	135,19	26	7	2,573	2,000	16,30	546,49	5124	0,2091	457
Ostrich	300	152	26	7	2,730	2,120	17,28	614,32	5758	0,1860	492
Piper	300	152	30	7	2,540	2,540	17,78	698,90	7000	0,1902	490
Merlin	336,4	170,45	18	1	3,472	3,472	17,36	544,83	3936	0,1674	519
Linnet	336,4	170,45	26	7	2,890	2,250	18,29	689,87	6393	0,1660	529
Oriole	336,4	170,45	30	7	2,690	2,690	18,83	783,77	7844	0,1647	535
Chickadee	397,5	201,41	18	1	3,774	3,774	18,87	643,78	4507	0,1416	576
Brant	397,5	201,41	24	7	3,270	2,180	19,61	762,05	6620	0,1411	584
Ibis	397,5	201,41	26	7	3,140	2,440	19,88	813,95	7391	0,1405	587
Lark	397,5	201,41	30	7	2,923	2,920	20,46	925,09	9204	0,1394	594
Pelican	477	241,70	18	1	4,135	4,135	20,68	772,57	5350	0,1180	646
Flicker	477	241,70	24	7	3,581	2,390	21,48	914,86	7799	0,1174	655
Hawk	477	241,70	26	7	3,440	2,674	21,80	976,99	8842	0,1170	659
Hen	477	241,70	30	7	3,203	3,203	22,42	1111,30	10791	0,1162	666
Heron	500	253,35	30	7	3,279	3,279	22,95	1164,80	11086	0,1141	694
Osprey	556,5	281,98	18	1	4,466	4,466	22,32	901,32	6212	0,1012	711
Parakeet	556,5	281,98	24	7	3,870	2,580	23,22	1067,01	8978	0,1007	721
Dove	556,5	281,98	26	7	3,720	2,890	23,55	1140,26	10247	0,1002	726
Eagle	556,5	281,98	30	7	3,460	3,460	24,22	1296,63	12605	0,0996	794
Peacock	605	306,55	24	7	4,030	2,690	24,21	1159,98	9794	0,0926	760
Squab	605	306,55	26	7	3,870	3,010	24,54	1238,78	11018	0,0923	765
Teal	605	306,55	30	19	3,610	2,160	25,25	1394,46	13602	0,0917	773
Rook	636	322,26	24	7	4,140	2,760	24,82	1219,88	10247	0,0881	784
Grosbeak	636	322,26	26	7	3,970	3,090	25,15	1303,28	11426	0,0877	789
Egret	636	322,26	30	19	3,700	2,220	25,90	1468,69	14283	0,0872	798
Flamingo	666,6	337,77	24	7	4,234	2,820	25,40	1277,20	10746	0,0840	817
Starling	715,5	362,54	26	7	4,210	3,280	26,68	1466,91	12877	0,0779	849
Redwing	715,5	362,54	30	19	3,920	2,350	27,43	1649,71	15688	0,0776	859
Drake	795	402,83	26	7	4,440	3,450	28,11	1627,69	14283	0,0702	907
Mallard	795	402,83	30	19	4,140	2,480	28,96	1834,68	17411	0,0697	918

Capacidad de corriente basada en una temperatura del conductor de 75°C, temperatura ambiente de 25°C, velocidad del viento de 0,61 m/seg y con efecto del sol.