



Universidad Técnica del Norte

Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología

Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz

Tema:

Estudio para la Implementación de Vehículos Eléctricos en la Ciudad de Ibarra.

Plan de Trabajo de Grado previo a la obtención del título de Ingeniero en la especialidad de
Mantenimiento Automotriz

Autor:

Bolaños Portilla Cristhian Fernando

Director:

Ing. Calderón Alex

Ibarra, 2015



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO		
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	040161371-6
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	Bolaños Portilla Cristhian Fernando
DIRECCIÓN:		Av. 17 de Julio – El Olivo
EMAIL:		cristhianfbp@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	236-784	TELÉFONO MÓVIL: 0989187102

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Estudio para la implementación de vehículos eléctricos en la ciudad de Ibarra.
AUTOR (ES):	Bolaños Portilla Cristhian Fernando
FECHA: AAAAMMDD	1993-02-14
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Calderón Calderón Alex Fabricio

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD


Yo, Cristhian Fernando Bolaños Portilla, con cédula de identidad Nro. 040161371-6, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 14 días del mes de Abril de 2015

EL AUTOR:

(Firma).....
Nombre: Cristhian Fernando Bolaños Portilla



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Cristhian Fernando Bolaños Portilla, con cédula de identidad Nro. 040161371-6, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: Estudio para la implementación de vehículos eléctricos en la ciudad de Ibarra, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mantenimiento Automotriz en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 14 días del mes de Abril de 2015

(Firma)
Nombre: Cristhian Fernando Bolaños Portilla
Cédula: 040161371-6

Certificación

En mi calidad de Director de Trabajo de Grado sobre el tema: "Estudio para la Implementación de Vehículos Eléctricos en la Ciudad de Ibarra. Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. Bolaños Portilla Cristhian Fernando, egresado de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, considero que dicho estudio investigativo reúne los requisitos Técnicos y Científicos acorde a lo establecido por la Universidad Técnica del Norte.



Ing. Alex Calderón

DIRECTOR DE PROYECTO

Declaración

Yo, Bolaños Portilla Cristhian Fernando, declaro que el trabajo realizado es de mi autoría; mismo que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que parte de la información ha sido consultada de las referencias bibliográficas que se adjuntan al final de este documento.

La Universidad Técnica del Norte puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa vigente.

A handwritten signature in blue ink. The signature is stylized, with a large 'C' on the left and 'RISTHIAN' written in the middle. The name 'Cristhian' is partially obscured by the 'C' and the flourish on the right.

Bolaños Portilla Cristhian Fernando

Dedicatoria

La presente investigación está dedicada a todas aquellas personas que de una forma u otra, me brindaron su tiempo y parte de su vida.

Todos mis logros hasta ahora alcanzados, siempre han llevado consigo una dedicatoria especial, para una mujer a la cual amo y admiro mucho. Gracias a ti, a tu valeroso esfuerzo, a tu admirable sacrificio, a tu infinito amor y a tu incondicional apoyo, hoy culmino, con todo mi cariño para ti Sandrita Bolaños, uno de tus mayores anhelos y también una más de mis metas, verme realizado como todo un profesional. Ni la vida me alcanzará para agradecerte todo lo que por mi haz hecho, jamás te amilanaste ante una prueba que la vida puso ante ti todos los días, jamás permitiste que una humillación pudiera con tus deseos de sacarnos adelante y sobre todo jamás me diste a mí, una razón para decepcionarme, por el contrario, siempre me he considerado el hijo más afortunado por tener a tan maravillosa mujer como madre, siempre estaré orgulloso de ser tu hijo, gracias por ser mi modelo a seguir, te amo, te admiro y te respeto, esto es para ti madre querida.

Como no dedicárselo a usted también mi estimado Segundo Bolaños, quien siempre confió en mí, quien supo ganarse mi entera confianza, mi cariño y mi respeto. Muchas gracias por todo el apoyo y por cada uno de los consejos, espero que al igual que mi madre, usted también se sienta orgulloso de mi.

Finalmente quiero dedicar mi trabajo, a ti Antonio Bolaños, mi querido abuelo que a pesar de que no estés a nuestro lado, siempre estarás en nuestros corazones.

Cristhian F. Bolaños P.

Agradecimiento

Quiero extender un sincero agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte, por haberme permitido culminar mis estudios profesionales dentro de sus aulas, a cada uno de los docentes de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz por compartir sus conocimientos en cada clase. Agradecer de manera especial al Ingeniero Alex Calderón por guiarme durante todo este proceso.

Agradecer también a las Instituciones y a su personal, ya que su aporte fue de gran importancia y ayuda para el desarrollo del presente trabajo. Un agradecimiento a:

- Agencia Nacional de Tránsito de Imbabura.
- Empresa Eléctrica Emelnorte S.A.
- Ilustre Municipio de San Miguel de Ibarra.
- Instituto de Idiomas de la Universidad Técnica del Norte (CAI).
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

Bolaños Portilla Cristhian Fernando

Resumen

En el presente trabajo se realizó un estudio que propone una alternativa a la problemática que vive el planeta hoy en día, como lo es la contaminación ambiental. Para ello se investigó todo lo relacionado a los vehículos eléctricos, centrándonos en sus especificaciones técnicas y comparando los beneficios que estos vehículos ofrecen en relación a los vehículos convencionales. Otro aspecto a estudiar fue las características de la red eléctrica de la ciudad de Ibarra, donde lo primordial fue determinar el comportamiento del consumo energético, parámetros que ayudan a identificar los horarios adecuados para realizar la recarga a los vehículos eléctricos sin provocar sobrecargas o daños en el sistema eléctrico. De igual manera se realizó una encuesta para determinar el nivel de aceptación que tendría la introducción de vehículos eléctricos en el parque automotor de dicha ciudad. Finalmente, el estudio está comprendido para la ciudad de Ibarra, sin embargo la propuesta debería ser estudiada y considerada a nivel nacional y porque no a nivel mundial, en vista de los mayoritarios beneficios que hoy por hoy ofrecen los vehículos eléctricos, abarcando dos temas de suma importancia como son los niveles de contaminación y la salud humana.

Abstract

For the present work a previous was done, it proposes an alternative to the problem that the planet lives today, it is the environmental pollution. All above the electric vehicles, was centering in their engineering specifications and comparing the benefits these vehicles have. Other studio was the characteristics of the power grid of the city of Ibarra, where the main thing was to determine the behavior of the power consumption, parameters help to identify the adjusted schedule to charge the electric vehicles without causing damage or overloads in the electrical system. In the same way, a survey was made to determine the level acceptance that the introduction of electric vehicles would have in the car park in this city. Finally, this study is in Ibarra city, however, the proposal should be studied and be considered in our country why not worldwide, actually most benefits people could have with the electric vehicles, include two important facts as they are human health and pollution levels.

Introducción

Este estudio tuvo como objetivo principal determinar las características de la red eléctrica de la ciudad de Ibarra, para identificar los horarios adecuados donde se pueda realizar la recarga de vehículos eléctricos sin ocasionar daños al sistema eléctrico.

Se realizó una investigación acerca de las características de los vehículos eléctricos, en donde se identificaron los tipos de recarga, los tiempos que lleva recargar un vehículo eléctrico, la autonomía que ofrece este tipo de vehículo en relación a los convencionales, las diferencias de costos al momento de realizar un repostaje ya sea de combustible o energía, al igual que los costos por mantenimiento.

Dentro de las conclusiones se pudo afirmar que resulta muy conveniente la introducción de vehículos eléctricos al mercado automotor, por varios factores entre los que se destacan tenemos:

- Ecología.
- Economía.

Índice de Contenido

<u>Capítulo I</u>	1
<u>Problema de Investigación</u>	1
<u>Antecedentes</u>	1
<u>Planteamiento del problema</u>	2
<u>Formulación del problema</u>	2
<u>Delimitación</u>	2
<u>Espacial</u>	2
<u>Temporal</u>	3
<u>Objetivos</u>	3
<u>Objetivo general</u>	3
<u>Objetivos específicos</u>	3
<u>Justificación</u>	3
<u>Capítulo II</u>	5
<u>Marco teórico</u>	5
<u>Generalidades</u>	5
<u>La electricidad en la industria automotriz</u>	5
<u>Necesidad de la movilidad eléctrica</u>	6
<u>Factor ambiental</u>	6
<u>Factor económico</u>	6
<u>Factor estratégico</u>	6
<u>El vehículo eléctrico en las ciudades</u>	7
<u>El vehículo eléctrico</u>	8
<u>Características principales de los vehículos eléctricos</u>	8
<u>Contaminación por emisiones</u>	9
<u>Contaminación acústica inexistente</u>	9
<u>Dependencia nula a los derivados del petróleo</u>	9
<u>Autonomía</u>	9
<u>Componentes principales de un vehículo eléctrico</u>	10
<u>Cargador</u>	11
<u>Batería</u>	11
<u>Convertor</u>	11
<u>Inversor</u>	12

<u>Motor eléctrico</u>	12
<u>Motores eléctricos</u>	12
<u>Tipos de motores empleados en la tracción eléctrica</u>	13
<u>Motor de imanes permanentes (Brushless)</u>	14
<u>Motor de inducción asincrónico</u>	15
<u>La batería</u>	16
<u>Batería de Ión – Litio</u>	17
<u>Batería ZEBRA (NaNiCl)</u>	18
<u>Tratamiento y reciclaje de baterías de vehículos eléctricos</u>	19
<u>Mantenimiento de un vehículo eléctrico</u>	20
<u>Tipos de vehículos eléctricos</u>	21
<u>Motocicleta</u>	22
<u>Cuadriciclos</u>	23
<u>Camiones y autobuses</u>	24
<u>Turismos y comerciales ligeros</u>	25
<u>Sistema de carga</u>	25
<u>Infraestructura de carga</u>	25
<u>Tiempos de carga según su tipo</u>	27
<u>Carga convencional (lenta)</u>	27
<u>Carga semi-rápida</u>	27
<u>Carga rápida</u>	28
<u>Modos de carga para vehículos eléctricos</u>	28
<u>Modo 1 (Carga en base de una toma de corriente de uso no exclusivo)</u>	28
<u>Modo 2 (Carga en base de una toma de corriente estándar de uso no exclusivo con protección incluida en el cable)</u>	29
<u>Modo 3 (Carga de una toma de corriente especial para uso exclusivo a la recarga del vehículo eléctrico)</u>	30
<u>Modo 4 (Conexión de corriente continua)</u>	31
<u>Recarga con DC y AC</u>	31
<u>Modos vanguardistas de carga</u>	33
<u>Intercambio de batería</u>	33
<u>Recarga inalámbrica</u>	34
<u>Transferencia inductiva de energía</u>	36
<u>Tipos de recarga inalámbrica</u>	36

<u>Recarga electromagnética</u>	37
<u>Recarga por resonancia</u>	37
<u>Arquitectura de un gestor de carga.</u>	37
<u>Arquitectura según I.D.A.E.</u>	37
<u>Punto de recarga (P.R.)</u>	37
<u>Sistema de gestión (S.G.)</u>	37
<u>Hel Desk</u>	38
<u>Sistema roaming</u>	38
<u>Tipo de conectores.</u>	39
<u>Tipo 1 (SAE J1772-2009)</u>	39
<u>Tipo 2 (VDE-AR-E 2623-2-2)</u>	40
<u>Tipo 3 (EV Plug Alliance)</u>	40
<u>CHAdeMO</u>	41
<u>Sistema de carga rápida.</u>	42
<u>CHAdeMo</u>	42
<u>Sistema Chinese Standard</u>	44
<u>Sistema Combo Coupler</u>	44
<u>Ahorro económico.</u>	45
<u>Parámetros eléctricos.</u>	45
<u>Recursos energéticos del Ecuador.</u>	46
<u>Fuentes de energía.</u>	46
<u>Proyectos de generación eléctrica.</u>	49
<u>Sistema Nacional Interconectado.</u>	50
<u>Empresa generadora</u>	50
<u>Empresa transmisora</u>	50
<u>Empresa distribuidora</u>	50
<u>Empresa autoproductora</u>	50
<u>Empresa importadora</u>	50
<u>Demanda eléctrica.</u>	51
<u>Comportamiento de la demanda</u>	51
<u>Proyección del consumo energético</u>	51
<u>Emelnorte S.A.</u>	51
<u>Alimentación de energía</u>	52

<u>Área de concesión de Emelnorte S.A</u>	52
<u>Tipos de clientes del área de concesión de Emelnorte S.A</u>	53
<u>Consumo energético en la Provincia de Imbabura</u>	53
<u>Puntos de recepción del Sistema Nacional Interconectado.</u>	53
<u>Punto de recepción 77 (Subestación Ibarra – Bellavista)</u>	54
<u>Punto de recepción 79 (Subestación Ibarra – Bellavista)</u>	54
<u>Matriz de relación diagnóstica</u>	54
<u>Capítulo III</u>	57
<u>Metodología de la investigación</u>	57
<u>Tipo de investigación</u>	57
<u>Métodos</u>	57
- <u>Inductivo – deductivo</u>	57
- <u>Analítico – sintético</u>	57
<u>Técnicas e instrumentos</u>	58
- <u>Variables e indicadores</u>	58
- <u>Encuesta (dirigida a los habitantes de la ciudad de Ibarra)</u>	58
<u>Población y muestra</u>	58
<u>Cálculo de la muestra</u>	58
- <u>Representativa</u>	59
- <u>Adecuada y válida</u>	59
<u>Capítulo IV</u>	61
<u>Propuesta de implementación de vehículos eléctricos.</u>	61
<u>Cálculo del incremento porcentual de consumo energético.</u>	61
<u>Conceptos básicos</u>	61
<u>Valor máximo registrado</u>	61
<u>Día de mayor consumo</u>	61
<u>Análisis de la demanda presentada a Emelnorte S.A.</u>	62
<u>Comportamiento de la demanda para el año 2012.</u>	62
<u>Análisis del mes que registra el mayor consumo energético del año 2012 (Octubre)</u>	63
<u>Análisis de la curva del día que registra el mayor consumo energético del mes de Octubre de 2012 (día 30)</u>	66
<u>Análisis de la curva del día de menor consumo energético del mes de Octubre de 2012 (día 21)</u>	69

<u>Análisis de la curva del día que registra el valor máximo de consumo energético del año 2012 (día 25 de Enero).</u>	70
<u>Análisis de la curva del día que registra el valor mínimo de consumo energético del año 2012 (día 30 de Septiembre).</u>	71
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Enero de 2012.</u>	72
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 25 de Enero de 2012.</u>	73
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Febrero de 2012.</u>	74
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 14 de Febrero de 2012.</u>	75
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Marzo de 2012.</u>	76
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 16 de Marzo de 2012.</u>	77
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Abril de 2012.</u>	78
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 24 de Abril de 2012.</u>	79
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Mayo de 2012.</u>	80
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 16 de Mayo de 2012.</u>	81
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Junio de 2012.</u>	82
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 14 de Junio de 2012.</u>	83
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Julio de 2012.</u>	84
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 26 de Julio de 2012.</u>	85
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Agosto de 2012.</u>	86
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 15 de Agosto de 2012.</u>	87
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Septiembre de 2012.</u>	88
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 26 de Septiembre de 2012.</u>	89
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Noviembre de 2012.</u>	90
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 5 de Noviembre de 2012.</u>	91
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Diciembre de 2012.</u>	92
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 12 de diciembre de 2012.</u>	93
<u>Comportamiento de la demanda para el año 2013.</u>	94
<u>Análisis del mes que registra el mayor consumo energético del año 2013 (Septiembre).</u> ..	96
<u>Análisis de la curva del día que registra el mayor consumo energético del mes de Septiembre de 2013 (día 18).</u>	98
<u>Análisis de la curva del día de menor consumo energético del mes de Septiembre de 2013 (día 1).</u>	101
<u>Análisis de la curva del día que registra el valor máximo de consumo energético del año 2013 (día 3 del mes de Septiembre).</u>	102

<u>Análisis de la curva del día que registra el valor mínimo de consumo energético del año 2013 (día 30 de Julio).</u>	103
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Marzo de 2013.</u>	104
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 20 de Marzo de 2013.</u>	105
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Abril de 2013.</u>	106
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 24 de Abril de 2013.</u>	107
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Junio de 2013.</u>	108
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 27 de Junio de 2013.</u>	109
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Julio de 2013.</u>	110
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 18 de Julio de 2013.</u>	111
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Agosto de 2013.</u>	112
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 14 de Agosto de 2013.</u>	113
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Octubre de 2013.</u>	114
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 3 de Octubre de 2013.</u>	115
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Noviembre de 2013.</u>	116
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 13 de Noviembre de 2013.</u> ...	117
<u>Comportamiento de la demanda para el año 2014.</u>	118
<u>Análisis del mes que registra el mayor consumo energético del año 2014 (Junio).</u>	120
<u>Análisis de la curva del día que registra el mayor consumo energético del mes de Junio de 2014 (día 24).</u>	122
<u>Análisis de la curva del día de menor consumo energético del mes de Junio de 2014 (día 8).</u>	125
<u>Análisis de la curva del día que registra el valor máximo de consumo energético del año 2014 (día 11 de Junio).</u>	126
<u>Análisis de la curva del día que registra el valor mínimo de consumo energético del año 2014 (día 12 de Julio).</u>	127
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Enero de 2014.</u>	128
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 16 de Enero de 2014.</u>	129
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Febrero de 2014.</u>	130
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 13 de Febrero de 2014.</u>	131
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Marzo de 2014.</u>	132
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 26 de Marzo de 2014.</u>	133
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Abril de 2014.</u>	134
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 16 de abril de 2014.</u>	135
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Mayo de 2014.</u>	136

<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 15 de Mayo de 2014.</u>	137
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Julio de 2014.</u>	138
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 2 de Julio de 2014.</u>	139
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Agosto de 2014.</u>	140
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 6 de Agosto de 2014.</u>	141
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Septiembre de 2014.</u>	142
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 5 de Septiembre de 2014.</u>	143
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Octubre de 2014.</u>	144
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 5 de Octubre de 2014.</u>	145
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Noviembre de 2014.</u>	146
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 13 de Noviembre de 2014.</u> ...	147
<u>Comportamiento de la demanda para el mes de Diciembre de 2014.</u>	148
<u>Comportamiento del consumo energético durante el día 17 de Diciembre de 2014.</u>	149
<u>Crecimiento de la demanda energética.</u>	150
<u>Relación oferta – demanda en base a la potencia efectiva y el consumo energético.</u>	152
<u>Potencia.</u>	152
<u>Energía.</u>	153
<u>Análisis e interpretación de los resultados de la encuesta dirigida a los habitantes de la ciudad de Ibarra que disponen de un vehículo.</u>	155
<u>Primera pregunta.</u>	155
<u>¿Qué tipo de combustible o energía utiliza su vehículo?</u>	155
<u>Segunda pregunta.</u>	156
<u>¿Cuántos vehículos tiene?</u>	156
<u>Tercera pregunta.</u>	157
<u>¿Durante qué jornadas su vehículo permanece activo?</u>	157
<u>Cuarta pregunta.</u>	159
<u>¿Cuánto tiempo permanece su vehículo parqueado?</u>	159
<u>Quinta pregunta.</u>	161
<u>¿Para qué usualmente utiliza su vehículo?</u>	161
<u>Sexta pregunta.</u>	162
<u>¿En qué lugares se moviliza con su vehículo?</u>	162
<u>Séptima pregunta.</u>	164
<u>¿Qué distancia recorre diariamente con su vehículo?</u>	164
<u>Octava pregunta.</u>	165

<u>¿Conoce usted el horario de las horas pico de consumo energético de la ciudad de Ibarra?</u>	165
<u>Novena pregunta</u>	166
<u>¿Conoce usted el precio del kilovatio hora de energía eléctrica?</u>	166
<u>Décima pregunta</u>	167
<u>¿Sabe usted qué es la autonomía de un vehículo?</u>	167
<u>Décima primera pregunta</u>	169
<u>¿Conoce usted las características de un vehículo eléctrico?</u>	169
<u>Décima segunda pregunta</u>	170
<u>¿Sabía usted que los vehículos eléctricos no generan emisiones de CO2, NOx y tampoco generan contaminación acústica es decir que no producen ruido?</u>	170
<u>Décima tercera pregunta</u>	171
<u>¿Conoce usted cuánto tiempo tarda la batería de un vehículo eléctrico en cargarse?</u> 171	
<u>Décima cuarta pregunta</u>	173
<u>¿Conoce usted cuántos kilovatios hora consume la batería de un vehículo eléctrico?</u>	173
<u>Décima quinta pregunta</u>	175
<u>¿Conoce usted cuántos kilómetros de autonomía ofrece un vehículo eléctrico?</u>	175
<u>Décima sexta pregunta</u>	177
<u>¿Si dispusiera de un vehículo eléctrico y de un cargador inteligente se acogería a esta medida para realizar la recarga?</u>	177
<u>Décima séptima pregunta</u>	178
<u>¿Según el siguiente cuadro compraría usted un vehículo eléctrico?</u>	178
<u>Décima octava pregunta</u>	180
<u>¿Conoce usted cuál es el precio de un vehículo eléctrico?</u>	180
<u>Décima novena pregunta</u>	181
<u>¿Cuál es su opinión acerca de la dependencia a los combustibles fósiles derivados del petróleo?</u>	181
<u>Vigésima pregunta</u>	183
<u>¿Reemplazaría su vehículo actual por un eléctrico?</u>	183
<u>Vigésima primera pregunta</u>	184
<u>¿Estaría de acuerdo con que se introdujeran vehículos eléctricos en el mercado automotriz de la ciudad de Ibarra?</u>	184
<u>Comparación entre las características y los costos de vehículos eléctricos</u>	186
<u>Comparación de los costos entre combustibles fósiles y energía eléctrica</u>	187

<u>Comparación de costos de repostaje y autonomía.</u>	187
<u>Consumo de vehículos eléctricos (costos) y la cantidad de V.E. que pudo haber ingresado en 2014 sin ocasionar problemas al sistema eléctrico.</u>	188
<u>Consumo de vehículos convencionales.</u>	189
<u>Proyección de los costos de repostaje, en relación a un vehículo que opera con electricidad, gasolina extra, gasolina súper y diesel.</u>	191
<u>Beneficio económico en relación al repostaje.</u>	192
<u>Capítulo V</u>	193
<u>Conclusiones y Recomendaciones</u>	193
<u>Conclusiones.</u>	193
<u>Recomendaciones.</u>	194
<u>Anexos.</u>	196
<u>Encuesta presentada a los habitantes de la ciudad de Ibarra que disponen de un vehículo.</u>	196
<u>Oficio presentado a Emelnorte S.A.</u>	198
<u>Oficio presentado al Ilustre Municipio de la Ciudad de Ibarra.</u>	199
<u>Fotografías de la realización de la encuesta.</u>	200
<u>Parqueadero del Gran Akí</u>	200
<u>Parqueadero de los comedores en Yahuarcocha</u>	201
<u>Alrededores del Parque Céntrica Bulevar</u>	202
<u>Referencias bibliográficas.</u>	203

Índice de Figuras

<u>Figura 1. Esquema general del sistema de tracción de un vehículo eléctrico autopropulsado.</u>	8
<u>Figura 2. Esquema general de los componentes de un VE con motor DC y AC.</u>	11
<u>Figura 3. Motor sincrónico de imanes permanentes.</u>	13
<u>Figura 4. Esquema de funcionamiento de un motor DC de imanes permanentes.</u>	14
<u>Figura 5. Disposición de 3 bobinas en el estator de un motor de imanes permanentes.</u>	15
<u>Figura 6. Esquema de funcionamiento de un motor de inducción.</u>	16
<u>Figura 7. Esquema de instalación con controlador principal en el origen de la instalación y contadores secundarios en cada una de las estaciones de recarga.</u>	26
<u>Figura 8. Instalación de un punto de recarga para V.E. en garaje de vivienda unifamiliar.</u>	26
<u>Figura 9. Modo 1 de carga</u>	29
<u>Figura 10. Modo 2 de carga.</u>	29
<u>Figura 11. Cable inteligente tipo Schuko de Renault Fluence ZE.</u>	30
<u>Figura 12. Modo 3 de carga.</u>	30

<u>Figura 13. Modo 4 de carga.</u>	31
<u>Figura 14. Recarga con corriente continua y con corriente alterna.</u>	31
<u>Figura 15. Sistemas de recarga (Rango de autonomía en Km, recargando un VE en 30 min).</u>	33
<u>Figura 16. Sistema automático de intercambio de baterías.</u>	34
<u>Figura 17. Punto de recarga inalámbrica.</u>	36
<u>Figura 18. Propuesta IDAE de gestor de carga completo.</u>	39
<u>Figura 19. Conector tipo 1.</u>	39
<u>Figura 20. Conector tipo 2.</u>	40
<u>Figura 21. Conector EV Plug Alliance.</u>	41
<u>Figura 22. Conector CHAdeMO.</u>	41
<u>Figura 23. Protocolo CHAdeMo de recarga rápida.</u>	43
<u>Figura 24. Carga rápida (relación amperios – minutos - porcentaje de carga).</u>	43
<u>Figura 25. Tipo de cargadores “Combo Coupler”.</u>	44
<u>Figura 26. Capacidad efectiva en generación.</u>	47
<u>Figura 27. Energía por interconexiones.</u>	48
<u>Figura 28. Consumo de energía durante el año 2014.</u>	49
<u>Figura 29. Consumo energético correspondiente al año 2012.</u>	62
<u>Figura 30. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Octubre de 2012.</u>	64
<u>Figura 31. Curva del día de mayor consumo energético del mes de Octubre de 2012.</u>	66
<u>Figura 32. Curva del día de menor consumo energético del mes de Octubre de 2012.</u>	69
<u>Figura 33. Curva del día que registra el valor máximo durante el año 2012.</u>	70
<u>Figura 34. Curva del día que registra el valor mínimo durante el año 2012.</u>	71
<u>Figura 35. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Enero de 2012.</u>	72
<u>Figura 36. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Enero de 2012.</u>	73
<u>Figura 37. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Febrero de 2012.</u>	74
<u>Figura 38. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Febrero de 2012.</u>	75
<u>Figura 39. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Marzo de 2012.</u>	76
<u>Figura 40. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Marzo de 2012.</u>	77
<u>Figura 41. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Abril de 2012.</u>	78
<u>Figura 42. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Abril de 2012.</u>	79
<u>Figura 43. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Mayo de 2012.</u>	80
<u>Figura 44. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Mayo de 2012.</u>	81
<u>Figura 45. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Junio de 2012.</u>	82
<u>Figura 46. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Junio de 2012.</u>	83
<u>Figura 47. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Julio de 2012.</u>	84
<u>Figura 48. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Julio de 2012.</u>	85

<u>Figura 49. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Agosto de 2012.</u>	86
<u>Figura 50. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Agosto de 2012.</u>	87
<u>Figura 51. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Septiembre de 2012.</u>	88
<u>Figura 52. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Septiembre de 2012.</u>	89
<u>Figura 53. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Noviembre de 2012.</u>	90
<u>Figura 54. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Noviembre de 2012.</u>	91
<u>Figura 55. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Diciembre de 2012.</u>	92
<u>Figura 56. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Diciembre de 2012.</u>	93
<u>Figura 57. Curva de consumo energético anual correspondiente al año 2013.</u>	94
<u>Figura 58. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Septiembre de 2013.</u>	96
<u>Figura 59. Curva del día de mayor consumo energético registrado durante el mes de Septiembre de 2013.</u>	98
<u>Figura 60. Curva del día de menor consumo energético correspondiente al mes de Septiembre de 2013.</u>	101
<u>Figura 61. Curva del día que registra el valor máximo durante el año 2013.</u>	102
<u>Figura 62. Curva del día que registra el valor mínimo durante el año 2013.</u>	103
<u>Figura 63. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Marzo de 2013.</u>	104
<u>Figura 64. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Marzo de 2013.</u>	105
<u>Figura 65. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Abril de 2013.</u>	106
<u>Figura 66. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Abril de 2013.</u>	107
<u>Figura 67. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Junio de 2013.</u>	108
<u>Figura 68. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Junio de 2013.</u>	109
<u>Figura 69. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Julio de 2013.</u>	110
<u>Figura 70. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Julio de 2013.</u>	111
<u>Figura 71. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Agosto de 2013.</u>	112
<u>Figura 72. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Agosto de 2013.</u>	113
<u>Figura 73. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Octubre de 2013.</u> ...	114
<u>Figura 74. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Octubre de 2013.</u>	115
<u>Figura 75. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Noviembre de 2013.</u>	116
<u>Figura 76. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Noviembre de 2013.</u>	117
<u>Figura 77. Curva de consumo energético correspondiente al año 2014.</u>	118
<u>Figura 78. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Junio de 2014.</u>	120

<u>Figura 79. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Junio de 2014.</u>	122
<u>Figura 80. Curva del día de menor consumo energético correspondiente al mes de Junio de 2014.</u>	125
<u>Figura 81. Curva del día que registra el valor máximo durante el año 2014.</u>	126
<u>Figura 82. Curva del día que registra el valor mínimo durante el año 2014.</u>	127
<u>Figura 83. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Enero de 2014.</u>	128
<u>Figura 84. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Enero de 2014.</u>	129
<u>Figura 85. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Febrero de 2014.</u>	130
<u>Figura 86. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Febrero de 2014.</u>	131
<u>Figura 87. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Marzo de 2014.</u>	132
<u>Figura 88. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Marzo de 2014.</u>	133
<u>Figura 89. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Abril de 2014.</u>	134
<u>Figura 90. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Abril de 2014.</u>	135
<u>Figura 91. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Mayo de 2014.</u>	136
<u>Figura 92. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Mayo de 2014.</u>	137
<u>Figura 93. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Julio de 2014.</u>	138
<u>Figura 94. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Julio de 2014.</u>	139
<u>Figura 95. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Agosto de 2014.</u>	140
<u>Figura 96. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Agosto de 2014.</u>	141
<u>Figura 97. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Septiembre de 2014.</u>	142
<u>Figura 98. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Septiembre de 2014.</u>	143
<u>Figura 99. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Octubre de 2014.</u> ...	144
<u>Figura 100. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Octubre de 2014.</u>	145
<u>Figura 101. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Noviembre de 2014.</u>	146
<u>Figura 102. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Noviembre de 2014.</u>	147
<u>Figura 103. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Diciembre de 2014.</u>	148
<u>Figura 104. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Diciembre de 2014.</u>	149
<u>Figura 105. Crecimiento del consumo energético del año 2012 al año 2014.</u>	151
<u>Figura 106. Curva de la demanda y oferta de potencia.</u>	153

<u>Figura 107. Curva de la demanda y oferta de energía.</u>	154
<u>Figura 108. Primera pregunta.</u>	155
<u>Figura 109. Segunda pregunta.</u>	156
<u>Figura 110. Tercera pregunta.</u>	158
<u>Figura 111. Cuarta pregunta.</u>	159
<u>Figura 112. Quinta pregunta.</u>	161
<u>Figura 113. Sexta pregunta.</u>	163
<u>Figura 114. Séptima pregunta.</u>	164
<u>Figura 115. Octava pregunta.</u>	165
<u>Figura 116. Novena pregunta.</u>	166
<u>Figura 117. Décima pregunta.</u>	168
<u>Figura 118. Décima primera pregunta.</u>	169
<u>Figura 119. Décima segunda pregunta.</u>	170
<u>Figura 120. Décima tercera pregunta.</u>	172
<u>Figura 121. Décima cuarta pregunta.</u>	174
<u>Figura 122. Décima quinta pregunta.</u>	176
<u>Figura 123. Décima sexta pregunta.</u>	178
<u>Figura 124. Décima séptima pregunta.</u>	179
<u>Figura 125. Décima octava pregunta.</u>	180
<u>Figura 126. Décima novena pregunta.</u>	182
<u>Figura 127. Vigésima pregunta.</u>	183
<u>Figura 128. Vigésima primera pregunta.</u>	185
<u>Figura 129. Costos de repostaje en relación al tipo de energía o combustible usado.</u>	187
<u>Figura 130. Variación de la autonomía en relación al tipo de vehículo.</u>	188
<u>Figura 131. Comparación de los costos de repostaje según el tipo de vehículo y el año.</u>	191

Índice de Tablas

<u>Tabla 1. Relación de motores eléctricos actuales en aplicaciones automovilísticas.</u>	13
<u>Tabla 2. Tipos de baterías recargables usadas en vehículos eléctricos.</u>	18
<u>Tabla 3. Parámetros de las baterías de Ión – Litio.</u>	19
<u>Tabla 4. Tipos de batería Ión – Litio.</u>	20
<u>Tabla 5. Diferencia entre los tipos de recargas.</u>	32
<u>Tabla 6. Comparativa económica entre un vehículo eléctrico y uno de combustión interna.</u>	45
<u>Tabla 7. Matriz de objetivos, variables e indicadores diagnósticos.</u>	55
<u>Tabla 8. Valores correspondientes a los meses del año 2012.</u>	62
<u>Tabla 9. Valores correspondientes al mes de Octubre de 2012.</u>	64
<u>Tabla 10. Valores correspondientes al día 30 del mes de Octubre de 2012.</u>	66
<u>Tabla 11. Valores correspondientes al mes de Enero de 2012.</u>	72
<u>Tabla 12. Valores correspondientes al día 25 del mes de Enero de 2012.</u>	73
<u>Tabla 13. Valores correspondientes al mes de Febrero de 2012.</u>	74
<u>Tabla 14. Valores correspondientes al día 14 del mes de Febrero de 2012.</u>	75
<u>Tabla 15. Valores correspondientes al mes de Marzo de 2012.</u>	76

<u>Tabla 16. Valores correspondientes al día 16 del mes de Marzo de 2012.</u>	77
<u>Tabla 17. Valores correspondientes al mes de Abril de 2012.</u>	78
<u>Tabla 18. Valores correspondientes al día 24 del mes de Abril de 2012.</u>	79
<u>Tabla 19. Valores correspondientes al mes de Mayo de 2012.</u>	80
<u>Tabla 20. Valores correspondientes al día 16 del mes de Mayo de 2012.</u>	81
<u>Tabla 21. Valores correspondientes al mes de Junio de 2012.</u>	82
<u>Tabla 22. Valores correspondientes al día 14 del mes de Junio de 2012.</u>	83
<u>Tabla 23. Valores correspondientes al mes de Julio de 2012.</u>	84
<u>Tabla 24. Valores correspondientes al día 26 del mes de Julio de 2012.</u>	85
<u>Tabla 25. Valores correspondientes al mes de Agosto de 2012.</u>	86
<u>Tabla 26. Valores correspondientes al día 15 del mes de Agosto de 2012.</u>	87
<u>Tabla 27. Valores correspondientes al mes de Septiembre de 2012.</u>	88
<u>Tabla 28. Valores correspondientes al día 26 del mes de Septiembre de 2012.</u>	89
<u>Tabla 29. Valores correspondientes al mes de Noviembre de 2012.</u>	90
<u>Tabla 30. Valores correspondientes al día 5 del mes de Noviembre de 2012.</u>	91
<u>Tabla 31. Valores correspondientes al mes de Diciembre de 2012.</u>	92
<u>Tabla 32. Valores correspondientes al día 12 del mes de Diciembre de 2012.</u>	93
<u>Tabla 33. Valores correspondientes a los meses del año 2013.</u>	94
<u>Tabla 34. Valores correspondientes al mes de Septiembre de 2013.</u>	96
<u>Tabla 35. Valores correspondientes al día 18 del mes de Septiembre de 2013.</u>	98
<u>Tabla 36. Valores correspondientes al mes de Marzo de 2013.</u>	104
<u>Tabla 37. Valores correspondientes al día 20 del mes de Marzo de 2013.</u>	105
<u>Tabla 38. Valores correspondientes al mes de Abril de 2013.</u>	106
<u>Tabla 39. Valores correspondientes al día 24 del mes de Abril de 2013.</u>	107
<u>Tabla 40. Valores correspondientes al mes de Junio de 2013.</u>	108
<u>Tabla 41. Valores correspondientes al día 27 del mes de Junio de 2013.</u>	109
<u>Tabla 42. Valores correspondientes al mes de Julio de 2013.</u>	110
<u>Tabla 43. Valores correspondientes al día 18 del mes de Julio de 2013.</u>	111
<u>Tabla 44. Valores correspondientes al mes de Agosto de 2013.</u>	112
<u>Tabla 45. Valores correspondientes al día 14 del mes de Agosto de 2013.</u>	113
<u>Tabla 46. Valores correspondientes al mes de Octubre de 2013.</u>	114
<u>Tabla 47. Valores correspondientes al día 3 del mes de Octubre de 2013.</u>	115
<u>Tabla 48. Valores correspondientes al mes de Noviembre de 2013.</u>	116
<u>Tabla 49. Valores correspondientes al día 13 del mes de Noviembre de 2013.</u>	117
<u>Tabla 50. Valores correspondientes a los meses del año 2014.</u>	118
<u>Tabla 51. Valores correspondientes al mes de Junio de 2014.</u>	120
<u>Tabla 52. Valores correspondientes al día 24 del mes de Junio de 2014.</u>	122
<u>Tabla 53. Valores correspondientes al mes de Enero de 2014.</u>	128
<u>Tabla 54. Valores correspondientes al día 16 del mes de Enero de 2014.</u>	129
<u>Tabla 55. Valores correspondientes al mes de Febrero de 2014.</u>	130
<u>Tabla 56. Valores correspondientes al día 13 del mes de Febrero de 2014.</u>	131
<u>Tabla 57. Valores correspondientes al mes de Marzo de 2014.</u>	132
<u>Tabla 58. Valores correspondientes al día 26 del mes de Marzo de 2014.</u>	133
<u>Tabla 59. Valores correspondientes al mes de Abril de 2014.</u>	134

<u>Tabla 60. Valores correspondientes al día 16 del mes de Abril de 2014.</u>	135
<u>Tabla 61. Valores correspondientes al mes de Mayo de 2014.</u>	136
<u>Tabla 62. Valores correspondientes al día 15 del mes de Mayo de 2014.</u>	137
<u>Tabla 63. Valores correspondientes al mes de Julio de 2014.</u>	138
<u>Tabla 64. Valores correspondientes al día 2 del mes de Julio de 2014.</u>	139
<u>Tabla 65. Valores correspondientes al mes de Agosto de 2014.</u>	140
<u>Tabla 66. Valores correspondientes al día 6 del mes de Agosto de 2014.</u>	141
<u>Tabla 67. Valores correspondientes al mes de Septiembre de 2014.</u>	142
<u>Tabla 68. Valores correspondientes al día 5 del mes de Septiembre de 2014.</u>	143
<u>Tabla 69. Valores correspondientes al mes de Octubre de 2014.</u>	144
<u>Tabla 70. Valores correspondientes al día 5 del mes de Octubre de 2014.</u>	145
<u>Tabla 71. Valores correspondientes al mes de Noviembre de 2014.</u>	146
<u>Tabla 72. Valores correspondientes al día 13 del mes de Noviembre de 2014.</u>	147
<u>Tabla 73. Valores correspondientes al mes de Diciembre de 2014.</u>	148
<u>Tabla 74. Valores correspondientes al día 17 del mes de Diciembre de 2014.</u>	149
<u>Tabla 75. Valores correspondientes al crecimiento energético en relación a los meses de los últimos años.</u>	150
<u>Tabla 76. Potencia máxima registrada en el sistema de Emelnorte S.A.</u>	152
<u>Tabla 77. Energía registrada en el sistema de Emelnorte S.A.</u>	153
<u>Tabla 78. Primera pregunta.</u>	155
<u>Tabla 79. Segunda pregunta.</u>	156
<u>Tabla 80. Tercera pregunta.</u>	157
<u>Tabla 81. Cuarta pregunta.</u>	159
<u>Tabla 82. Quinta pregunta.</u>	161
<u>Tabla 83. Sexta pregunta.</u>	162
<u>Tabla 84. Séptima pregunta.</u>	164
<u>Tabla 85. Octava pregunta.</u>	165
<u>Tabla 86. Novena pregunta.</u>	166
<u>Tabla 87. Décima pregunta.</u>	167
<u>Tabla 88. Décima primera pregunta.</u>	169
<u>Tabla 89. Décima segunda pregunta.</u>	170
<u>Tabla 90. Décima tercera pregunta.</u>	171
<u>Tabla 91. Décima cuarta pregunta.</u>	173
<u>Tabla 92. Décima quinta pregunta.</u>	175
<u>Tabla 93. Décima sexta pregunta.</u>	177
<u>Tabla 94. Décima séptima pregunta.</u>	179
<u>Tabla 95. Décima octava pregunta.</u>	180
<u>Tabla 96. Décima novena pregunta.</u>	181
<u>Tabla 97. Vigésima pregunta.</u>	183
<u>Tabla 98. Vigésima primera pregunta.</u>	184
<u>Tabla 99. Características de los vehículos eléctricos más comercializados.</u>	186
<u>Tabla 100. Comparación entre los costos de energía eléctrica y combustible al realizar un repostaje completo.</u>	187
<u>Tabla 101. Costos por repostaje y V.E. posibles de ingresar.</u>	189

<u>Tabla 102. Costos por repostaje de vehículos convencionales.....</u>	190
<u>Tabla 103. Costo del repostaje en relación a los años.</u>	191
<u>Tabla 104. Valores económicos posibles de ahorrar con un V.E.</u>	192

Capítulo I

Problema de Investigación

Antecedentes.

El tema ambiental ha tomado mucha fuerza, a tal punto que hoy en día existen normativas muy estrictas que regulan todo lo referente a contaminación.

Dentro de los principales contaminantes a nivel mundial se encuentran: las industrias, materiales químicos y los combustibles fósiles; teniendo estos últimos, repercusión por su uso continuo en el sector aéreo, pero sobre todo en el automotriz.

Los vehículos de combustión interna (diésel y gasolina), han tenido gran evolución en los últimos años debido al avance e introducción de la electrónica para el control de la mayor parte de sus sistemas. Ahora se cuenta con sistemas completamente automatizados en algunos casos, sin embargo, a pesar de todos estos esfuerzos por reducir los índices de contaminación emitidos por los motores de estos vehículos, no se consigue obtener una notable reducción de emisiones contaminantes.

Los fabricantes de vehículos, en solución a este inconveniente han desarrollado vehículos con motores híbridos, contando estos con un motor de combustión interna y otro eléctrico, teniendo así dos motores en un mismo automóvil. Si bien es cierto con esta propuesta al mercado, los índices de contaminación bajaron pero aún se sigue contaminando al medio ambiente.

Hoy en día en varios países del mundo ya se comercializan vehículos netamente eléctricos, siendo estos los que ofrecen al ambiente un bajo nivel de contaminación, debido a que no requieren de la combustión de una mezcla (oxígeno + combustible) para su funcionamiento.

La energía limpia, ofrece al mundo una nueva alternativa para detener la contaminación que poco a poco deteriora el planeta, brindando así la oportunidad de dejar un planeta limpio, donde puedan crecer y vivir adecuadamente las futuras generaciones.

Planteamiento del problema.

El parque automotor de la ciudad de Ibarra, ha ido incrementándose con los últimos años y con ello, los índices de contaminación también, esto debido a que la demanda de combustible (diésel y gasolina) ha aumentado y con ello la combustión del mismo trae consigo un aumento de emisiones hacia el medio ambiente.

La mayor parte del parque automotor de la ciudad, está conformado por vehículos de combustión interna, tenidos dentro de ellos, vehículos que aún funcionan mediante un carburador; siendo estos últimos los mayores contaminantes debido a sus altos índices de emisiones.

Por este motivo, se pretende realizar un estudio dentro de la ciudad de Ibarra, para ayudar a reducir y controlar los niveles de contaminación producidos por los vehículos convencionales (vehículos que emplean hidrocarburos). Las alternativas ofrecidas hoy en día por la industria automotriz apuntan a los vehículos eléctricos, ya que son estos los que hasta el momento ofrecen la mayor reducción de emisiones, debido a que para su funcionamiento no se requiere de combustibles fósiles que al ser combustiónados produzcan emisiones contaminantes.

Formulación del problema.

¿Qué parámetros se deberían analizar para implementar vehículos eléctricos en la ciudad de Ibarra?

Delimitación.

Espacial. La elaboración de la presente investigación será llevada a cabo en el perímetro urbano de la ciudad de Ibarra.

Temporal._ La presente investigación será desarrollada a partir del mes de Octubre de 2014 y se culminará en el mes de Febrero de 2015.

Objetivos.

Objetivo general._ Realizar un estudio para implementar vehículos eléctricos en la ciudad de Ibarra.

Objetivos específicos:

1. Investigar las características de la red eléctrica de la ciudad de Ibarra.
2. Estudiar las características de vehículos eléctricos.
3. Determinar los beneficios que ofrece un vehículo eléctrico frente a un vehículo convencional.
4. Estudiar los sistemas de carga para los vehículos eléctricos.
5. Investigar el consumo de energía y el costo de cada recarga en base al precio de la energía eléctrica de la localidad.

Justificación.

Los proyectos de investigación, son considerados dentro de una sociedad como su principal arma para el desarrollo. En este caso la presente investigación será realizada con el fin de dar una alternativa para solucionar un problema que aqueja no únicamente a la sociedad Imbabureña, sino al planeta entero.

Abarcando sectores como: salud, economía, desarrollo, movilidad, entre otros. La finalidad de la inmersión del vehículo eléctrico dentro de las sociedades modernas, es reducir a su más mínima expresión los niveles de contaminación; siendo estos por gases de escape causantes del efecto invernadero, así como también la reducción de los niveles sonoros dentro de las ciudades cuyos espacios son cerrados y el exceso de tráfico genera altos índices de contaminación auditiva, siendo esto un problema de salud para las personas a su alrededor.

Las ventajas ofrecidas por este medio de transporte son varias, entre ellas, existen tres que se destacan:

- Bajo índice de contaminación (aproximadamente 0%).
- Económico y fácil mantenimiento.
- Autonomía lo suficientemente capaz de satisfacer las necesidades comunes de cualquier usuario dentro de una ciudad.

Capítulo II

Marco teórico

Generalidades.

Al norte del territorio Ecuatoriano se ubica la Provincia de Imbabura, con su capital la ciudad de Ibarra, situada a una altura de 2 205 m.s.n.m., terminando el año 2014 con una población de 201 237 habitantes (según la proyección del I.N.E.C. a partir del censo de población realizado en el año 2 010).

La topografía que marca a la ciudad es muy regular, aquí predomina el terreno plano con un porcentaje del 93%; mientras que el 7% restante corresponde al gradiente. Ibarra, es una ciudad rodeada de hermosos paisajes y actualmente se encuentra en un constante desarrollo.

La electricidad en la industria automotriz.

Dentro de la industria automotriz, la movilidad eléctrica no es un tema nuevo, esto debido a que su existencia se remonta a la misma invención del vehículo. El desarrollo de esta tecnología se vio estancada, porque en ese entonces se dio el bum petrolero y todos los fabricantes se centraron en desarrollar autos que funcionen con combustibles fósiles.

Las exigencias de hoy en día han dado paso al desarrollo de los vehículos eléctricos, en algunos países ya se comercializan, mientras que en otros aún se siguen realizando estudios y adaptaciones para este tipo de tecnología.

El Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía I.D.A.E. (2014), menciona que “Los vehículos eléctricos han vuelto, esta vez sí, para quedarse”.

Necesidad de la movilidad eléctrica.

Los principales factores con mayor influencia, para modificar la movilidad urbana tradicional, e implementar sistemas de movilidad basados en vehículos eléctricos son:

Factor ambiental._ El problema de mayor conocimiento e impacto al medioambiente es el calentamiento global, resultado del efecto invernadero producido por algunos gases que son emitidos hacia la atmósfera.

Dentro de los gases que mayor incidencia tienen por su grado de aporte a este efecto, es el dióxido de carbono CO₂. Un factor estadístico determina que el 35 % de las emisiones globales de CO₂, son emitidas por los vehículos de combustión interna.

El avance tecnológico, ha dado paso para que las legislaciones locales, regionales, nacionales e internacionales sean más restrictivas en el tema de contaminación, un claro ejemplo de ello es el continente Europeo, donde los V.E. se encuentran ya en operación y comercialización.

Factor económico._ El desarrollo y la implementación de fuentes renovables de energía, supone una gran inversión para los gobiernos de cada país, sin embargo, la disponibilidad de este tipo de fuentes de energía, permite que la implementación de los vehículos eléctricos, se conviertan en los principales y más potenciales consumidores de dichas fuentes, consiguen a su vez el desarrollo de las mismas.

Factor estratégico._ Los avances de ingeniería y la elaboración de nuevos materiales en los últimos años, ha permitido que la producción de V.E. tenga una base sólida, consiguiendo con ello el desarrollo de este nuevo mercado por parte de la industria automotriz.

El trabajo en conjunto realizado por los sectores energéticos y automotrices contribuyen al desarrollo de mejor vivir para las sociedades, así como también el aprovechamiento de los diversos recursos naturales con los que cuenta el planeta.

El vehículo eléctrico en las ciudades.

Las tendencias actuales quieren hacer del entorno urbano, un espacio amigable con la sociedad; esto se debe a que la congestión vehicular, el exceso de ruido y las emisiones producidas por los vehículos convencionales, hacen de este espacio un lugar poco apto para la convivencia.

El tema de la movilidad urbana, en los últimos años ha sido minuciosamente analizada, esto, pues lo que se quiere conseguir son modernas estrategias para la regulación del tráfico vehicular urbano, provocando con ello una innovación en este ámbito y para ello existen ciertas herramientas de apoyo, estas son:

- Análisis del tipo de vehículo.
- Análisis tanto del tipo de conductor como del usuario de un vehículo urbano.
- Disponibilidad de energías renovables.
- Tipo de transporte público.
- Estudio de la movilidad peatonal dentro de las ciudades.
- Gestión logística dentro de un entorno urbano.

Hoy por hoy, el vehículo eléctrico se considera como el principal actor para conseguir un desarrollo sostenible de los entornos urbanos, esto se debe a que este tipo de automotor brinda la solución a la problemática generada por los motores de combustión interna.

Actualmente se usan baterías electroquímicas para el funcionamiento del vehículo eléctrico, esto trae consigo una reducción en cuanto a los problemas de salud ocasionados por la acumulación de emisiones nocivas producidas por los vehículos convencionales.

Los fabricantes de vehículos, actualmente producen V.E. de todo tipo para las diferentes aplicaciones conocidas hasta hoy en día.

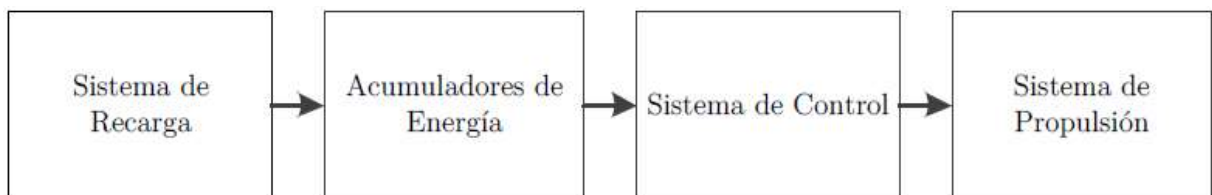
El vehículo eléctrico.

El vehículo eléctrico fue uno de los primeros automóviles construidos en el inicio de la industria automotriz. El primer vehículo que funcionaba con electricidad fue construido en Escocia de la mano de Robert Anderson entre los años 1 832 y 1 834, a pesar de ser eléctrico, su fuente de alimentación no permitía ser recargada. En 1 835 se construyó vehículos eléctricos a escala reducida. Por otro lado, la idea de retomar el vehículo eléctrico viene desde el año 1 970, cuando los índices de contaminación se dieron a notar.

El vehículo eléctrico hoy en día es considerado como la posible solución al problema ambiental ocasionado por sus similares, los vehículos de combustión interna. Este tipo de vehículo garantiza una alta eficiencia energética, así como también la disminución en cuanto a la dependencia del petróleo para el sector del transporte; de tal modo los V.E. aportan con ello a la obtención de un aire más puro en las ciudades donde se lo use. Su inmersión dentro de una sociedad, trae consigo el desarrollo de la infraestructura de la misma así como también brinda la oportunidad de mejorar la gestión del sector energético del país.

Vargas J. (2012), menciona que un vehículo eléctrico autopropulsado tiene un esquema de funcionamiento mostrado en la figura 1. Las flechas indican la secuencia que sigue la energía dentro del vehículo, esto, sin embargo puede variar dependiendo de la tecnología aplicada; un ejemplo de ello se da por la posibilidad de introducir energía en el sistema de acumuladores desde el motor usando un sistema de frenos regenerativos.

Figura 1. Esquema general del sistema de tracción de un vehículo eléctrico autopropulsado.



Fuente: Vargas J., 2012

Características principales de los vehículos eléctricos.

Un vehículo eléctrico es aquél que para su tracción emplea uno o varios motores eléctricos, los cuáles requieren de energía eléctrica para su funcionamiento, para ello, estos

vehículos cuentan con baterías o acumuladores de energía, mismos que son recargados por una fuente que por lo general es la red eléctrica.

Al interior de una batería se encuentra energía química almacenada, esta energía se transforma en energía eléctrica, la cual por medio de un motor eléctrico se transforma a su vez en energía mecánica, siendo esta última la que se emplea para el desplazamiento del vehículo. Para la recarga de la batería el vehículo puede conectarse a redes de baja o alta intensidad.

Contaminación por emisiones._ Un vehículo eléctrico produce un nivel muy bajo de emisiones contaminantes, lo cual resulta muy conveniente dentro y fuera de un entorno urbano.

Contaminación acústica inexistente._ Debido a que un motor eléctrico no dispone de elementos que realicen impactos entre sí que generen un ruido, como es el caso de las válvulas al golpear con sus asientos, el árbol de levas al golpear con los propulsores, etc., se concluye que la contaminación acústica generado por lo V.E. es casi nula ya que la única contaminación sonora inevitable, es la rodadura del propio vehículo.

Dependencia nula a los derivados del petróleo._ Esto ayuda a disponer de un aire más puro y al mismo tiempo se reduce la dependencia mantenida por muchos años hacia los combustibles fósiles.

En varios países esto resulta muy beneficioso económicamente, ya que al no ser países petroleros invierten un gran capital en disponer de combustibles; ahora dependerán básicamente de sus recursos energéticos autóctonos, siendo las de mayor peso las energías renovables donde se destacan las hidroeléctricas.

Autonomía._ La autonomía de un vehículo eléctrico ha sido un tema que ha tenido una amplia discusión, en especial por aquellos amantes a la potencia motriz generada por uno de los combustibles fósiles con más acogida, la gasolina.

Debido a la alta eficiencia presentada por los V.E., actualmente se desarrollan proyectos de investigación con la finalidad de brindarle al usuario una mayor autonomía.

El proyecto de investigación para la autonomía de los V.E. llamado OPENER, del cual tiene como socio y promotor al Centro Tecnológico de Automoción de Galicia C.T.A.G., en su informe se destaca la principal novedad denominada sistema de conducción eco-routing, dicho sistema es el encargado de seleccionar la mejor ruta a elegir para un determinado destino. El sistema estuvo sometido a varias pruebas, mismas que comprobaron un ahorro de energía de entre 27 y 36 %, esto trajo consigo un aumento en el tiempo de viaje de entre 8 y 21%, sin embargo, estas estadísticas se adaptan en relación a la necesidad y disposición del conductor al momento de optar por la opción designada por el eco-routing.

Con el tiempo dichos valores se verán reflejados en la práctica con una autonomía superior a los 500 km, actualmente los vehículos eléctricos normales y de gama alta brindan una autonomía que va desde 100 hasta aproximadamente 600 km.

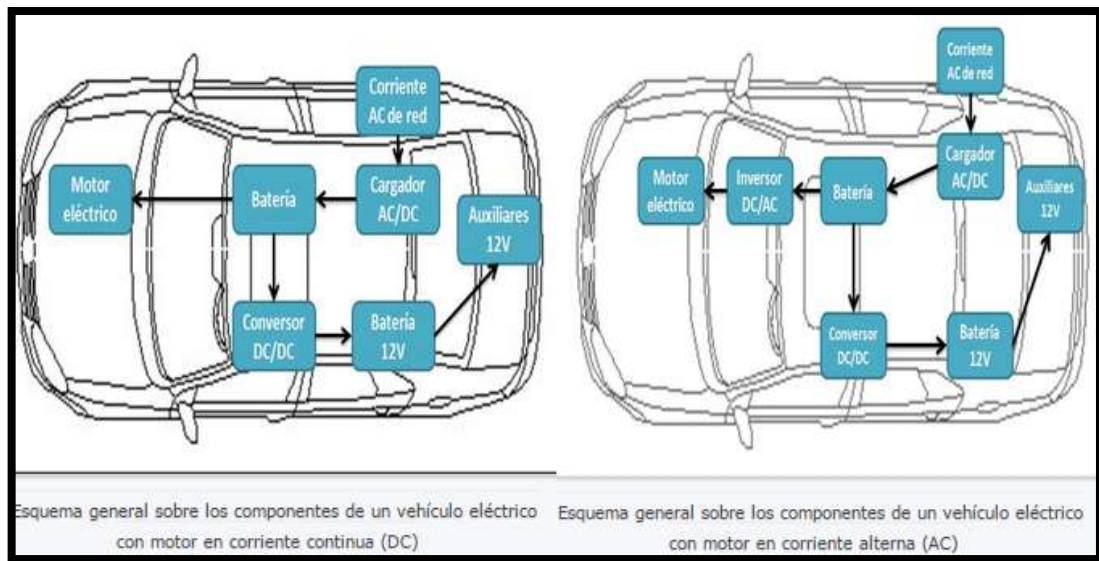
Dentro de la investigación otro punto de estudio fue el lograr un aumento en la autonomía del vehículo eléctrico, pero con la particularidad de no aumentar el peso de la batería algo que ya es posible actualmente por el avance tecnológico actual.

Al mismo tiempo se han conseguido mejoras en la seguridad del vehículo, se ha mejorado el sistema de propulsión eléctrica, el sistema de frenos regenerativos, el sistema de navegación, sensores periféricos, así como también la adaptación del control de crucero, el cual tiene la función de indicarle al conductor cuando este debe bajar la velocidad porque se acerca a un límite permitido.

Componentes principales de un vehículo eléctrico.

Dentro de los principales componentes que integran un vehículo eléctrico, tenemos:

Figura 2. Esquema general de los componentes de un VE con motor DC y AC.



Fuente: Endesa, 2012

Cargador. También conocido como transformador-convertidor, este componente es el encargado de recibir la energía eléctrica en forma alterna directamente de la red eléctrica y su función es transformarla en corriente continua, con ello se consigue cargar la batería.

Batería. En la actualidad, para vehículos eléctricos se utiliza baterías de Ión-Litio para el almacenaje de la energía eléctrica. Esta batería almacena la energía en forma de corriente continua DC, permitiendo de esta manera alimentar de energía a todos los sistemas y componentes del vehículo eléctrico, además de que este, es el tipo de batería que permite realizar la mayor cantidad de ciclos de recarga superando los 3 000 ciclos.

Para aquellos vehículos eléctricos que disponen de un motor eléctrico de corriente continua, la batería se conecta directamente a este, a diferencia de aquellos que disponen de un motor eléctrico de corriente alterna ya que en este caso la batería va conectada a un inversor.

Convertidor. Tiene como función transformar la alta tensión de corriente continua suministrada por la batería, en baja tensión de corriente continua. En algunos casos la corriente continua es empleada para alimentar a baterías auxiliares de 12 V, destinadas a alimentar de energía a los componentes auxiliares del vehículo.

Inversor._ El inversor es un componente que se encuentra únicamente en aquel vehículo eléctrico que dispone de un motor eléctrico que opere con corriente alterna. Se encarga de realizar las conversiones necesarias, adoptando voltajes y formas de ondas para alimentar al motor adecuadamente a partir de la energía almacenada en la batería. También se encarga de recuperar energía mediante el freno regenerativo, almacenando la energía recuperada nuevamente en la batería.

Motor eléctrico._ Dentro de un vehículo eléctrico se pueden encontrar dos tipos de motores eléctricos, aquel que opera con corriente continua y aquel que lo hace con corriente alterna, diferenciándose en la forma de alimentación, así pues aquel que es alimentado con corriente continua lo hace directamente de la batería, mientras que el que es alimentado con corriente alterna, requiere una previa transformación de la energía suministrada por la batería a corriente alterna mediante un inversor.

Motores eléctricos.

López J. (2010), menciona que los motores eléctricos son muy utilizados en varios productos de la ingeniería industrial, en concreto de la ingeniería del vehículo automotriz. La mayoría de estos motores son de corriente continua con escobillas y de imanes permanentes.

Los motores que se utilizan en la tracción de vehículos eléctricos deben tener el mayor rendimiento y vida útil posible.

Los motores eléctricos pueden ser de corriente continua (DC) o de corriente alterna (AC). Los motores DC se utilizaron en varios prototipos de vehículos eléctricos durante los 80, debido a su estado de desarrollo y fácil control.

Las principales características que identifica a los vehículos con motores eléctricos, son sus emisiones, las cuales pueden considerarse despreciables y su contaminación acústica que es prácticamente inexistente.

Figura 3. Motor sincrónico de imanes permanentes.



Fuente: Auto Eléctrico, 2014

Tipos de motores empleados en la tracción eléctrica.

López J. (2010), menciona que los motores empleados actualmente en vehículos eléctricos se basan según el tipo de corriente que utilicen.

Tabla 1. Relación de motores eléctricos actuales en aplicaciones automovilísticas.

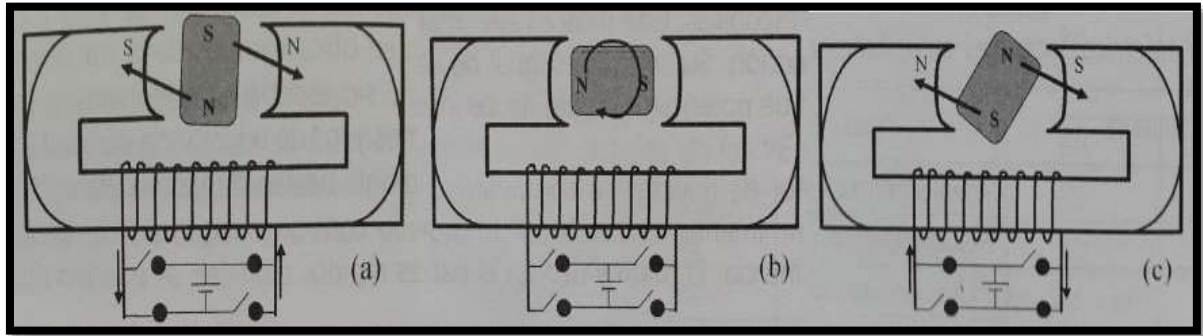
Tipo de corriente	Tipo de motores
Continua	Imanes permanentes
	Reluctancia conmutada
Alterna	Inducción asincrónico
	Sincrónico

Fuente: López J., 2010

De estos los motores, los más usados actualmente en vehículos eléctricos son los siguientes:

Motor de imanes permanentes (Brushless)._ Su principal diferencia con el motor de corriente continua clásico, es que prescinde de escobillas. Su funcionamiento se basa en la alimentación secuencial, conmutada electrónicamente, de cada una de las fases del estator de forma sincronizada con el movimiento del rotor.

Figura 4. Esquema de funcionamiento de un motor DC de imanes permanentes.



Fuente: López J., 2010

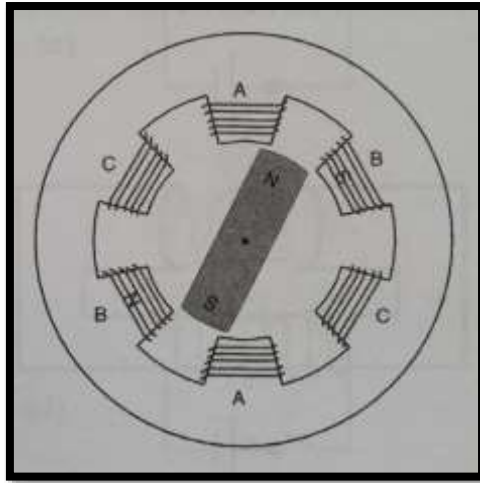
Los interruptores se conmutan directamente con la corriente de una fuente de continua a través de una bobina en el estator. El rotor cuenta con un imán permanente. La corriente fluye en la dirección que magnetiza al estator, así que el rotor gira en el sentido las manecillas del reloj (ver figura 4 a).

Según la figura 4 b, el rotor pasa entre los polos del estator, la corriente del estator es conmutada a “off”. El movimiento aplicado mantiene el rotor en movimiento, según se observa en la figura 4 c, la bobina del estator se energiza, pero la corriente y por lo tanto el campo magnético se invierten. Así el rotor gira en el sentido de las manecillas de reloj. El proceso continúa con la corriente en el estator alternada.

La conmutación de la corriente debe sincronizarse con la posición del rotor, para ello se utiliza sensores de efecto hall, que utiliza el magnetismo del rotor para detectar su posición. El problema con un simple devanado en el estator, es que el par es muy inestable, esto se resuelve colocando tres o más devanados (figura 5).

En esta configuración, la bobina B se energiza para girar el rotor en sentido de las manecillas del reloj, una vez que el rotor está entre los polos de la bobina B, la bobina C se energiza y así sucesivamente.

Figura 5. Disposición de 3 bobinas en el estator de un motor de imanes permanentes.



Fuente: López J., 2010

Una característica de este tipo de motor es que el par se reduce según se incrementa la velocidad. El campo magnético rotativo genera una fuerza electromotriz (F.E.M.) inversa en la bobina que se está aproximando, esta F.E.M. inversa es proporcional a la velocidad de rotación y reduce la corriente que fluye por la bobina; la reducción de la corriente disminuye la fuerza del campo magnético y por lo tanto el par. Este tipo de motor puede funcionar también como generador y por consiguiente como freno regenerativo. Aunque la corriente a través de las bobinas se va alternando, es básicamente continua, por lo que este tipo de motores se cataloga como motores de continua.

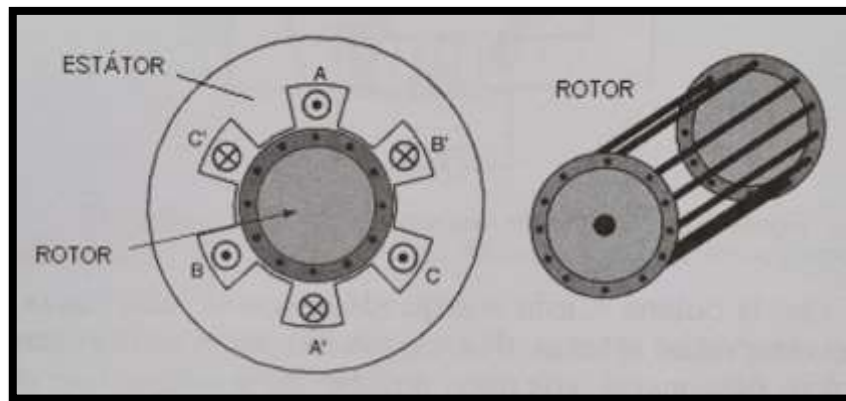
Este tipo de motor requiere de imanes permanentes en el rotor. La ventaja es que la corriente no necesita ser inducida en el motor (como en los motores de inducción) haciéndolos más eficientes y con algo más de potencia específica. La electrónica de control es similar a los motores de inducción, sin embargo, los imanes permanentes incrementan el costo de estos motores.

Motor de inducción asincrónico.

Los motores de inducción se utilizan en muchos tipos de máquinas industriales, lo que les hace ser motores muy experimentados. Los motores de inducción funcionan con corriente alterna, por lo que su aplicación en un vehículo eléctrico puede parecer inapropiada al operar con una fuente de corriente continua, como puede ser la batería. Sin embargo, la corriente alterna se puede conseguir de forma fácil y fiable a través de un inversor.

El principio de funcionamiento de un motor de inducción trifásico se muestra en la siguiente figura. Utilizan la corriente eléctrica para inducir en el estator un campo magnético senoidal y giratorio. El estator se muestra devanado por tres bobinas y el rotor está formado por barras de cobre o aluminio conectadas en sus extremos (cortocircuitadas), formando una especie de jaula (figura 6).

Figura 6. Esquema de funcionamiento de un motor de inducción.



Fuente: López J., 2010

El interior del rotor se encuentra relleno de hierro laminado. Los tres devanados se disponen de tal manera que cuando se le hace pasar una corriente, se produce un campo magnético, si a estas tres bobinas se les alimenta con corriente alterna, el campo magnético resultante gira en el sentido contrario a las manecillas del reloj. Este campo rotativo pasa a través de los conductores del rotor, generando una corriente eléctrica.

La frecuencia de la corriente alterna de alimentación determina la velocidad a la cual rota el campo magnético del estator. El rotor sigue a este campo, girando algo más despacio. La diferencia de velocidades de rotor y campo magnético se denomina deslizamiento y suele estar en torno al 5%.

La velocidad de rotación del campo magnético es la frecuencia suministrada dividida por el número de pares de polos, de manera que un motor con 4 pares de polos girará a la mitad de uno de los polos, para la misma frecuencia de suministro de corriente alterna, uno de los seis polos girará a un tercio y así sucesivamente. Este modo de controlar la velocidad es bastante rígido. Un modo mejor es controlando la frecuencia.

La frecuencia no controla de manera precisa la velocidad, ya que hay un deslizamiento que depende del par. Sin embargo, si se mide la velocidad angular y se controla el bucle cerrado, la frecuencia se puede ajustar para alcanzar la velocidad deseada.

El par máximo depende de la fuerza del campo magnético en el entrehierro, esta a su vez depende de la corriente en los devanados. Un problema es que cuando se incrementa la frecuencia se reduce la corriente, si la tensión es constante, a causa de la inductancia de las bobinas, teniendo una impedancia que es proporcional a la frecuencia. El resultado es que si el inversor se alimenta de una tensión constante, el par máximo es inversamente proporcional a la velocidad.

Este tipo de motor se encuentra ampliamente en la industria, su precio es muy económico, debido a que la corriente tiene que ser inducida en el motor, las pérdidas se incrementan por lo que los motores de inducción tienden a ser menos (1 o 2 %) eficientes que los motores de corriente continua ya descritos.

Existen otros motores eléctricos, estos son:

- Motor de reluctancia conmutada.
- Motor síncrono de imanes permanentes.
- Motor síncrono de reluctancia variable.
- Motor síncrono de excitación separada.

La batería.

FITSA e IDAE (2008), mencionan que la batería ideal para un vehículo eléctrico debe tener una alta energía específica por unidad de peso (vatios-hora por kilogramo, o Wh/Kg), una alta densidad de energía por unidad de volumen (vatios-hora por litro, o Wh/l), una alta potencia específica por unidad de peso (W/kg), un largo ciclo de vida útil y un tiempo de recarga corto. También debería ser segura, reciclable y económica.

El futuro del vehículo eléctrico depende directamente de la evolución que tenga la batería recargable y de su principal factor que es su capacidad de almacenamiento, ya que de ello dependen factores importantes como la autonomía y la velocidad del vehículo.

Nuevos estudios han permitido la fabricación de nuevas tecnologías para el almacenamiento de energía. Las características ofrecidas actualmente en el mercado son una antesala para el mejoramiento de las mismas, lo que permitirá la inmersión de nuevos sistemas de movilidad en la ciudad.

El uso de las baterías secundarias tiene varias aplicaciones, dentro del ámbito automotriz su uso más común es en el arranque del vehículo y abastecimiento para los sistemas auxiliares del mismo.

Hoy en día estas baterías han tenido un gran avance, debido a que han sido objeto de mucho estudio, ya que en la actualidad son usadas como fuente de alimentación para los vehículos híbridos de autonomía extendida y los eléctricos.

Las baterías convencionales además de permitir su recarga, se caracterizan por disponer de una alta densidad de potencia, un perfil de descarga bajo y un excelente rendimiento en temperaturas bajas y altas.

Tabla 2. Tipos de baterías recargables usadas en vehículos eléctricos.

Tipos de baterías recargables	Energía [Wh/kg]	Energía/Volumen [Wh/Litro]	Potencia/Peso [W/kg]	Nº de ciclos	Eficiencia energética [%]
Zebra (NaNiCl)	125	300	---	> 3 000	92,5
Polímero de litio	200	300	> 3 000	1 000	90
Ión de litio	125	270	1 800	> 3 000	90
Níquel-Hidruro metálico	70	140 - 300	250 - 1 000	600	70
Níquel-Cadmio	60	50 - 150	150	500	72,5
Plomo-Ácido	40	60 - 75	150	800	82,5

Fuente: Ceña A., 2009

De los tipos de baterías existentes, para el caso de los vehículos eléctricos las más utilizadas son:

Batería de Ión – Litio. Este tipo de batería es el más conocido debido a que su uso se extiende a ordenadores portátiles, smartphones y tecnología de consumo. Ofrece elevadas prestaciones, por lo que su uso abarca el sector automotriz hoy en día, específicamente en los vehículos eléctricos.

Castañeda V. (2005), menciona que las baterías de Ión – Litio son ideales por sus características para el desarrollo de vehículos eléctricos y se consideran como una solución para ellos.

Tabla 3. Parámetros de las baterías de Ión – Litio.

Energía específica	90 Wh/kg
Densidad energética	153 Wh/L
Potencia específica	300 W/kg antes de que la eficiencia caiga.
Tensión nominal celda	3.5 V
Eficiencia de carga	Muy buena.
Resistencia interna	Muy baja.
Temperatura de operación	Temperatura ambiente.
Nº de ciclos de vida	Más de 3 000

Fuente: Vargas J., 2012

Ventajas:

- Disponen de un voltaje nominal que va de 3 – 4 V.
- Su densidad de energía específica es la más alta del mercado, va de 80 – 170 Wh/Kg.
- Presentan un bajo efecto memoria, por lo que ofrecen una alta recargabilidad.
- Su impacto ambiental no es tan nocivo como sus antecesores (moderado).

Desventajas:

- Elevado costo.
- En condiciones de temperaturas elevadas, sus prestaciones disminuyen.

- Empiezan a descargarse cuando se producen sobre cargas o sobre descargas (problemas con descargas por debajo de 2V).

Según los materiales empleados para el ánodo y cátodo, los tipos de baterías de Ión – Litio son varios.

Tabla 4. Tipos de batería Ión – Litio.

Química del Ánodo/Cátodo	Voltaje de célula Máximo/Mínimo	Ánodo/Cátodo Ah/gm	Densidad de energía Wh/Kg	Ciclos de carga y descarga	Estabilidad térmica
Grafito/NiCoMnO ₂	4.2/3.6	.36/.18	100 - 170	2 000 - 3 000	Muy estable
Grafito/Mn spinel	4.0/3.6	.36/.11	100 - 120	1 000	Muy estable
Grafito/NiCoAlO ₂	4.2/3.6	.36/.18	100 - 150	2 000 - 3 000	Menos estable
Grafito/ Fosfato de Hierro	3.65/3.25	.36/.16	90 - 115	> 3 000	Estable
Titanato de litio/Mn spinel	2.8/2.4	.18/.11	60 - 75	> 5 000	Más estable

Fuente: Universidad de California – Davis, 2009

Debido a las buenas prestaciones ofrecidas por las baterías de litio, se están convirtiendo en las baterías del futuro, dejando o reemplazando a las tradicionales dentro de la automoción eléctrica.

Batería ZEBRA (NaNiCl). Ceña A. (2009), menciona que las baterías ZEBRA (Zero Emission Battery Research Activity), se consideran como una de las baterías más prometedoras en el mundo de los vehículos eléctricos, tienen una alta densidad energética, pero operan en un rango de temperaturas comprendido entre los 270 – 350 °C, por lo que requieren de aislamiento (apropiadas para autobuses).

Otro de sus inconvenientes se refleja en las pérdidas térmicas cuando no se usa la batería. El automóvil eléctrico Think City va equipado con batería ZEBRA NaNiCl de 17,5 kWh.

En Stabio, sur del cantón Tesino (Suiza) se está construyendo una fábrica para producir baterías en serie.

La distancia que recorre un vehículo eléctrico sin recargar la batería está comprendida entre los 60 – 250 Km. Cabe mencionar que estudios indican que los desplazamientos diarios son iguales o inferiores a los 60 Km. Un vehículo eléctrico consume de 0,12 kWh a 30 kWh.

Tratamiento y reciclaje de baterías de vehículos eléctricos.

Umicore, empresa Belga cuenta con dos plantas (Alemania y EE.UU) enfocadas en el desensamblaje de baterías de vehículos híbridos y eléctricos, para ello emplea una tecnología patentada de fundición a temperatura ultra alta (UHT, Ultra High Temperature), sin embargo, en la actualidad se emplean dos tipos de procesos para el reciclado de baterías, estos son:

- **Proceso Piro-Metalúrgico.**_ Los metales son recuperados mediante hornos a alta temperatura.
- **Proceso Hidro-Metalúrgicos.**_ Los metales se recuperan por métodos químicos acuosos.

La principal diferencia de estos procesos está en el objetivo de cada uno de ellos, por una parte el proceso piro-metalúrgico busca recuperar metales valiosos como Cobalto, Níquel, Manganeso, Cromo y Hierro; mientras que el proceso hidro-metalúrgico busca recuperar sustancias como el Litio.

Toxco, empresa canadiense dedicada al tratamiento y reciclaje de baterías, emplea un sistema similar al ya mencionado. Aquí las baterías que llegan son enviadas al molido para que sean trituradas, esto permite que los componentes hechos en aluminio, cobre y acero puedan ser separados fácilmente. Por otro lado aquellas baterías de mayor tamaño que pudieran contener cargas eléctricas son congeladas criogénicamente con nitrógeno líquido antes de ser trituradas; a - 163 °C (- 325 °F), reduciendo a cero la reactividad de las celdas. El litio es extraído inundando las cámaras de la batería en un baño cáustico que disuelve las sales de litio, que son filtradas y usadas para elaborar carbonato de litio. El lodo remanente es procesado para recuperar el cobalto, mismo que se emplea en la fabricación de los electrodos de las baterías.

Dentro de las principales empresas recicladoras de baterías de HEV y EV a nivel mundial se encuentran:

- Toxco Inc. (Canadá).
- Battery Solutions (EE.UU).
- Umicore S.A. (Bélgica).
- Snam (Francia).
- Accurec GMBH (Alemania).

Mantenimiento de un vehículo eléctrico.

En el mantenimiento preventivo o correctivo por el propio desgaste de los elementos de un automóvil, permite identificar que los vehículos eléctricos suponen una ventaja frente a los autos convencionales. Para ello basta comparar un motor eléctrico, con uno a gasolina o diesel; el primero tiene una fabricación más sencilla, además de mencionar que su vida útil es considerablemente mayor.

La cantidad de componentes mecánicos en fricción, responsables del incremento de temperatura se reducen notablemente en un motor eléctrico, por lo que los componentes del mismo están expuestos a un menor desgaste. Para este caso los servicios de revisiones no son requeridos regularmente, particular que si sucede con los motores convencionales.

Audatex (2013), menciona que según su estudio denominado “Vehículo y ahorro según motorización”, el mantenimiento de un vehículo híbrido cuesta tres veces más que el que requiere un vehículo eléctrico.

A partir del sexto año, un vehículo híbrido requiere observaciones con mayor frecuencia, iniciando con el reemplazo de piezas por desgaste. Los mantenimientos preventivo y correctivo para un híbrido, tienen un valor anual (España) de alrededor de 4 000 dólares; mientras que para un vehículo eléctrico supone un valor de alrededor de 1 500 dólares.

Al realizar una comparación entre el mantenimiento de un vehículo eléctrico y el de un vehículo convencional, el mantenimiento del primero resulta un 54% más económico que el de un vehículo a gasolina y hasta un 56% más barato que un vehículo a diésel.

La reducción del costo de mantenimiento a realizarse en un vehículo eléctrico, representa un punto importante a favor de este tipo de vehículo. Dentro de las principales razones para que exista dicha reducción de costos, se encuentra la ausencia de varias partes que componen a un vehículo convencional, entre ellas están:

- Aceite de motor.
- Banda de distribución.
- Bujías.
- Caja de cambios.
- Catalizador y silenciador.
- Depósito de combustible.
- Embrague.
- Filtro de aire, de combustible y de aceite.
- Turbo, entre otras.

Cabe mencionar que un vehículo eléctrico necesita una pequeña revisión cada 5 000 horas, período que para un vehículo convencional representa un recorrido promedio de 50 000 kilómetros, dentro de los cuales supone al menos cinco cambios del filtro de aceite.

Gata J. (2013), menciona que “a pesar de las barreras de autonomía, recarga de batería y alto precio que representa todavía un vehículo eléctrico, lo cierto es que el coste por kilómetro es muy bajo y su tecnología hace que apenas requiera mantenimiento mecánico”.

Otro aspecto que refleja notables diferencias, es el precio de los neumáticos, ya que va en relación al tipo de vehículo y kilometraje recorrido. Además según el tipo de conducción y el estado de las vías por donde se circula, es posible determinar que vehículo es más económico, indicando que no es lo mismo realizar recorridos urbanos que por autopistas o por carreteras.

El mantenimiento de un vehículo eléctrico es escaso (casi inexistente), sin embargo, los fabricantes hacen recomendaciones preventivas para el cuidado de los sistemas y componentes. Se recomienda realizar las siguientes acciones:

- Rotación de neumáticos cada 6 meses.
- Sustituir el líquido de frenos cada 50 000 km.

- Cambiar el refrigerante de las baterías a los primeros 170 000 km, luego de ello realizarlo cada 120 000 km.
- Reemplazar el filtro de aire del sistema de climatización cada 12 000 km.

Para el caso de los vehículos eficientes, un eléctrico tiene un gasto de alrededor de 700 dólares en neumáticos, el valor de los neumáticos para un híbrido cada 120 000 kilómetros representa más del doble de un eléctrico, teniendo un costo de alrededor de 1 310 dólares.

Tipos de vehículos eléctricos.

Actualmente en el continente Europeo ya se comercializan varios modelos de transportes eléctricos y en varios países del resto del mundo, se están introduciendo vehículos eléctricos a sus mercados. Dentro de las distintas categorías de vehículos eléctricos se encuentran:

Motocicleta._ Aquellos vehículos de dos y tres ruedas, son actualmente los vehículos eléctricos con el mayor número de demanda. Disponen de una autonomía que va desde los 40 hasta los 130 Km.

Cuadriciclos._ Son vehículos de con menores prestaciones técnicas que un turismo, sin embargo, han recibido una buena aceptación en el mercado debido a su bajo costo en comparación con un vehículo turismo. Su aplicación se ve reflejada para cubrir recorridos urbanos poco exigidos.

Camiones y autobuses._ Dentro de los modelos comerciales se encuentran furgones y camiones con una capacidad de hasta 12 toneladas. Este tipo de vehículos debido a su mayor tamaño disponen de baterías más grandes lo que les otorga una mayor autonomía en carretera, dicha autonomía está comprendida entre 80 – 300 Km; además tienen la opción de que por pedido el fabricante puede añadir más células de batería para prolongar la autonomía del mismo.

Turismos y comerciales ligeros. _ En estos dos tipos de vehículos eléctricos, según cifras, se consideran que es donde más inversiones económicas se han realizado por parte de los fabricantes.

Todos los esfuerzos realizados se ven reflejados en la autonomía que estos vehículos ofrecen, la cual va del orden de 80 – 500 Km esto, recalcando que son 100 % eléctricos; al mismo tiempo se puede mencionar que sus garantías de seguridad y confort se asemejan a las de sus similares con motores de combustión interna, llegando en algunos casos a mejorarlas. Los vehículos eléctricos comerciales ligeros disponen de una capacidad de carga de hasta 3500 Kg, en este tipo de vehículo en particular se ha procurado por hacer una batería de menor peso con el fin de disponer de una mayor capacidad de carga útil.

Sistema de carga.

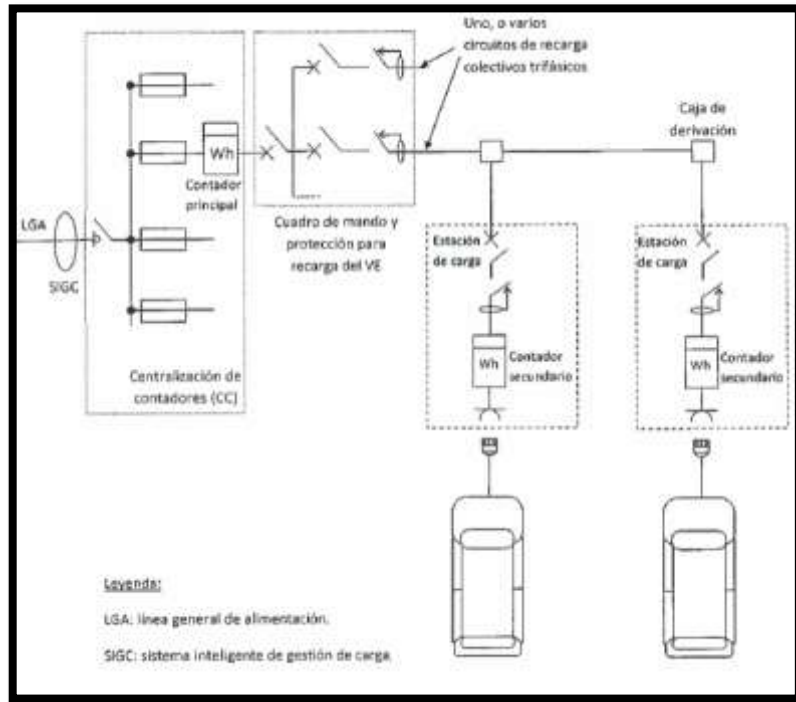
Infraestructura de carga.

Al igual que un vehículo convencional, un vehículo eléctrico requiere de una infraestructura adecuada para abastecerse de energía que alimente a su motor, en este caso es la energía eléctrica. Dentro de los retos para este vehículo, se encuentra la creación de una infraestructura de recarga, misma que debe ser segura, de fácil acceso y cómoda para el usuario.

Los puntos de recarga pueden ser clasificados en relación a dos aspectos, su ubicación y el uso:

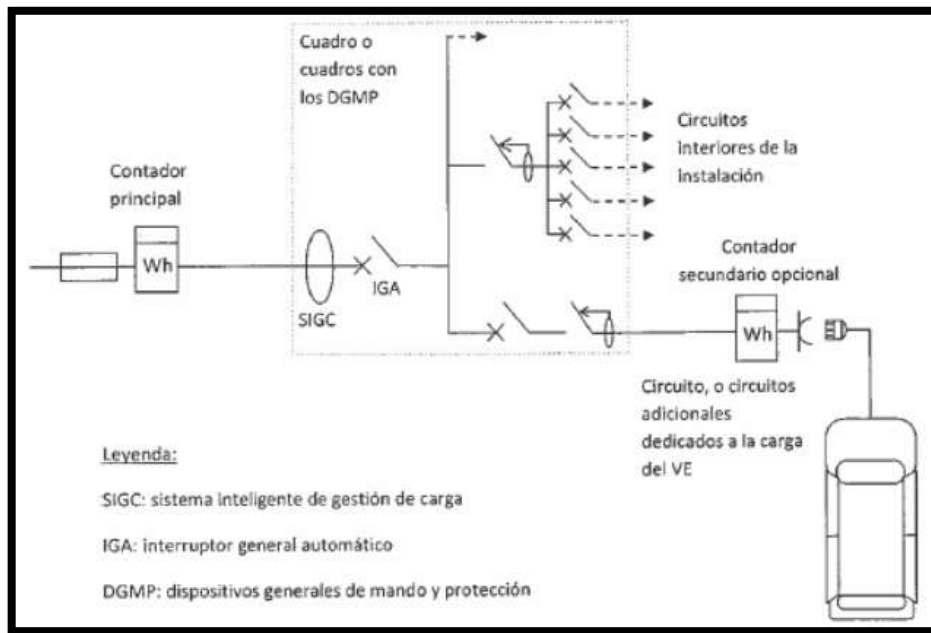
- Públicos:
 - En vías públicas.
 - En garajes privados.
 - En estaciones de recarga (electrolineras).

Figura 7. Esquema de instalación con controlador principal en el origen de la instalación y contadores secundarios en cada una de las estaciones de recarga.



Fuente: ITC-BT 52

Figura 8. Instalación de un punto de recarga para V.E. en garaje de vivienda unifamiliar.



Fuente: ITC-BT 52

- Privados:
 - En garajes particulares (domiciliarios).
 - Garajes de flotas o cooperativas.

Tiempos de carga según su tipo.

BDigital y London EV Plan (2013), mencionan que uno de los factores importantes que encierran los vehículos eléctricos, es el cómo se recargan y el tiempo de duración de dicha recarga. Existen tres tipos de recargas, estos son:

Carga convencional (lenta)._ Es la más estandarizada y de aceptación por parte de los fabricantes. Dentro de la carga convencional monofásica (corriente alterna) se emplea una intensidad de 16 A y una tensión de 230 V. Esta información nos indica que la potencia eléctrica que puede ser entregada en este tipo de cargas es de 3,7 kW.

Con este nivel de potencia, el tiempo de carga de la batería tardaría de 6 a 8 horas para realizar una recarga completa (100%) y de 3 a 4 horas para cargar el 80%. Es una alternativa planteada para realizar las recargas durante la noche, aprovechando el menor índice de demanda energética (horas valle) y se lo realizaría en los garajes de una vivienda privada o garajes comunitarios.

Carga semi-rápida._ Se pronostica que sea la próxima a suplantar a la convencional. Este tipo de carga emplea corriente alterna trifásica con una intensidad de 63 A y una tensión de 400 V. Esto hace posible que el potencial eléctrico a entregar vaya de 7,3 hasta los 43 kW.

Con este nivel de potencia, el tiempo de carga de la batería tardaría 1 hora en realizar una carga completa (100%) y 30 minutos en cargar el 80%. Este tipo de recarga está diseñada para que sea realizada por el propietario de un vehículo eléctrico dentro de su domicilio en su garaje durante la noche, también puede ser ubicada en parqueaderos de concurrencia masiva y en estaciones de servicio.

Carga rápida._ Aceptada por algunos fabricantes, este tipo de carga alimenta un vehículo con corriente continua a una intensidad que va de 400 hasta 600 A y una tensión de 400 V. Este tipo de carga emplea una mayor intensidad eléctrica y se entrega una potencia eléctrica que va de 50 a 250 kW. Este tipo de carga, a diferencia de sus antecesores, fue diseñada para brindarle al usuario un repostaje similar al ofrecido por los vehículos de combustión.

Este servicio sería ofrecido en establecimientos (electrolineras) que dispongan de los equipos y la infraestructura apropiada. Al suministrar una intensidad de 400 A y una tensión de 400 V, la batería tardaría alrededor de 15 minutos en cargar el 65% y 24 minutos en su totalidad. Por otro lado si se trabaja con una intensidad de 600 A y una tensión de 400 V, la carga completa de la batería tardaría de 5 a 10 minutos.

Cabe mencionar que hay vehículos dotados de sistemas como es el caso de los frenos regenerativos, los cuales tienen la función de recargar las baterías cuando estos son accionados; aunque si bien es cierto estos sistemas no están diseñados para recargar completamente a las baterías si brindan una carga adicional cuando el vehículo se encuentra circulando por la vía, beneficio que contribuye al aumento de la autonomía del vehículo eléctrico.

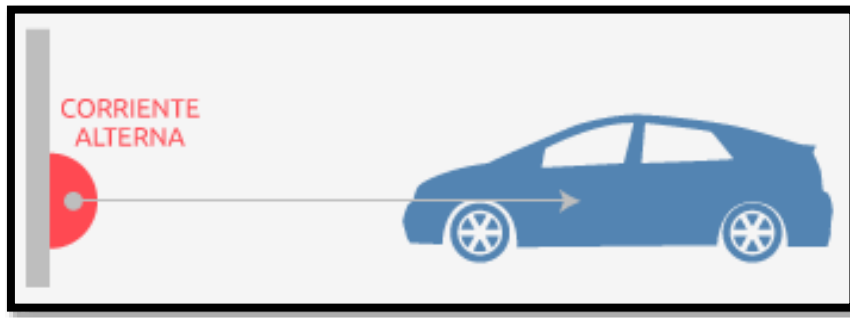
Modos de carga para vehículos eléctricos.

Cuatro modos de carga para vehículos eléctricos, están definidos por la norma IEC 61851 [6]. Cada uno de los modos de carga tiene dependencia entre el tipo de conexión eléctrica y la batería del vehículo.

Modo 1 (Carga en base de una toma de corriente de uso no exclusivo)._ Se dispone de infraestructura de carga en toma tipo “Schuko” (toma doméstica). Para realizar la conexión entre el vehículo y la red eléctrica se necesita de un cable con dos conectores; uno de ellos conectado a la red y el otro al vehículo.

Este tipo de carga está homologada para soportar hasta 16 A durante un máximo de dos horas. Para el caso del V.E. cuyo tiempo de recarga con este potencial eléctrico asciende hasta las ocho horas, existe el riesgo de que el enchufe se funda, además de que este modo no dispone de protección.

Figura 9. Modo 1 de carga



Fuente: Endesa, 2013

Modo 2 (Carga en base de una toma de corriente estándar de uso no exclusivo con protección incluida en el cable). El modo 2 es un avance frente al modo 1. En este modo la infraestructura cuenta con una toma “Schuko” (toma común para hogares) en la pared, para que sea posible la carga se requiere de un cable el cual dispone entre el vehículo y la clavija de conexión a la toma de suministro, una caja con protecciones (circuito piloto de control) que permite:

- Verificar la conexión correcta entre el vehículo eléctrico y la red.
- Comprobar continuamente la integridad de la conexión (conductor) a tierra.
- Seleccionar la velocidad de carga.
- Permite la activación y desactivación del sistema.

Figura 10. Modo 2 de carga.



Fuente: Endesa, 2013

En este modo de carga, la conexión entre el vehículo y la red se realiza a través de tomas de corrientes monofásicas o trifásicas normalizadas con una intensidad máxima de recarga de 32 A.

Figura 11. Cable inteligente tipo Schuko de Renault Fluence ZE.



Fuente: Gestores de carga, 2012

Modo 3 (Carga de una toma de corriente especial para uso exclusivo a la recarga del vehículo eléctrico). En este modo de carga, el equipo utilizado es de uso exclusivo para la recarga del vehículo eléctrico. La infraestructura de recarga es de tipo “Mennekes” con hilo piloto de comunicación integrado. Los dispositivos de control y protecciones (mayores a las de los modos 1 y 2) ya se encuentran dentro del propio punto de recarga. Soporta una intensidad máxima de 32 A, aunque se pretende ampliar a 64 A. El conector a usar debe ser el correcto, tanto el recomendado por el fabricante como por los gestores de carga; con la finalidad de garantizar la seguridad y la capacidad de carga a distintos niveles.

Figura 12. Modo 3 de carga.



Fuente: Endesa, 2013

Modo 4 (Conexión de corriente continua). En este modo el vehículo eléctrico es conectado a un punto de carga donde se cuenta con un convertor de corriente alterna a corriente continua, las protecciones y el control están al lado de la instalación fija y es

únicamente empleada en recargas rápidas, cuyas intensidades de corriente son de hasta 600 A lo que permite cargar un vehículo dentro de un máximo de 30 minutos.

Figura 13. Modo 4 de carga.

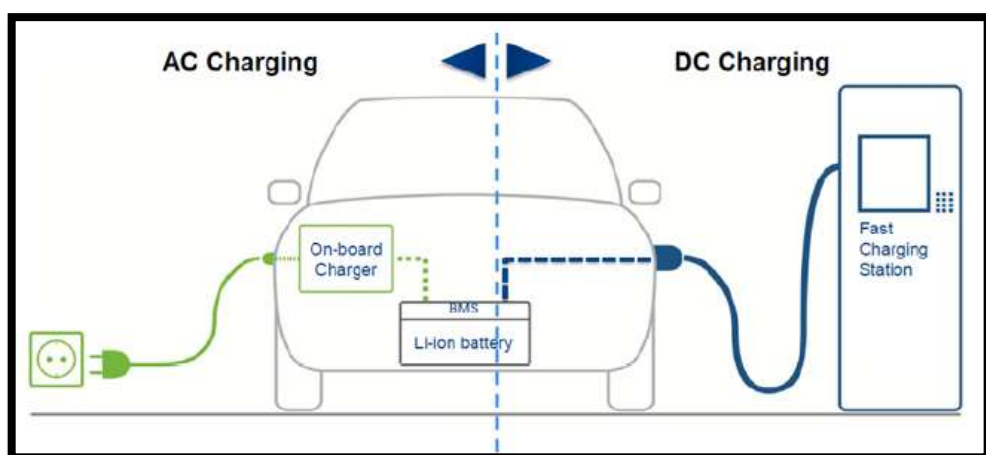


Fuente: Endesa, 2013

Recarga con DC y AC.

El dispositivo que les permite a los vehículos eléctricos recargar su batería, dispone de un convertidor que transforma la corriente alterna de la red eléctrica a corriente continua que es la utilizada para recargar las baterías.

Figura 14. Recarga con corriente continua y con corriente alterna.



Fuente: Epyon Power, 2012

Los sistemas de recarga rápida ya no cuentan con dicho convertidor puesto que trabajan de manera directa con corriente continua. En las recargas con corriente alterna (AC),

(modos 1, 2 y 3) los equipos están dentro del vehículo. Por otro lado las recargas con corriente continua (DC), (modo 4) todo o parte del equipo se sitúa fuera del vehículo en la estación de carga.

Generalmente los sistemas de recarga lenta trabajan con AC, mientras que los de recarga rápida lo hacen con DC; sin embargo, pueden existir casos híbridos que trabajen con ambas como es el caso del “Combo Coupler”.

Dentro de las principales diferencias tenemos:

Tabla 5. Diferencia entre los tipos de recargas.

	Recarga Lenta	Recarga Rápida
Tiempo de recarga	6 - 8 horas	5 - 10 minutos
Potencia requerida	3,7 - 43 kW (16A – 230V)	50 – 250 kW (600A – 600V)
Costo del equipo	< 15 000 USD	25 000 USD

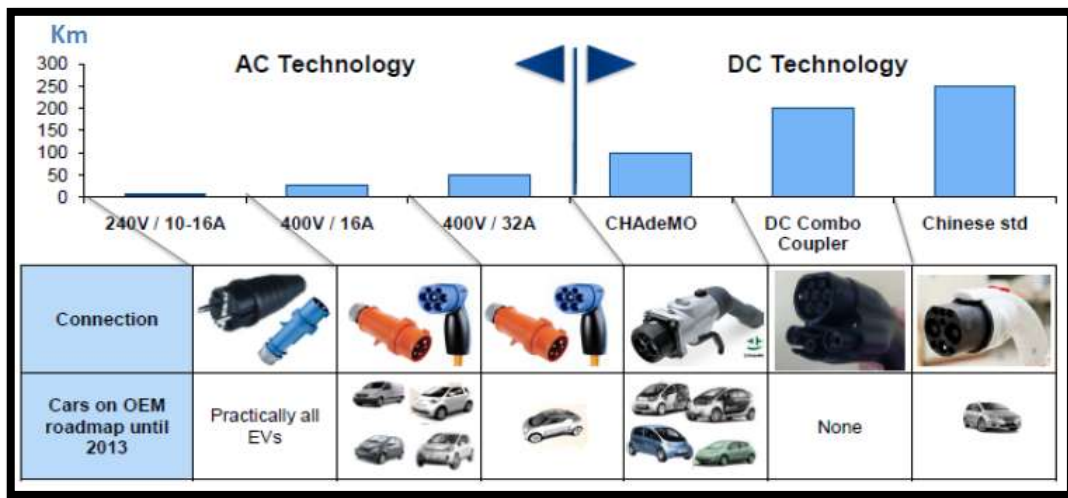
Fuente: Elaboración propia

CHAdEMO (2012), menciona que dependiendo del tipo de recarga, los vehículos eléctricos pueden clasificarse en distintos niveles:

- DC – Baja potencia: Menor de 20 kW.
- AC – Baja potencia: Potencia máxima de recarga 3,7 kW.
- AC – Media y alta potencia: Potencia mayor o igual que 3,7 kW.
- DC – Media potencia: Comprendida entre 20 – 50 kW.
- DC – Alta potencia: Por encima de los 50 kW.

Los puntos de recarga rápida usada por algunos fabricantes corresponden a CHAdEMO, creado en Japón, pero Europa y China tienen sus propias iniciativas tales como “Combo Coupler” y “Chinese Standard” respectivamente.

Figura 15. Sistemas de recarga (Rango de autonomía en Km, recargando un VE en 30 min).



Fuente: Epyon Power, 2012

Modos vanguardistas de carga.

Los métodos de carga antes expuestos realizan recargas a vehículos eléctricos mediante una conexión física a la red eléctrica, hoy en día existen nuevas tecnologías que permiten realizar la misma acción empleando métodos vanguardistas.

Intercambio de batería. Es una tendencia optada por fabricantes como Renault, en ella se pretende el alquiler de las baterías ya que este es considerado como el elemento fundamental y más costoso de un vehículo eléctrico.

La finalidad es reducir el coste del vehículo, así el usuario deja de preocuparse por los posibles problemas o averías que este componente puede sufrir. Renault trabaja en conjunto con su socia la Israelí Better Place, la cual ofrece puntos automatizados de intercambio de este componente, todo ello sin ni siquiera tener que abandonar el vehículo; con ello se consigue que en pocos segundos el vehículo quede completamente cargado.

Dentro de las principales ventajas ofrecidas por este método ante la recarga convencional, tenemos:

- El vehículo queda completamente recargado en alrededor de 59.1 segundos.

- Al disponer de estaciones de intercambio, la autonomía del vehículo se volvería ilimitada.
- El usuario no necesita realizar ninguna actividad para efectuar el intercambio.
- El coste de la batería, su vida útil y mantenimiento, pasa a manos de la empresa que ofrece el intercambio, quedando el usuario exento de todo ello.

A pesar de ser un método que ofrece un gran beneficio, tiene un lado negativo y es que en relación al factor económico que en este caso se realiza un pago mensualmente, se podría concluir que durante la vida útil del vehículo, la inversión económica a realizarse sería mucho más costosa que al utilizar la recarga convencional.

La tecnología que hace posible dicho intercambio es escasa, de hecho Israel es en la actualidad el único país que dispone de la misma. El peso promedio de una batería bordea los 50 Kg por lo que realizarlo manualmente no resulta sencillo y mucho menos se lo realizaría en un corto tiempo.

Figura 16. Sistema automático de intercambio de baterías.



Fuente: Gestores de carga, 2012

Recarga inalámbrica. La recarga inalámbrica fue desarrollada por la empresa HalolPT, la cual actualmente está integrada a Qualcomm. Fue desarrollada bajo el concepto de Transferencia Inductiva de Energía I.P.T. (Inductive Power Transfer).

Este medio de recarga se lo realiza a través de la inducción magnética en donde existe ausencia de cables, de ahí su nombre.

La recarga inalámbrica o también conocida como recarga inductiva. Este tipo de recarga comprende la transferencia de electricidad mediante ondas emitidas por un emisor de ondas y receptadas por un captador o receptor de ondas, esto hace que el elemento receptor se cargue de manera inalámbrica.

Para que la recarga inicie, el vehículo eléctrico debe ubicarse exactamente sobre el dispositivo de recarga. El proceso inicia cuando la red eléctrica excita una bobina situada en la mitad de la transmisión en el suelo, esto crea un campo magnético, el cual excita otra bobina situada en el vehículo cuya energía es captada por la batería.

Las ventajas ofrecidas por esta tecnología ante la recarga por cable, son:

- Seguridad garantizada ante la ausencia de contacto con la toma de corriente.
- Tecnología con mayor facilidad de estandarizar.
- El vehículo no quedaría solo durante el tiempo de recarga, al estar enchufado en una electrolinera.

Actualmente se están realizando estudios para esta tecnología, con la finalidad de mejorar la eficiencia de la misma y conseguir que su costo sea más económico.

Figura 17. Punto de recarga inalámbrica.



Fuente: Gestores de carga, 2012

Transferencia inductiva de energía. La transferencia inductiva de energía, realiza su transmisión desde una plataforma situada en el suelo, hacia una plataforma de recepción ubicada en el interior del vehículo eléctrico; la transmisión de energía se logra mediante resonancia magnética. Para la transferencia, la fuente de alimentación es la encargada de energizar una bobina en un rango que va de 5 a 125°, esta se encuentra conectada a una fuente de corriente eléctrica.

El impacto producido por los puntos de carga es mínimo, esto debido a que únicamente se necesitan plataformas o almohadillas de carga, posibles de instalar en cualquier lugar, en este caso de ser instaladas dentro de un V.E.

Un detalle particular de este sistema, es la propiedad tecnológica que dispone para permitir que el flujo de energía transferido se invierta para que de esta manera el vehículo pueda devolver a la red eléctrica dicha carga.

Tipos de recarga inalámbrica.

Existen dos tipos de recarga inalámbrica, estas son:

Recarga electromagnética. Para realizar una carga, el sistema emplea un campo electromagnético. La transferencia de energía es posible mediante una fuente que provea de energía eléctrica a las baterías. En este caso, se requiere que los dispositivos se encuentren a una distancia corta y también el contacto con los mismos.

Recarga por resonancia. Permite realizar la carga a una distancia de 3 a 5 metros. El sistema emplea dos bobinas de cobre, una de ellas realiza el trabajo de enviar la energía la cual dispone de una fuente de alimentación; mientras que su similar se encuentra conectada al dispositivo que se desea cargar.

Para que se produzca la transferencia de energía es necesario que ambas bobinas tengan la misma frecuencia y se encuentren dentro de la distancia establecida.

Arquitectura de un gestor de carga.

El punto de recarga constituye la parte primordial dentro del proceso de recarga. El gestor es un dispositivo encargado de suministrar la energía adecuada para recargar una batería. El proceso puede ser llevado a cabo desde un domicilio particular hasta un punto específico.

Arquitectura según I.D.A.E.

I.D.A.E. (2012), menciona que las partes que integran un gestor de descarga son:

Punto de recarga (P.R.). Es el equipo que realizará la recarga, en él se conectará el vehículo eléctrico. Es considerado como el punto inicial de comunicación con el sistema de gestión (S.G.).

Sistema de gestión (S.G.). Está conformado por un sistema centralizado. Se encarga de manejar datos de operación de recarga al mismo tiempo que gestiona posibles incidentes durante el proceso. Permite gestionar más de un punto de recarga a la vez, esto le ayuda a comunicarse con varios sistemas de gestión. Asociada al sistema de gestión se

encuentra una base de datos, la cual registra datos estadísticos y permite el acceso a usuarios autorizados.

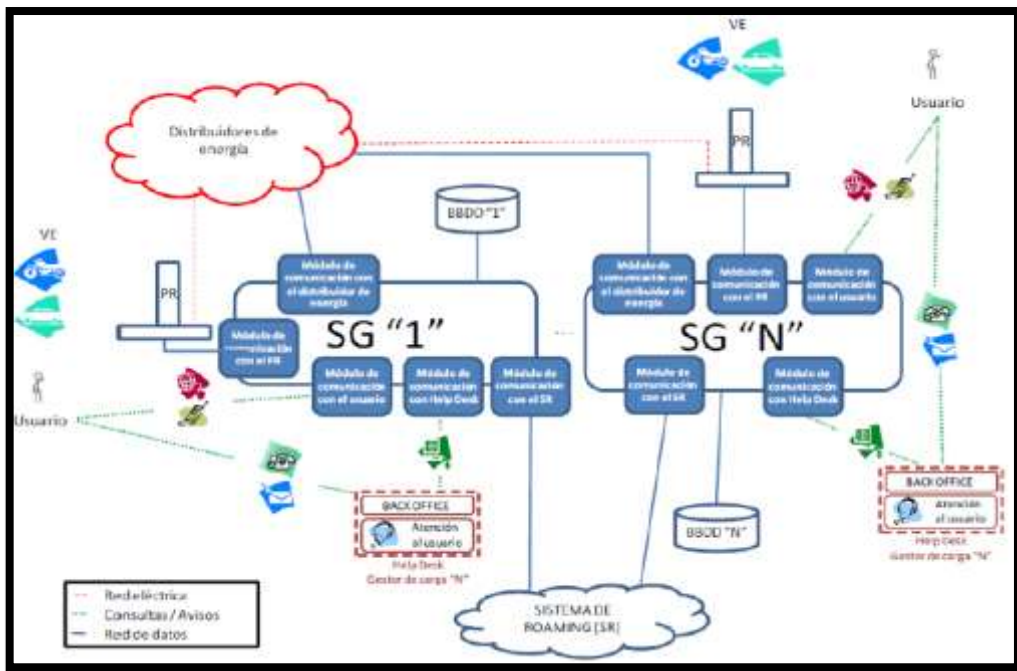
El sistema de gestión debe conectarse con otros módulos, estos son:

- Módulo de comunicación con el punto de recarga._ El S.G. es el encargado de autorizar el inicio y fin de la carga.
- Módulo de comunicación con el usuario._ Se puede integrar a un punto de recarga mediante una pantalla o un acceso móvil. El S.G. se encarga de validar la entrada de un usuario registrándolo en su base de datos.
- Módulo de comunicación con el distribuidor de energía._ Es el encargado de informar sobre los problemas existentes entre el suministro y el distribuidor. La visión para este método se enfoca en controlar de manera inteligente la carga en relación a la demanda energética de la red.
- Módulo de comunicación con el Help Desk._ De ser necesario, el sistema se comunicaría con el usuario para facilitarle información sobre las incidencias y clientes.
- Módulo de comunicación con el sistema de roaming._ Se encarga de enviar la información referente al uso del sistema a otros sistemas de gestión, todo ello con la finalidad de garantizar la interoperabilidad entre los distintos gestores de carga.

Hel Desk._ Se constituye como un elemento añadido cuya finalidad es mejorar el servicio. Sirve como un contacto directo para informar a usuarios para resolver dudas o problemas posibles.

Sistema roaming._ De similar manera que en la telefonía móvil, aquí se permite la interoperabilidad entre los diferentes gestores de carga. Su principal tarea es intercambiar información con usuarios y al mismo tiempo utilizar diferentes puntos de carga que estén dados de alta.

Figura 18. Propuesta IDAE de gestor de carga completo.



Fuente: BDigital, 2012

Tipo de conectores.

Tipo 1 (SAE J1772-2009). Este tipo de conector está diseñado para un sistema monofásico a las tensiones de 120 V o 240 V y puede suministrar un potencial de hasta 16,7kW. A pesar de sus prestaciones, en la actualidad es usado en América y Asia.

Figura 19. Conector tipo 1.



Fuente: Gestores de carga, 2012

Tipo 2 (VDE-AR-E 2623-2-2)._ Este tipo de conector es compatible tanto con tomas de corriente monofásica como trifásica las cuales manejan voltajes entre los 100 – 500 V y es capaz de suministrar hasta 43,5 kW de potencia.

Cabe mencionar que este tipo de conector fue desarrollado por la alemana Mennekes, de ahí su nombre; en conjunto con el EV Plug Alliance, este es uno de los estándares de mayor uso en Europa.

Su principal diferencia en relación al conector Tipo 3, es que ofrece un grado menos de seguridad, esto puesto que es posible acceder a las partes en tensión de la toma.

Figura 20. Conector tipo 2.



Fuente: Gestores de carga, 2012

Tipo 3 (EV Plug Alliance)._ Al igual que su antecesor, este conector también es compatible con corrientes monofásicas y trifásicas que comprenden voltajes entre los 100 – 500 V, suministrando una potencia de 22 kW.

Fue desarrollado por la alianza entre Scame-Schneider-Legrand y tiene gran apoyo por la comunidad francesa e italiana.

Ofrece alto grado de seguridad, esto se debe a que dispone de obturadores de protección, es decir, sus partes de tensión son completamente selladas, además bloquea la clavija y también la tapa de la toma de corriente.

Figura 21. Conector EV Plug Alliance.



Fuente: Gestores de carga, 2012

CHAdEMO. Este tipo de conector estándar proviene de varios fabricantes japoneses. Fue diseñado exclusivamente para la recarga rápida y adaptado únicamente para corriente continua.

Nissan es el principal impulsor de este formato y su objetivo es convertir a este estándar como global por encima de fabricantes europeos y americanos que aún no comercializan sus tecnologías.

Figura 22. Conector CHAdEMO.



Fuente: Gestores de carga, 2012

Sistema de carga rápida.

Dentro de los sistemas de recarga rápida se distinguen tres tipos, dos de ellos de la mano del continente Asiático (Japón y China) y el otro es Europeo.

CHAdEMo. Es la abreviatura de “CHArge de MOve”, este sistema de recarga rápida suministra una corriente continua de 62.5 kW (500 V, 125 A), lo que le da la capacidad de recargar la batería de un VE en 30 minutos.

Fundada por TEPCO, Nissan, Mitsubishi y Fuji Heavy Industries, además de Toyota como miembro ejecutivo. Este sistema utiliza los conectores de corriente continua para realizar recargas rápidas de la mano de TEPCO.

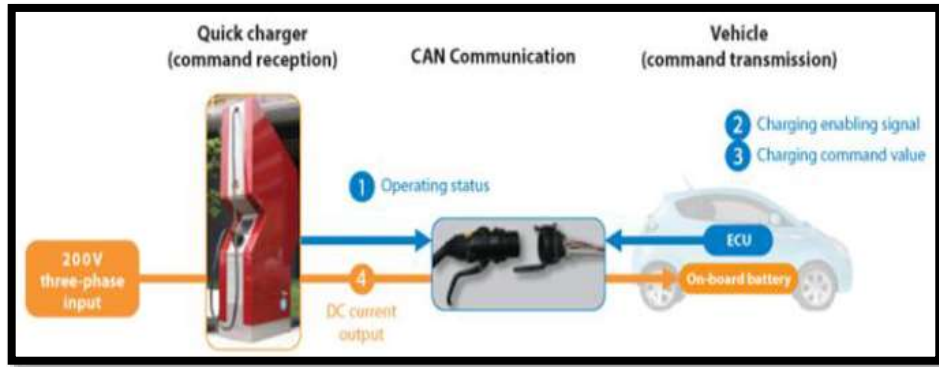
El protocolo CHAdEMO asegura la interoperabilidad a nivel global de los puntos de recarga rápida de corriente continua.

Dentro de las características de este protocolo tenemos:

- Emplea una transmisión de señal analógica y una vía de comunicación CAN.
- Trabaja con una intensidad máxima de corriente de 200 A.
- Altas prestaciones de seguridad, entre ellas tenemos:
 - Distancia de aislamiento entre las clavijas.
 - Dos clavijas de señal digital CAN.
 - Cuenta con 4 pines de señal analógica.
 - Dispone de una toma a tierra.
- Gran versatilidad debido a que es compatible con cualquier tipo de VE, esto gracias a que permite la carga en corriente continua, transmitiendo una serie de parámetros

desde el ECU a bordo del VE para seleccionar el modo de recarga más apropiado en relación al estado de la batería.

Figura 23. Protocolo CHAdeMo de recarga rápida.

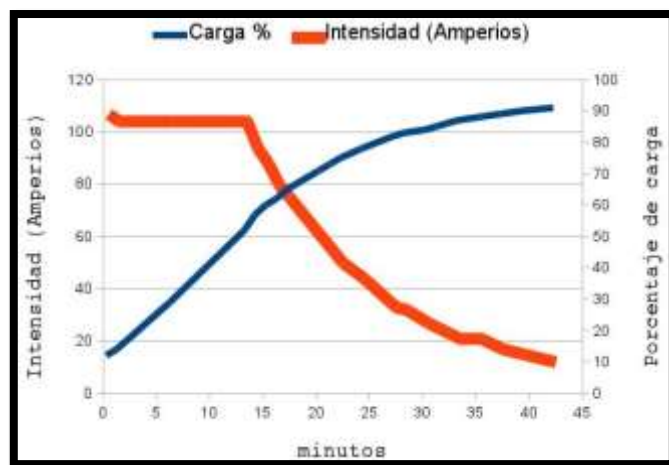


Fuente: CHAdeMo, 2012

Dentro de los VE's compatibles con el protocolo CHAdeMo se encuentran:

- Nissan LEAF.
- Mitsubishi i-MiEV.
- Peugeot iON.
- Citroën C-Zero.
- Subaru Plug-in Stella.
- Protoscar LAMPO2.

Figura 24. Carga rápida (relación amperios – minutos - porcentaje de carga).



Fuente: CHAdeMO

Sistema Chinese Standard._ No existe información detallada sobre este sistema, sin embargo, se conoce que este sistema no será compatible con los estándares SAE y/o IEC.

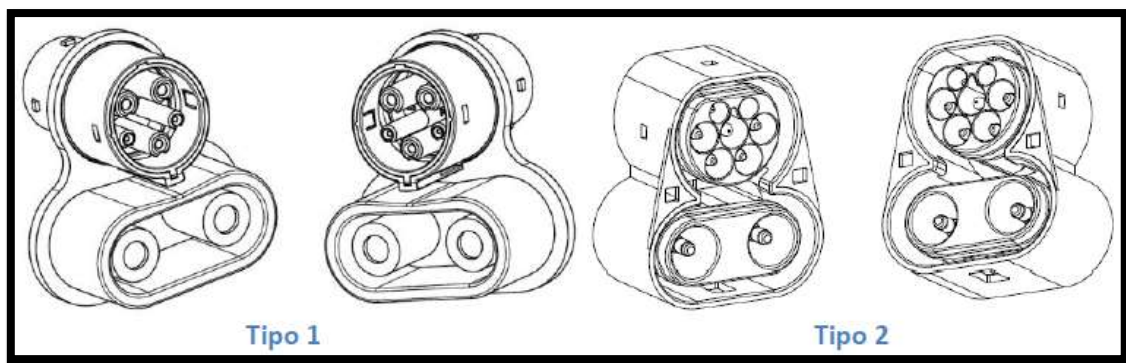
Sistema Combo Coupler._ Este sistema es impulsado por Audi, BMW, Daimler, Porsche y Volkswagen.

Focus Group on European Electro-Mobility (2011), menciona que este sistema (norma IEC 62196-3) pretende ser compatible con el estándar americano SAE J1772.

Dentro del “Combo Coupler”, se trabaja en dos prototipos de cargadores, estos son:

- **Tipo 1.**_ Combina corriente continua y corriente alterna monofásica (600 V/200 A).
- **Tipo 2.**_ Combina corriente continua y corriente alterna trifásica (850 V/200 A).

Figura 25. Tipo de cargadores “Combo Coupler”.



Fuente: Focus Group on European Electro-Mobility, 2011

Uno de los objetivos es hacer que este tipo de cargador sea de menor tamaño en relación a los otros estándares de recarga rápida.

Ahorro económico.

La inversión económica generada por un vehículo eléctrico para su recarga, es significativamente más barata que el repostaje de un vehículo con motor de combustión interna. Para ello se presenta la siguiente hipótesis donde se muestran algunas cifras:

Tabla 6. Comparativa económica entre un vehículo eléctrico y uno de combustión interna.

	VEHÍCULO ELÉCTRICO (V.E.)	VEHÍCULO CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA (V.M.C.I.)
HIPÓTESIS	Consumo de energía en un recorrido de 100 km = 14 kWh	Consumo de combustible en un recorrido de 100 km = 2.4 Gl
	Costo por cada Kilovatio hora (kWh) a consumir 1 kWh = 8 ctvs.	Costo por cada galón (Gl) a consumir 1 Gl (extra) = 1.48 USD
RESULTADOS	Si el recorrido fuera de 100 km, la tarifa de un V.E. sería de 1.12 USD.	Si el recorrido fuera de 100 Km, la tarifa de un V.M.C.I. para recorrerlo sería de 3.5 USD
	Suponiendo que se recorra 10 000 km/año, la tarifa de un V.E. sería de 112 USD	Suponiendo que se recorra 10 000 km/año, la tarifa de un V.M.C.I. sería de 350 USD
CONCLUSIÓN	CON UN V.E. SE GASTARÍA 112 USD, MIENTRAS QUE CON UN V.M.C.I. SE GASTARÍA 350 USD CADA AÑO.	

Fuente: Elaboración propia

Parámetros eléctricos.

Las mediciones que ayudan a verificar la situación del sistema eléctrico, son de gran importancia puesto que esto ayuda al personal técnico a controlar la calidad del suministro de energía eléctrica, además se cuantifica la energía que ha sido suministrada, así como también se controlan los picos de consumo generados.

Para realizar cualquier medición dentro de una red eléctrica, es muy importante tener acceso a ciertos instrumentos que faciliten las mediciones y ayuden a registrar los valores de la misma.

Por seguridad del personal técnico, se recomiendan dos maneras para realizar dichas acciones, estas son:

Directa._ En este tipo de forma, se realiza directamente en los bornes de conexión de la carga o del equipo.

Indirecta._ Cuando no se tiene acceso a los bornes de carga, se recomienda hacerlo en tablero que toma su alimentación.

Las mediciones antes descritas pueden ser realizadas a través de equipos fijos o portátiles; todo ello en relación del tiempo disponible, la importancia de la carga, el espacio físico y la manera de operación del equipo, es decir de forma permanente o intermitente.

Recursos energéticos del Ecuador.

Las fuentes predominantes de energía eléctrica que dispone el Ecuador son de tres tipos, estas son:

- Hidráulica.
- Térmica.
- Importada.

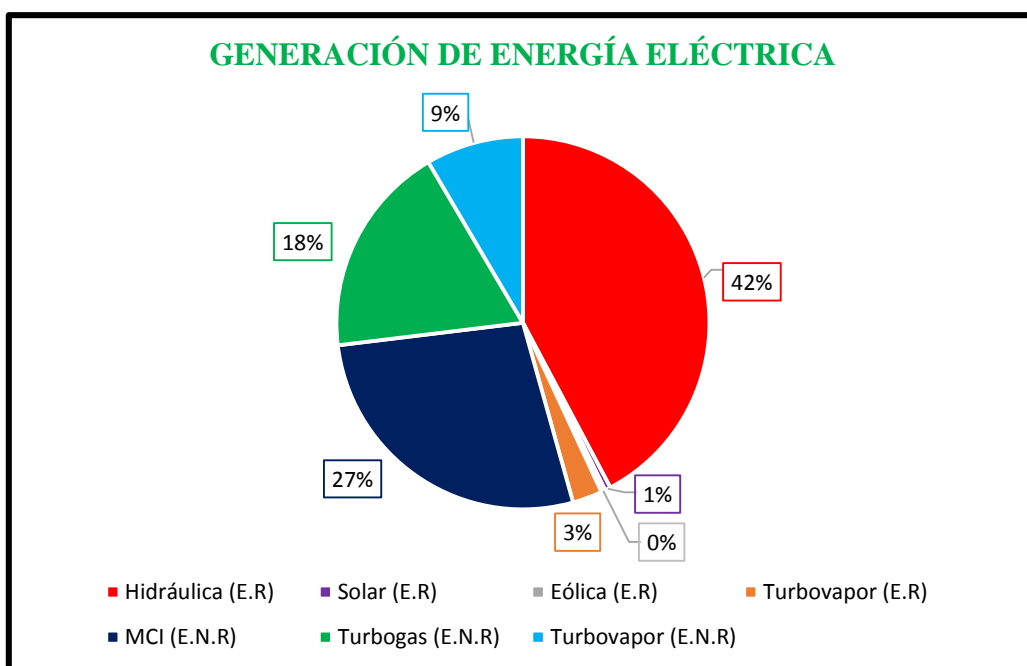
Actualmente existen proyectos y fuentes generadoras de energía eléctrica “limpia”, cuyo aporte ha ido creciendo los últimos años, siendo este el caso de paneles fotovoltaicos, generadores eólicos, entre otros.

Fuentes de energía.

CONELEC (2014), menciona que la potencia efectiva en generación corresponde a:

- 2 235.86 MW (42,23 %) de generación hidráulica (E.R.).
- 26.37 MW (0.50 %) de generación fotovoltaica (E.R.).
- 18.90 MW (0.36 %) de generación eólica (E.R.).
- 136.40 MW (2.58 %) de generación turbovapor (E.R.).
- 1 451. 39 MW (27.41 %) de generación por motores de combustión interna (E.N.R.).
- 977.30 MW (18.46 %) de generación turbogas (E.N.R.).
- 448.24 MW (8.47 %) de generación turbovapor (E.N.R.).

Figura 26. Capacidad efectiva en generación.

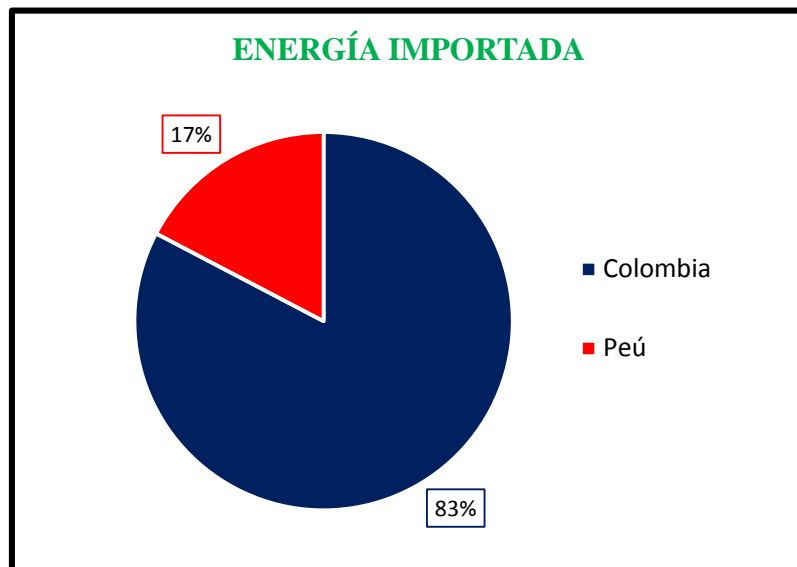


Fuente: Elaboración propia

Con ello se tiene un total de generación de 5 294.46 MW, de los cuales 2 417.53 MW corresponde a energía renovables y 2 876.93 MW a energías no renovables.

- 525 MW (82.68 %) de generación interconectada con Colombia.
- 110 MW (17.32 %) de generación interconectada con Perú.

Figura 27. Energía por interconexiones.



Fuente: Elaboración propia

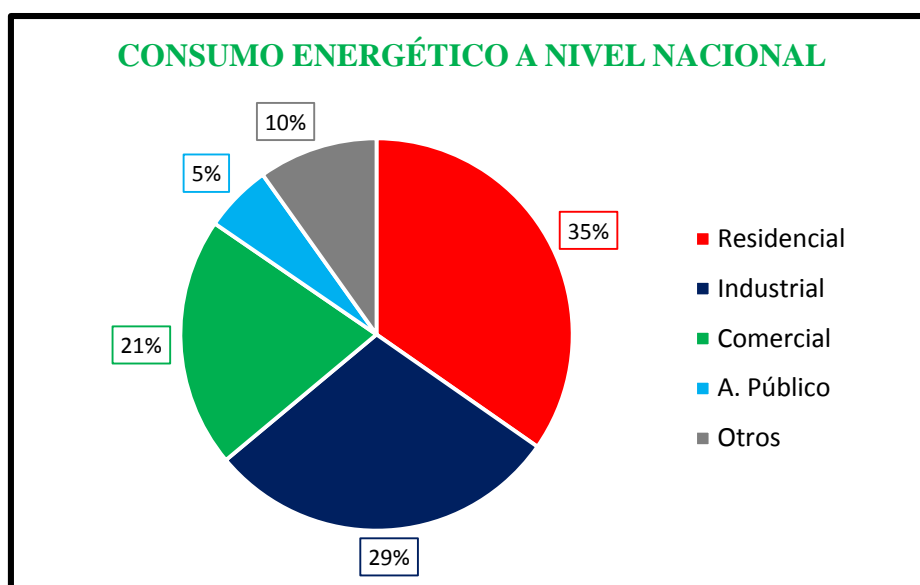
En relación a la energía importada se tiene un total de 635 MW, de los cuales 525 MW corresponden a la compra realizada a Colombia y 110 MW corresponde a la energía adquirida a Perú.

Para el año 2014, la energía disponible (oferta) para el servicio público fue de 20817.81 GWh. El consumo de energía se distribuyó de la siguiente manera:

- Sector residencial con un consumo de 6 330 GWh (34.69 %).
- Sector industrial con un consumo de 5 337 GWh (29.25 %).
- Sector comercial con un consumo de 3 764 GWh (20.63 %).
- Alumbrado público son un consumo de 1 018 GWh (5.58 %).
- Otros con un consumo de 1 798 GWh (9.85 %).

Cabe mencionar que durante el año en mención se registró un total de pérdidas de energía en distribución igual a 2 571.16 GWh.

Figura 28. Consumo de energía durante el año 2014.



Fuente: Elaboración propia

Proyectos de generación eléctrica.

En la actualidad se encuentran en ejecución ocho proyectos hidroeléctricos, de los cuales se estima que para el año 2017, Ecuador será uno de los países cuya matriz energética sea una de las más limpias del mundo con un 90% de generación hidroeléctrica.

Los proyectos en ejecución son de generación hidráulica, estos son:

- Mazar – Dudas con una generación de 20 MW.
- Quijos con una generación de 50 MW.
- Manduriacu con una generación de 60 MW.
- Delsitanisagua con una generación de 115 MW.
- Toachi – Pilatón con una generación de 253 MW.
- Minas – San Francisco con una generación de 270 MW.
- Paute – Sopladora con una generación de 487 MW.
- Coca Codo Sinclair con una generación de 1 500 MW.

La generación de estos proyectos suma un total de 2 755 MW, generados limpiamente en el territorio Ecuatoriano, generación que le permitirá al país cubrir la demanda energética por sí mismo.

Sistema Nacional Interconectado.

El Sistema Nacional Interconectado S.N.I., es el conjunto de elementos del sistema eléctrico conectados entre sí, esto permite la generación y transferencia de energía eléctrica entre centros de generación y centros de consumo, todo ello dirigido a la prestación del servicio público de suministro de electricidad.

El S.N.I. está conformado por:

Empresa generadora._ Aquella empresa encargada de la generación de energía eléctrica, la cual va destinada para el mercado libre o regulado.

Empresa transmisora._ Aquella empresa destinada a ofrecer el servicio de transmisión y transformación de la tensión a esta vinculada. Esta empresa va desde el punto de entrega de un generador, hasta la recepción de un distribuidor o consumidor final.

Empresa distribuidora._ Esta empresa tiene la obligación de prestar el suministro de energía a aquellos consumidores ubicados dentro del área respecto de la cual goza de exclusividad regulada.

Empresa autoproductora._ Aquella empresa que se encuentra en capacidad de abastecer de manera temporal o definitiva del suministro de energía eléctrica y que en casos particulares, esta puede conectarse al S.N.I.

Empresa importadora._ Es el tipo de empresa que genera energía en otro país, en nuestro caso en particular, son Colombia y Perú quienes venden energía eléctrica al Ecuador.

Demanda eléctrica.

Comportamiento de la demanda._ El estado macroeconómico del Ecuador, permite actualmente mejorar el proceso metodológico relacionado con las proyecciones de la demanda energética. Las principales protagonistas son las empresas, las cuales cuentan con planes futuros relacionados con su consumo de energía y su expansión global.

Estudios realizados por CONELEC determinan proyecciones de la demanda energética para cada una de las subestaciones del sistema total de la empresa. En el país, la evolución energética en cuanto a demanda de potencia y energía se refiere, en los últimos años ha tenido un crecimiento constante y sostenido.

Proyección del consumo energético._ La proyección del consumo tiene tres pilares fundamentales, estos son: menor, medio y mayor, todos ellos en función del crecimiento del P.I.B., y las metas relacionadas con el precio y la cobertura del servicio.

Hay que mencionar que el precio es otro punto a considerar, puesto que para la fijación de dicho precio, este va en relación de la demanda. En base a los pliegos tarifarios, los costos para determinar la tarifa energética considera lo siguiente, todo ello de conformidad de la ley:

- El costo medio del sistema de transmisión.
- El precio referencial de generación.
- El valor agregado de distribución.

Según el estudio de proyección realizado por el CONELEC, prevé que las demandas tendrán pérdidas energéticas, las cuáles se reducirán progresivamente. Se estima que el nivel de pérdidas totales para el año 2 020 será de un 8,5%.

Emelnorte S.A.

La Empresa Eléctrica Regional Norte S.A. es el ente encargado de la generación, distribución y comercialización de la energía eléctrica en el norte del territorio Ecuatoriano.

Tiene como finalidad fortalecer el desarrollo industrial, comercial, social y turístico del norte del país.

Alimentación de energía._ La alimentación que recibe Emelnorte S.A. en su gran mayoría, es proporcionada por el S.N.I. esto lo realiza mediante tres puntos de interconexión, todas ellas son subestaciones, estas son:

- Subestación Ibarra 1 con 138/69 kV.
- Subestación Ibarra 2 con 138/34,5 kV.
- Subestación Tulcán con 138/69 kV.

Cabe mencionar que un pequeño porcentaje de la carga es abastecida por las plantas hidroeléctricas propias del país, entre las que se pueden mencionar: El Ambi, San Miguel de Car, La Playa y San Francisco.

Emelnorte S.A. dispone de una potencia de generación equivalente a 15 140 kW, obtenidos de forma hidráulica y térmica, con valores de 12 640 kW y 2 500 kW, respectivamente. Todo ello hace posible entregar un potencia efectiva de 13 330 kW. Para la distribución de energía, se utilizan 15 subestaciones, cada una de ellas con una capacidad de 122 500 kVA.

Área de concesión de Emelnorte S.A._ La zona de concesión cubierta por Emelnorte S.A. comprende las provincias de:

- Carchi.
- Imbabura en su totalidad.
- Norte de la provincia de Pichincha.
- Este de la provincia Sucumbíos.

Tipos de clientes del área de concesión de Emelnorte S.A._ Según el banco de datos de Emelnorte S.A., su mayor número de clientes se encuentra en el sector residencial, este sector ocupa el 88,83 % del total de consumidores de la empresa eléctrica.

El siguiente sector es el comercial, este sector ocupa el 7,8 % y finalmente se encuentra el sector industrial con un 1,7 %. De los datos antes expuestos, los clientes que conforman el sector comercial se encuentran en los cantones de Tulcán e Ibarra; por otro lado, los clientes que integran el sector industrial se encuentran distribuidos de la siguiente manera: Tulcán y Montufar en la provincia de Carchi; Ibarra, Otavalo y Antonio Ante en Imbabura; Pedro Moncayo y Cayambe en Pichincha.

El porcentaje correspondiente al alumbrado público y otros clientes ocupan el 0,01% y 1,5% respectivamente.

Consumo energético en la Provincia de Imbabura._ Los clientes con mayor incidencia en el consumo de energía eléctrica dentro de la provincia de Imbabura, conforman el sector residencial, sin embargo, en los últimos tiempos los sectores comercial e industrial han tenido un aumento significativo, debido al desarrollo en actividades como la producción textil, el comercio y el turismo interno de la provincia.

Dentro de la provincia hay un usuario del sector industrial que se destaca, debido a su nivel de consumo, siendo este Lafarge antes conocida como Cemento Selva Alegre, cuyo nivel de consumo es de 34,5 kW y a pesar de contar con un transformador de potencia propio, consume un promedio de 3 MW.

Puntos de recepción del Sistema Nacional Interconectado.

El S.N.I. abastece de energía eléctrica a EMELNORTE S.A., esto lo realiza mediante sus tres subestaciones.

La subestación Tulcán, se encuentra conectada a la subestación Panamericana de Ipiales y se conecta a una línea de tensión de 138 kV, por lo tanto dicha estación sirve como interconexión con el país de Colombia.

Punto de recepción 77 (Subestación Ibarra – Bellavista)._ Siendo las tres subestaciones controladas por Emelnorte S.A., propiedad de TRANSELECTRIC, misma que se ubica al sur de la ciudad de Ibarra; la subestación de Bellavista tiene una transformación de 138/69 kV, de esta salen cuatro circuitos de subtransmisión de 69 kV cada uno para alimentar al sistema de Emelnorte S.A. contando con las siguientes características:

- **Circuito uno.**_ Recorre una distancia de 19,4 km hasta llegar a la subestación Otavalo y recorre 26,5 Km más para llegar a la subestación Cayambe.
- **Circuito dos.**_ Recorre 6 km hasta llegar a la subestación San Agustín y avanza 2 km más hasta la subestación El Retorno.
- **Circuito tres.**_ Recorre 20,5 km para llegar a la subestación El Chota y continúa 20,5 Km adicionales hasta la subestación El Ángel.
- **Circuito cuatro.**_ Finalmente el último circuito recorre una distancia de 29 km para llegar a la subestación San Gabriel.

Punto de recepción 79 (Subestación Ibarra – Bellavista)._ Se tiene un recorrido de 3,7 km para llegar a la subestación de seccionamiento Alpachaca. En esta subestación, se cuenta con un transformador de 138/34,5 kV, de la cual se desprenden tres circuitos cuyo voltaje es de 34,5 kV. De esta manera tenemos:

- **Circuito uno.**_ Recorre una distancia de 5,5 km hasta la subestación Atuntaqui.
- **Circuito dos.**_ Recorre una distancia de 37 km hasta la subestación Tabacundo.
- **Circuito tres.**_ Recorre 1,3 km para llegar a la subestación diesel.

Cabe mencionar que el punto de recepción 92, corresponde a la subestación Tulcán, pero por tratarse de un tema enfocado a la provincia de Imbabura, en concreto a la ciudad de Ibarra, esta, no será tomada en cuenta.

Matriz de relación diagnóstica.

En la tabla 11, se resumen los objetivos, las variables, los indicadores de diagnóstico, la técnica a emplearse y el público a encuestarse.

Tabla 7. Matriz de objetivos, variables e indicadores diagnósticos.

Objetivos	Variables	Indicador	Técnica	Público entrevistado
Identificar el combustible que registra la mayor demanda	Tipos de combustible y/o energía utilizada	Combustibles fósiles. Energías alternativas.	Encuesta	Propietarios de vehículos livianos
Determinar la capacidad para adquirir un vehículo eléctrico	Cantidad de vehículos	Nº de vehículos propios. Posibilidades económicas	Encuesta	Propietarios de vehículos livianos
Identificar la jornada donde se registra el mayor uso de vehículos	Jornadas del día	Matutina, Vespertina, Nocturna, Otros.	Encuesta	Propietarios de vehículos livianos
Determinar la cantidad de horas que un vehículo permanece parqueado en la calle	Lapsos de 2 horas	Frecuencia de parqueo. Ubicación de cargadores	Encuesta	Propietarios de vehículos livianos
Identificar el uso común dado a un vehículo	Lugares de movilización	Ciudad, Campo, Otro.	Encuesta	Propietarios de vehículos livianos
Determinar la cantidad de kilómetros recorridos diariamente	Cantidad de kilómetros	Nº de km que recorren los propietarios de un vehículo	Encuesta	Propietarios de vehículos livianos
Identificar el nivel de conocimiento de las horas pico de consumo energético	Nivel de conocimiento	Conocimiento de las horas con mayor demanda de energía	Encuesta	Propietarios de vehículos livianos
Identificar el nivel de conocimiento del valor del kilovatio hora	Nivel de conocimiento	Conocimiento del precio del kilovatio hora	Encuesta	Propietarios de vehículos livianos
Determinar la importancia y conocimiento de la autonomía de un vehículo	Nivel de conocimiento	Conocimiento acerca de la autonomía vehicular	Encuesta	Propietarios de vehículos livianos
Identificar el nivel de conocimientos acerca de las características de un vehículo eléctrico	Nivel de conocimiento	Conocimiento acerca de los vehículos eléctricos	Encuesta	Propietarios de vehículos livianos

Determinar la acogida de los usuarios en relación a las horas de recarga	Acogida de las horas de recarga	Acogida para recargar un vehículo eléctrico	Encuesta	Propietarios de vehículos livianos
Presentar una comparación de costos al cargar un VE y un vehículo convencional	Acogida para la compra de un vehículo eléctrico	Nº de usuarios dispuestos a comprar un V.E.	Encuesta	Propietarios de vehículos
Identificar el nivel de conocimiento acerca del precio de un vehículo eléctrico	Nivel de conocimiento	Conocimiento del precio de un vehículo eléctrico	Encuesta	Propietarios de vehículos
Determinar una opinión acerca de los combustibles fósiles	Energías alternativas. Combustibles fósiles.	Uso de energías alternativas o la continuidad de combustibles	Encuesta	Propietarios de vehículos
Presentar posibles beneficios por adquirir un vehículo eléctrico	Beneficios	Reemplazo de vehículos convencionales por V.E.	Encuesta	Propietarios de vehículos
Identificar el nivel de aceptación para introducir V.E. en la ciudad de Ibarra	Aceptación de vehículos eléctricos	Usuarios que aceptan la introducción de V.E.	Encuesta	Propietarios de vehículos

Fuente: Elaboración propia

Capítulo III

Metodología de la investigación

Tipo de investigación.

El presente trabajo se considera como una investigación tecnológica, para ello se pretende desarrollar un trabajo de estudio técnico, mismo que comprende realizar investigaciones acerca de vehículos eléctricos, analizar la red eléctrica de la ciudad de Ibarra y determinar la factibilidad y beneficio que este tipo de vehículos pueden brindar. La finalidad es ofrecer una alternativa a un problema de interés común.

De igual manera es considerada como una investigación descriptiva, puesto que dentro de la presente investigación se realizará un análisis de los datos referentes a la red eléctrica de la ciudad de Ibarra, además se analizarán los beneficios ofrecidos por el vehículo eléctrico en comparación a los convencionales.

También es considerada como una investigación bibliográfica, puesto que para el desarrollo de la misma es necesario obtener información de documentos, sobre datos estadísticos de ciertos parámetros, como es el caso del parque automotor de la ciudad de Ibarra y la oferta y demanda de su red eléctrica.

Métodos.

Para el desarrollo de la presente investigación se emplearán los siguientes métodos:

- **Inductivo – deductivo.**_ Este método es empleado, puesto que conlleva al análisis de encuestas.
- **Analítico – sintético.**_ Con este método lo que se pretende es realizar un adecuado manejo de la información, realizando un análisis pertinente, para utilizar posteriormente dicha información en la elaboración del marco teórico.

Técnicas e instrumentos.

Las técnicas a emplearse serán las siguientes:

- **Variables e indicadores.**_ Las variables e indicadores serán la base para el diseño de instrumentos de investigación como es el caso de la encuesta, para la posterior realización de un diagnóstico situacional.
- **Encuesta (dirigida a los habitantes de la ciudad de Ibarra).**_ Para conocer ciertas opiniones de la ciudadanía de la ciudad de Ibarra, se elaborará una encuesta en la cual se solicitará información relacionada con los vehículos eléctricos.

Población y muestra.

El I.N.E.C. (2010), menciona que la población correspondiente al cantón San Miguel de Ibarra para el año 2014 será de un total de 201 237 habitantes.

La A.N.T. (2013), menciona que hasta el año 2013 se registró un total de 45 860 vehículos matriculados en la provincia de Imbabura, de los cuales 16 054 son automóviles.

Para el año 2014 se estima un total de 49 345 vehículos matriculados en la provincia de Imbabura, de estos 16 556 serían automóviles, correspondiendo un total de 7 568 automóviles matriculados al cantón San Miguel de Ibarra.

Cálculo de la muestra.

Dentro del cálculo de la muestra, es necesario conocer a la población, universo o colectivo que comparten características comunes. Una población puede ser finita cuando está delimitada y se conoce el número que la integran, por otro lado, la población puede ser infinita cuando a pesar de estar delimitada en el espacio, no se conoce el número de elementos que la integran.

La muestra es un subconjunto de la población. Dentro de sus características principales tenemos:

- **Representativa.**_ Se refiere a que cada uno de los elementos de la población tiene la misma oportunidad de ser considerados parte de dicha muestra.
- **Adecuada y válida.**_ Hace referencia a que la muestra debe ser obtenida de tal manera que permita establecer un mínimo de error posible respecto a la población. Para que la muestra sea fiable, es necesario que su tamaño sea obtenido mediante procesos matemáticos que eliminen la incidencia del error.

Cabe mencionar que para este caso en particular no se utilizará la cantidad de habitantes de la ciudad de Ibarra, ya que al hacerlo, se asumiría que cada habitante de dicha ciudad dispone de un vehículo obteniendo con ello una muestra equivocada; en su lugar se empleará la cantidad total de vehículos livianos matriculados en la provincia de Imbabura, aclarando que se trabajará con aquellos que correspondan al cantón San Miguel de Ibarra.

Para calcular el tamaño de la muestra es necesario utilizar la siguiente ecuación:

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

Donde:

n = Tamaño de la muestra.

N = Tamaño del universo o población.

p = Proporción esperada del universo que disponga de las características a investigarse, cuyo valor máximo puede ser igual a 1.

q = Corresponde al resto del universo que no comparte las características a investigarse, generalmente obtenido a partir de 1-p.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza que equivale a 1.96 (estadísticamente más usual), o en relación al 99% de confianza que equivale a 2.58, este dato va en relación al valor del error muestral considerado.

e = Límite aceptable de error muestral que generalmente cuando no se tiene su valor, se utiliza un valor que varía entre el 1% (0.01) y el 9% (0.09), considerando el valor del nivel de confianza utilizado.

Cálculo de la muestra para los siguientes datos:

$$\mathbf{N = 7\ 568} \quad \mathbf{p = 0.8} \quad \mathbf{q = 0.2} \quad \mathbf{Z = 1.96} \quad \mathbf{e = 0.05}$$

$$n = \frac{[(7\ 568) * (0.8) * (0.2) * (1.96)^2]}{\{[(7\ 568 - 1) * (0.05)^2] + [(0.8) * (0.2) * (1.96)^2]\}}$$

$$n = \frac{[(1\ 211) * (3.8416)]}{[(18.92) + (0.615)]}$$

$$n = \frac{4\ 652}{19.5}$$

$$\mathbf{n = 238\ Encuestas}$$

El valor de n representa la muestra con la que se trabajará en el presente proyecto de investigación.

Capítulo IV

Propuesta de implementación de vehículos eléctricos.

Cálculo del incremento porcentual de consumo energético.

Para determinar el incremento registrado al comparar los meses y los años comprendidos desde 2012 hasta 2014, es necesario la utilización de la siguiente ecuación:

$$IP = \left(\frac{SP - SA}{SA} \right) * 100$$

Donde:

IP = Incremento porcentual.

SA = Situación anterior.

SP = Situación posterior

Conceptos básicos.

Valor máximo registrado._ Es el más alto valor energético, que puede registrarse durante una semana, mes o año específico, a una hora cualquiera en un día cualquiera.

Día de mayor consumo._ Corresponde al día crítico registrado durante una semana, un mes o un año, cuyo valor total de consumo energético durante dicho día, representa el valor más alto en comparación a los valores del resto de días. Cabe mencionar que el valor máximo registrado, en ocasiones puede suscitarse a una hora específica del día crítico, sin embargo este particular no sucede siempre.

Análisis de la demanda presentada a Emelnorte S.A.

Comportamiento de la demanda para el año 2012.

Figura 29. Consumo energético correspondiente al año 2012.

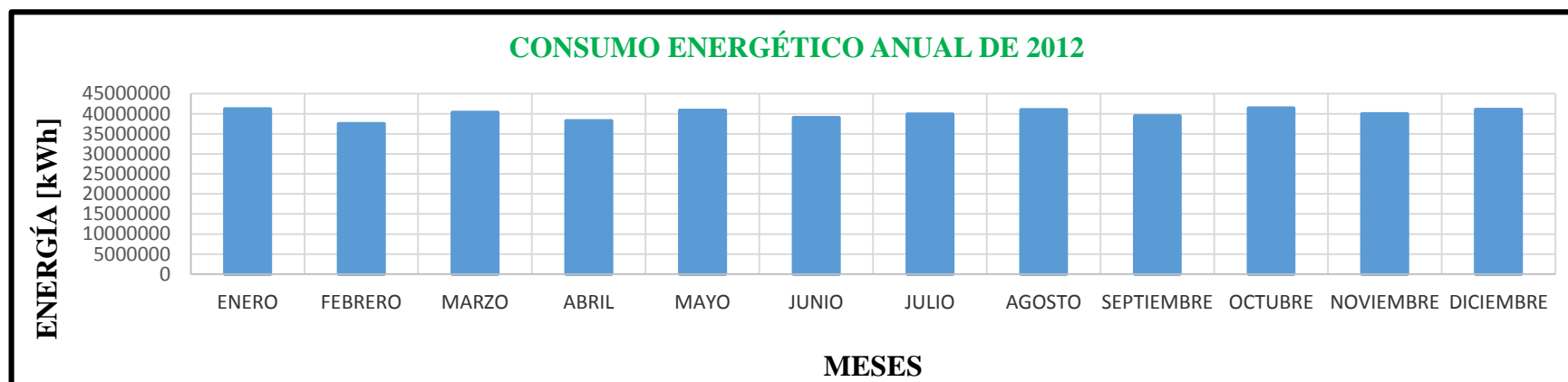


Tabla 8. Valores correspondientes a los meses del año 2012.

Mes	Energía [kWh]
Enero	41 212 946.61
Febrero	37 518 070.02
Marzo	40 318 376.79
Abril	38 234 847.63
Mayo	40 831 414.06
Junio	39 010 781.52

Julio	39 929 286.05
Agosto	40 950 964.95
Septiembre	39 471 283.07
Octubre	41 431 653.41
Noviembre	39 939 011.11
Diciembre	41 024 556.78
Total	479 873 192

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

En base a los datos obtenidos en la curva de la demanda correspondiente al año 2012, es posible determinar los siguientes resultados:

- Para el año 2012 se registró un consumo energético, cuyo valor total fue 479 873 192 [kWh]. Dicha cantidad corresponde a la demanda presentada por los sectores: residencial, comercial e industrial.
- La demanda de energía para el año 2012 obtuvo un valor promedio de 39 989 432.67 [kWh].
- El valor máximo del consumo energético registrado durante el año 2012 se suscitó a las 20:00 horas, en el día 25 del mes de enero con un valor equivalente a 89 376 [kWh].
- El valor mínimo de consumo energético registrado durante el año 2012 se suscitó a las 07:00 horas, en el día 30 del mes de Septiembre con un valor equivalente a 29 767 [kWh].
- En la curva del año 2012 se puede identificar claramente que el mes en donde se registra la mayor demanda energética corresponde al mes de Octubre, por lo que se lo considera como el mes más crítico de todo el año antes mencionado.
- El mes con el menor registro energético corresponde al mes de Febrero, cuyo valor fue igual a 37 518 070.02 [kWh].
- Al determinar la diferencia entre el mes de mayor y menor consumo energético (Octubre y Febrero respectivamente) se puede concluir que el resultado de la misma indica, que a partir de este último se registra en el sistema un valor de 3 913 583.39 [kWh] para acaparar la demanda mencionada en el mes crítico.
- Durante el año, el mes de Febrero se destaca debido a que es el mes que cuenta con menos días y por lo tanto este mes siempre será el que menor consumo energético registre en comparación al resto de meses.

Análisis del mes que registra el mayor consumo energético del año 2012 (Octubre).

Figura 30. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Octubre de 2012.

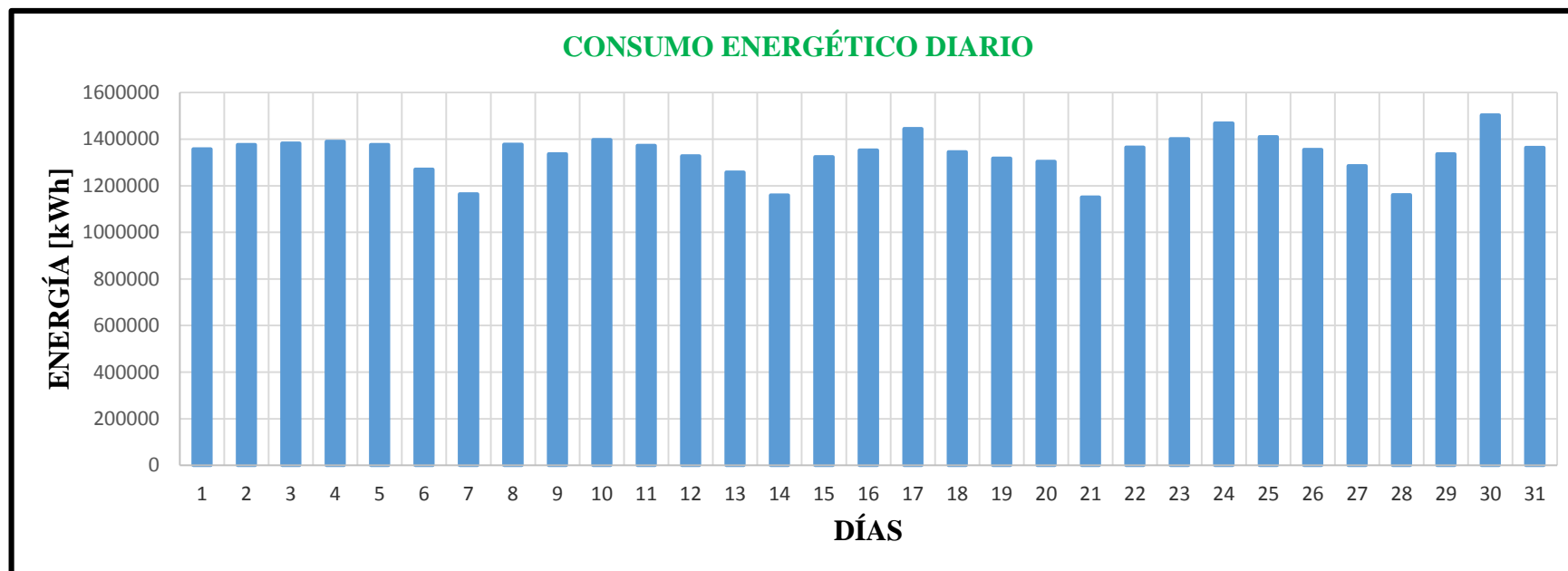


Tabla 9. Valores correspondientes al mes de Octubre de 2012.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	85 831	37 049	1 502 712	1 150 856	1 336 505	41 431 653
Hora (24 h)	20:00	07:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	24	28	30	21	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

En base a los datos obtenidos en la curva de la demanda correspondiente al mes de Octubre de 2012, es posible determinar los siguientes resultados:

- El mes de Octubre está conformado por 31 días.
- El mes de Octubre, fue el mes más crítico durante el año 2012 al registrar un consumo total de 41 431 653 [kWh].
- El valor promedio de consumo energético por día para el mes de Octubre fue igual a 1 336 505 [kWh].
- El valor máximo de consumo energético registrado durante este mes fue igual a 85 831 [kWh] y ocurrió a las 20:00 horas del día 24.
- El valor mínimo de consumo energético registrado en el mes en mención fue igual a 37 049 [kWh] y se dio a las 07:00 horas del día 28.
- El día que presentó el mayor consumo energético corresponde al día 30 del mes en estudio, lo cual indica que este, fue el día más crítico registrado durante el mes de Octubre de 2012.
- El día 21 registró el menor consumo energético de todo el mes de Octubre.
- En la figura 38, es posible apreciar que el consumo energético tiende a decrecer los fines de semana en especial los días domingos, afirmando con ello que para este mes, cada domingo fue el día de menor consumo energético. Indicando además que fue en el tercer domingo cuando se registró el día de menor consumo de todo el mes.

Análisis de la curva del día que registra el mayor consumo energético del mes de Octubre de 2012 (día 30).

Figura 31. Curva del día de mayor consumo energético del mes de Octubre de 2012.

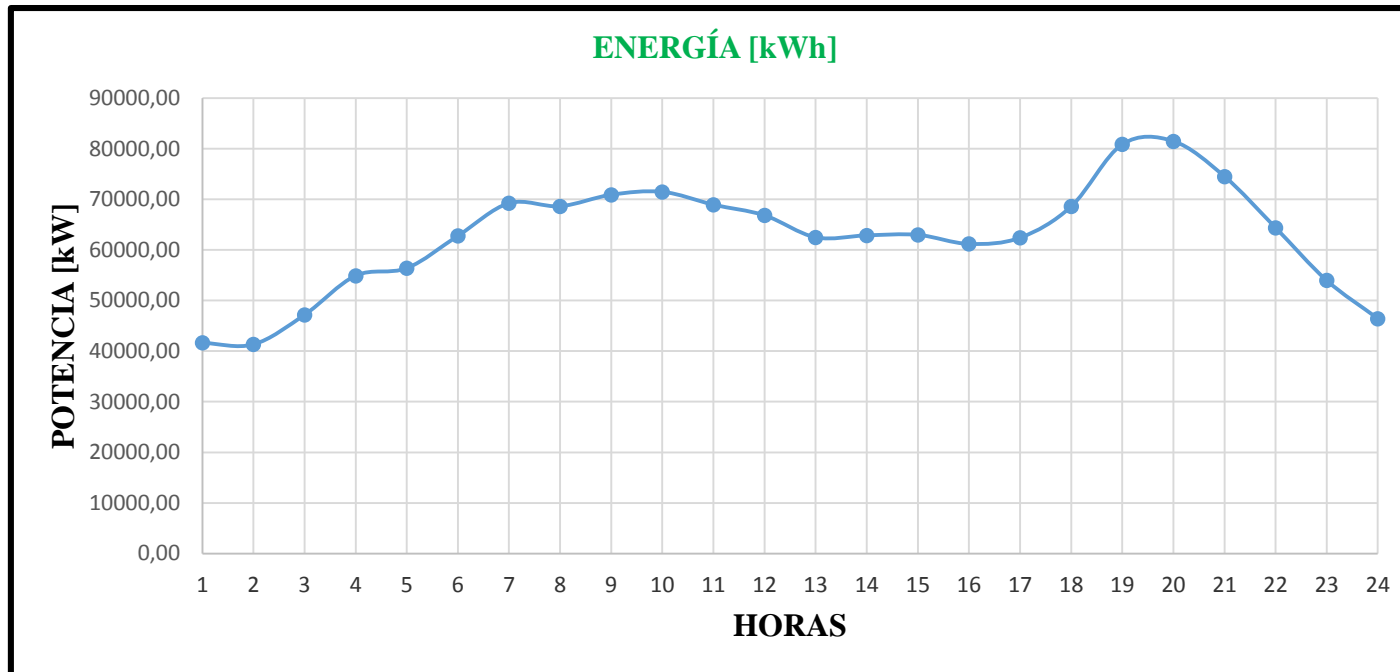


Tabla 10. Valores correspondientes al día 30 del mes de Octubre de 2012.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	81 498.59	41 343.51	62 613.01	1 502 712
Hora	20:00	02:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

En base a los datos obtenidos en la curva de la demanda correspondiente al día 30 (día crítico) del mes de Octubre de 2012, es posible determinar los siguientes resultados:

- Para el día 30 de Octubre de 2012, las horas valle de consumo energético se comprenden a partir de las 22:00 hasta las 06:00 horas. Registrando la mayor caída de consumo energético a las 02:00 horas con un valor igual a 41 343.51 [kWh] y el valor promedio para dicho rango de horas es de 52 124.16 [kWh].

El comportamiento de la curva durante las horas antes citadas, se debe a los siguientes factores:

- El número de consumidores se reduce debido a que emplean estas horas para descansar.
 - La cantidad de aparatos eléctricos conectados se reduce gradualmente.
 - Los consumidores activos durante estas horas son reducidos.
 - No se observa un consumo nulo, debido a que cierta parte del sector industrial y comercial labora durante estas horas.
- Existe una creciente en la curva que se registra a las 07:00 horas, pasando de 62 791.15 [kWh] (06:00 h) a 69 241.91 [kWh].

Los factores que determinan dicho crecimiento son:

- La creciente en la curva es ocasionada por usuarios del sector residencial.
 - La utilización de electrodomésticos para la preparación de alimentos tales como: microondas, licuadora, cafetera, tostadora, cocina eléctrica, batidora, entre otros.
 - La utilización de ducha eléctrica por parte de los usuarios, antes de realizar sus actividades cotidianas.
 - la utilización de aparatos eléctricos tales como: celular, secadora, plancha, barbera, entre otros.
- Para las 08:00 horas, se aprecia una caída en la curva, pasando de 69 241.91 [kWh] (07:00 h) a 68 653.03 [kWh].

La principal razón para dicha caída es:

- Los usuarios del sector residencial (causantes del crecimiento entre las 06:00 y 07:00 h) disminuyen, debido a que salen de sus hogares a realizar sus actividades cotidianas y por tal motivo los electrodomésticos utilizados se reducen.

- En la curva del día de mayor demanda energética se puede observar que en el lapso de 09:00 a 12:00 horas, existe una creciente mayor. Presentando un valor promedio por hora de consumo energético equivalente a 69 550.82 [kWh] durante el mencionado lapso de tiempo.

El comportamiento de la curva durante estas horas se debe a dos razones principales, estas son:

- El sector comercial se encuentra totalmente activo (restaurantes, variedad de negocios, oficinas, entre otros).
 - La cantidad de electrodomésticos utilizados crece considerablemente.
- Durante el lapso comprendido entre las 13:00 y las 17:00 horas, existe una tendencia similar, debido a que las fluctuaciones en las variaciones de consumo son mínimas. Presenta un valor promedio por hora de consumo energético equivalente 62 399.19 [kWh] durante el mencionado lapso de tiempo.

Las razones para este comportamiento son las siguientes:

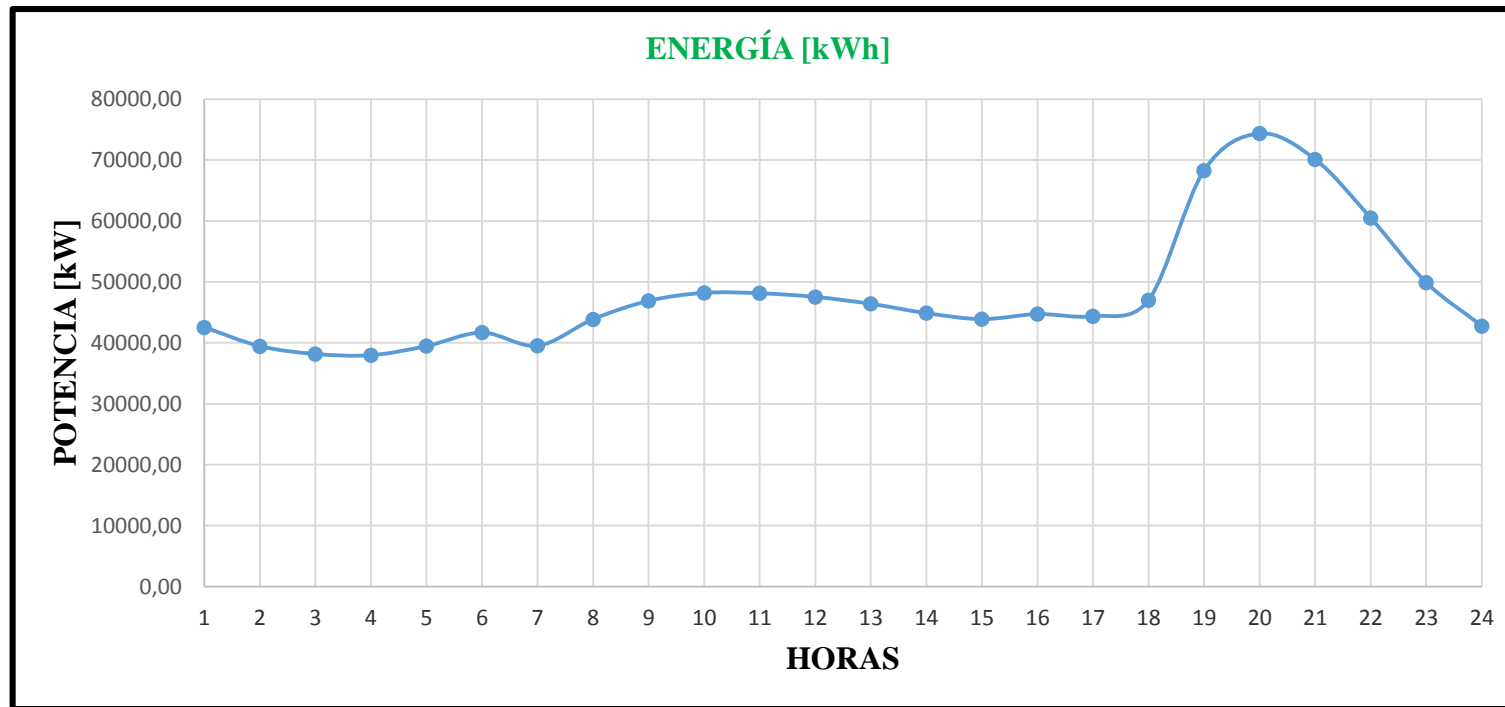
- No existe mayor demanda por parte del sector residencial.
 - Parte del sector comercial (restaurantes) deja de funcionar.
 - Usuarios del sector industrial mantienen un consumo constante.
- La curva del día 30 determina que las horas pico registradas en este día, están comprendidas entre las 18:00 y 22:00 horas, de las cuales el pico máximo se registra a las 20:00 horas con un valor igual a 81 498.59 [kWh]. Para este intervalo de tiempo se presenta un valor promedio por hora de consumo energético equivalente a 73 978.56 [kWh].

El comportamiento de esta curva durante estas horas se debe básicamente a los siguientes factores:

- Tiene lugar el encendido del alumbrado público.
- El sector residencial se encuentra activo (retorno de usuarios a sus hogares).
- La cantidad de aparatos eléctricos conectados aumentan considerablemente, por ejemplo: lavadora, televisión, cargador, computadora, plancha, entre otros.
- La demanda por parte del sector industrial para estas horas se reduce.

Análisis de la curva del día de menor consumo energético del mes de Octubre de 2012 (día 21).

Figura 32. Curva del día de menor consumo energético del mes de Octubre de 2012.

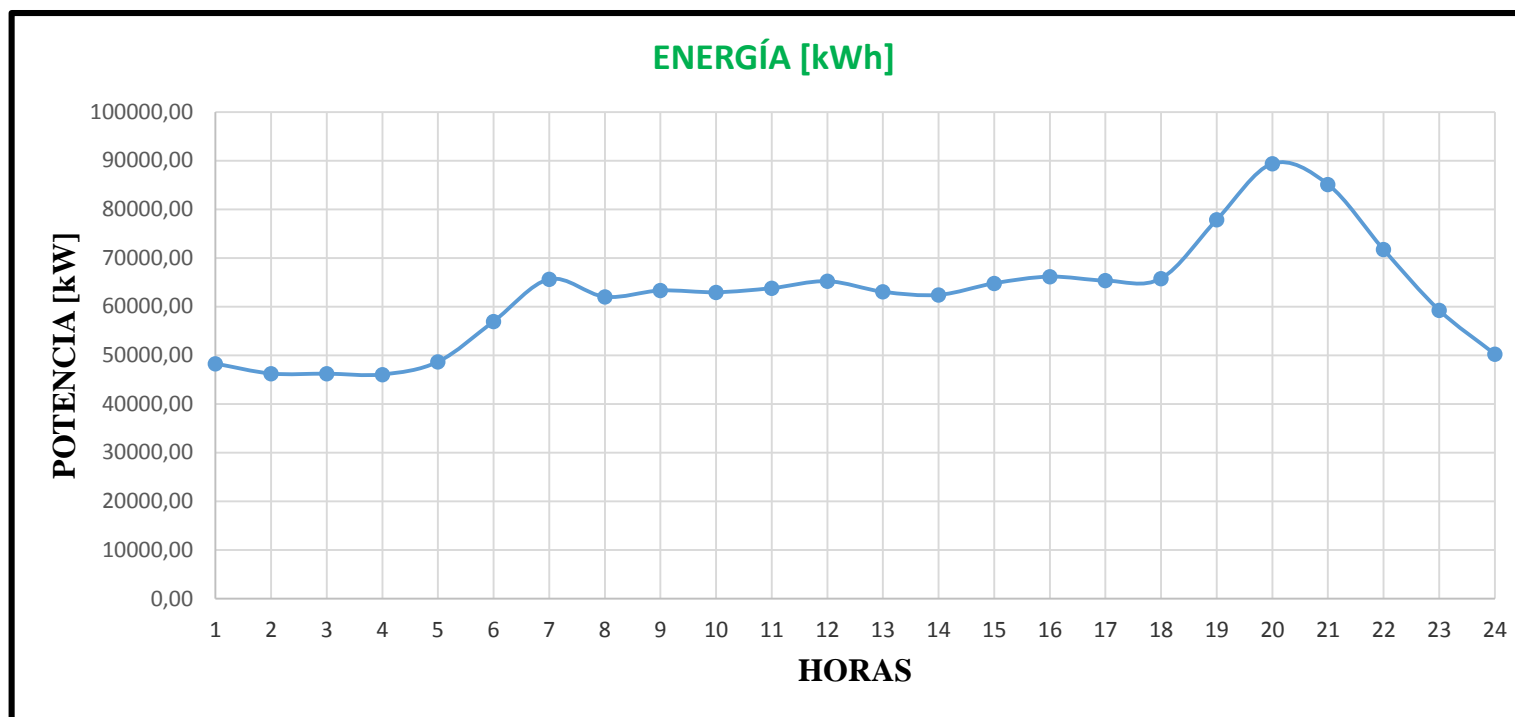


Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

- En la figura 30, se puede observar que el día que presenta el menor consumo energético del mes de Octubre de 2012 corresponde al día 21 del mes en estudio, cuyo valor equivale a con un valor igual a 1 150 856 [kWh]. En el cual, el valor máximo de consumo energético para este día fue igual a 74 363.34 [kWh] y ocurrió a las 20:00 horas. El valor mínimo de consumo energético registrado en el día en mención fue igual a 37 978.46 [kWh] y se dio a las 04:00 horas. Para el día 21 se determinó un valor promedio de 47 952.32 [kWh] de consumo de energía.

Análisis de la curva del día que registra el valor máximo de consumo energético del año 2012 (día 25 de Enero).

Figura 33. Curva del día que registra el valor máximo durante el año 2012.

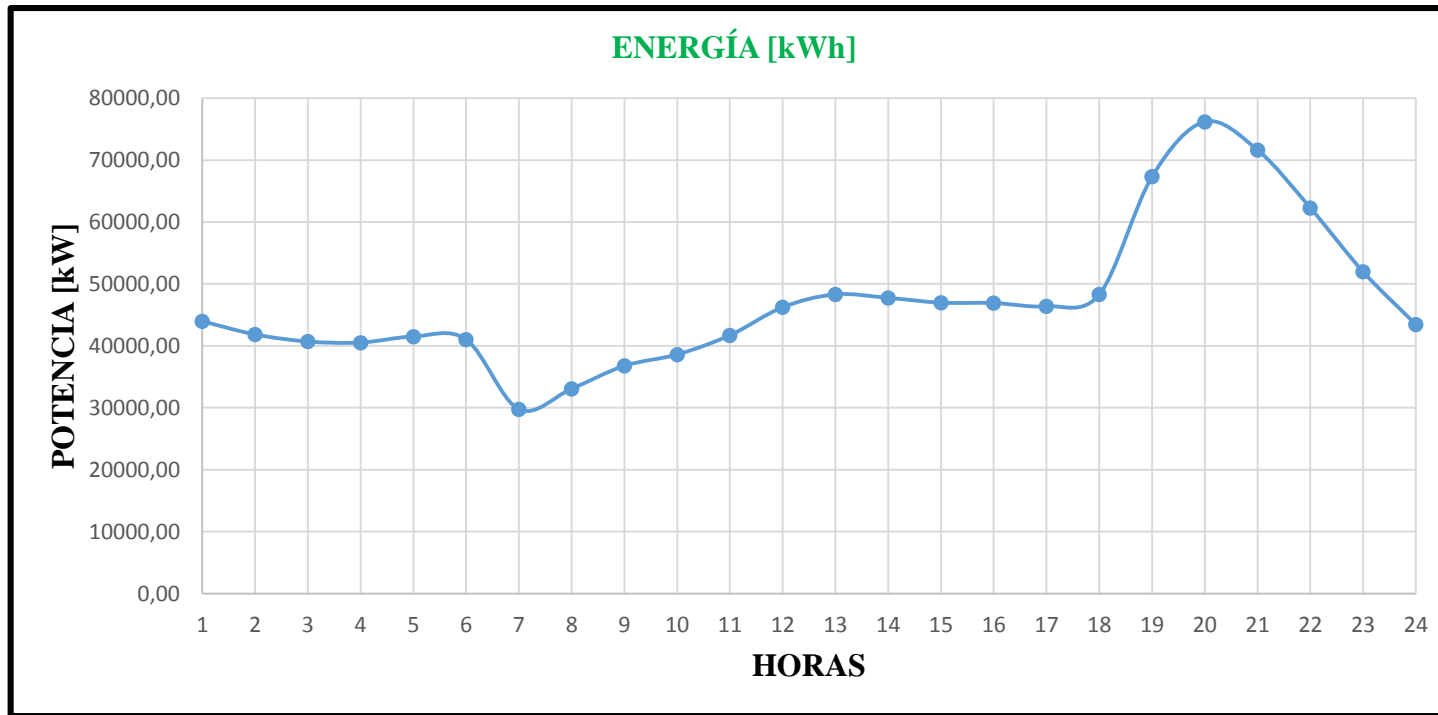


Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

- En la tabla 11, se puede apreciar que el día que registra el valor máximo de consumo energético durante el año 2012 corresponde al día 25 del mes de Enero, cuyo valor total equivale a 1 496 480.12 [kWh]. El valor máximo de consumo energético de 2012 fue igual a 89 375.69 [kWh] y ocurrió a las 20:00 horas; mientras que el valor mínimo de consumo energético registrado en este día fue igual a 46 057.74 [kWh] y se dio a las 04:00 horas. Para el día 25 se determinó un valor promedio por hora de 62 353.34 [kWh].

Análisis de la curva del día que registra el valor mínimo de consumo energético del año 2012 (día 30 de Septiembre).

Figura 34. Curva del día que registra el valor mínimo durante el año 2012.



Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

- En la tabla 27, se puede apreciar que el día que registra el valor mínimo de consumo energético durante el año 2012 corresponde al día 30 de Septiembre, cuyo valor total equivale a 1 133 302 [kWh]. El valor mínimo de consumo energético de 2012 fue igual a 29 767.07 [kWh] y ocurrió a las 07:00 horas; mientras que el valor máximo de consumo energético registrado en este día fue igual a 76 199.56 [kWh] y se dio a las 20:00 horas.

Para el día 30 se determinó un valor promedio por hora de 47 220.91 [kWh].

Comportamiento de la demanda para el mes de Enero de 2012.

Figura 35. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Enero de 2012.

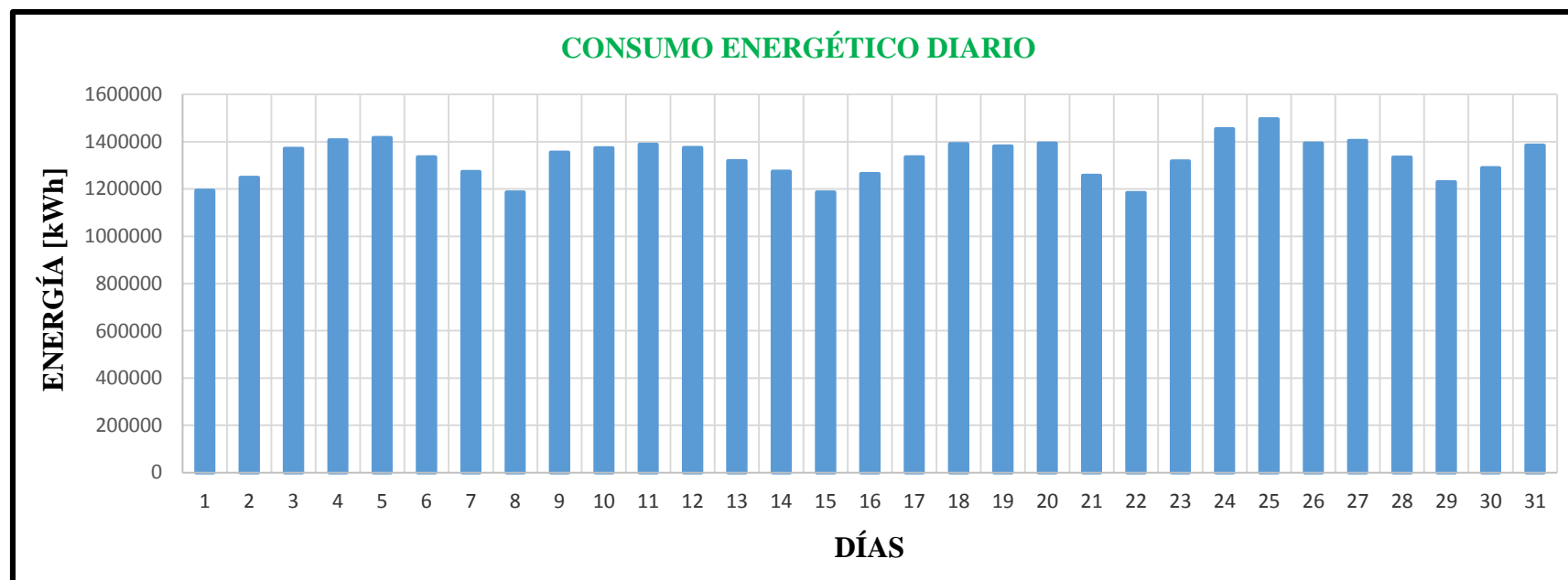


Tabla 11. Valores correspondientes al mes de Enero de 2012.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	89 376	35 479	1 496 480	1 183 511.87	1 329 449.89	41 212 947
Hora (24 h)	20:00	03:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	25	16	25	22	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 25 de Enero de 2012.

Figura 36. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Enero de 2012.

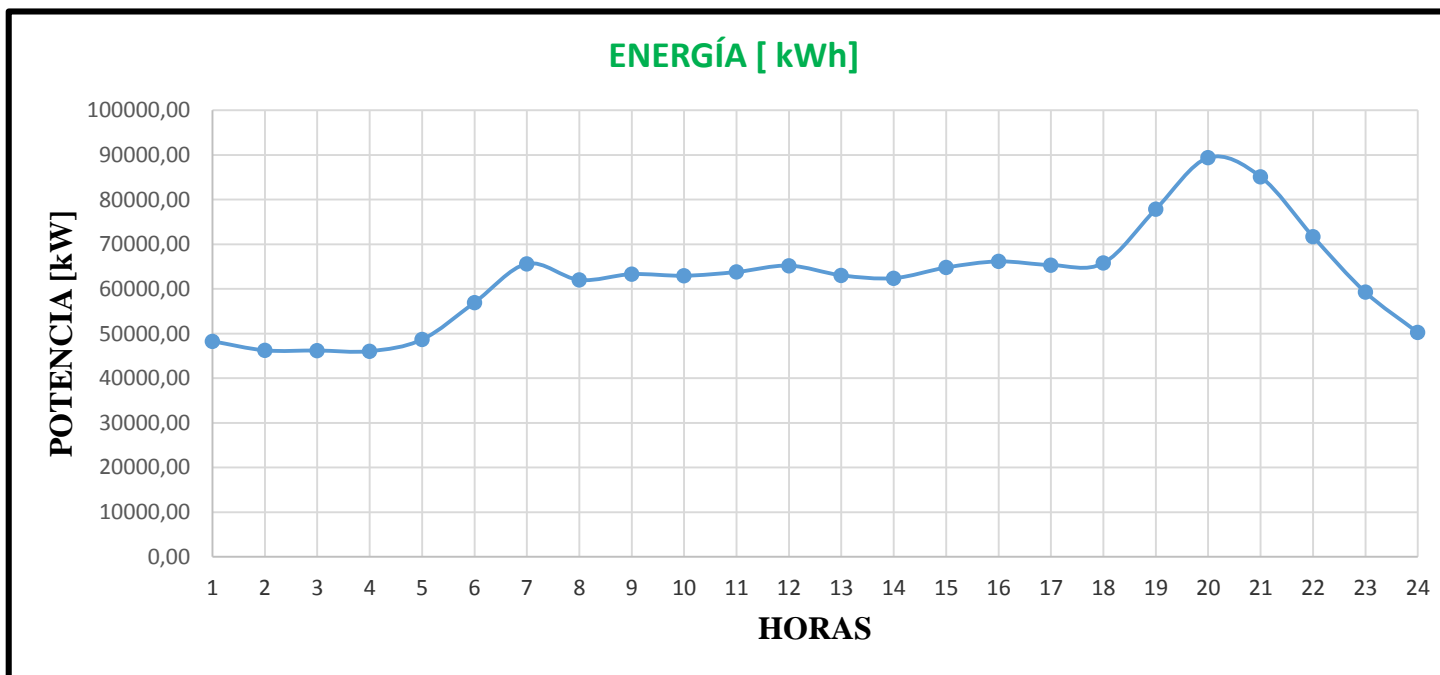


Tabla 12. Valores correspondientes al día 25 del mes de Enero de 2012.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	89 375.69	46 057.74	62 353.34	1 496 480
Hora	20:00	04:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Febrero de 2012.

Figura 37. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Febrero de 2012.

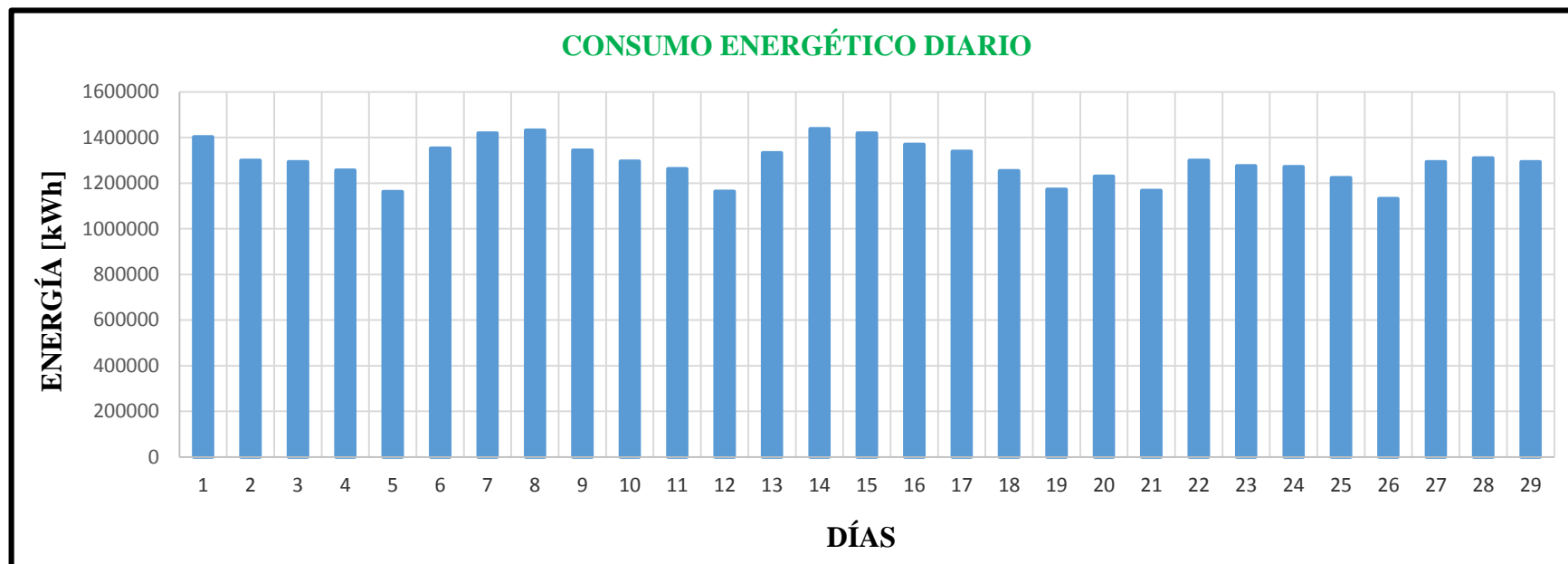


Tabla 13. Valores correspondientes al mes de Febrero de 2012.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	85 825	36 388	1 438 259	1 132 731	1 293 727	37 518 070
Hora (24 h)	20:00	03:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	14	24	14	26	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 14 de Febrero de 2012.

Figura 38. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Febrero de 2012.

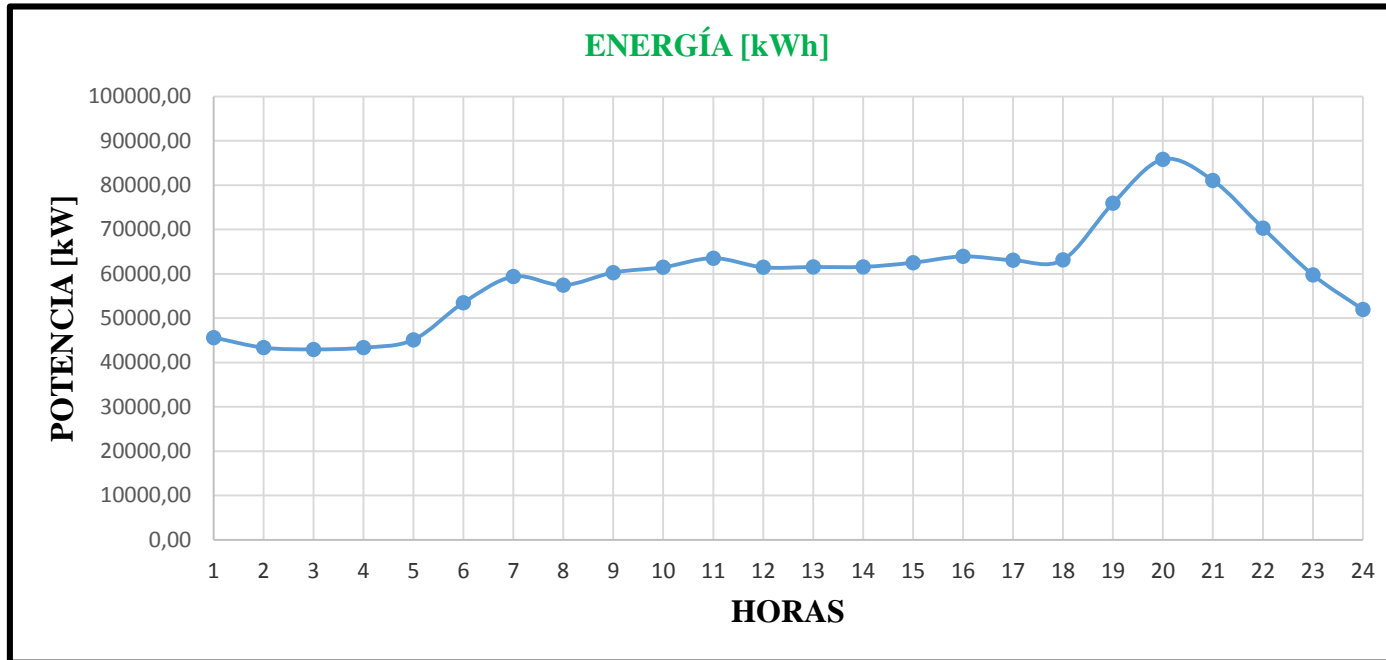


Tabla 14. Valores correspondientes al día 14 del mes de Febrero de 2012.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	85 825.06	42 969.54	59 927.45	1 438 259
Hora	20:00	03:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Marzo de 2012.

Figura 39. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Marzo de 2012.

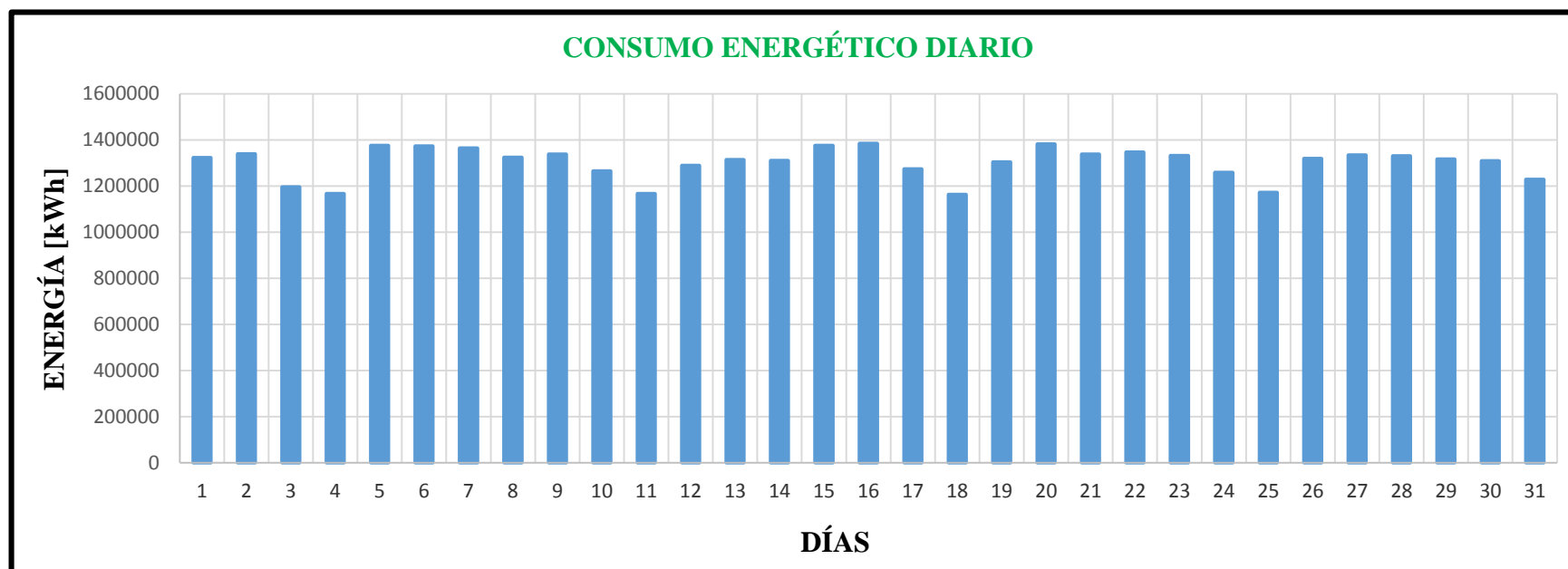


Tabla 15. Valores correspondientes al mes de Marzo de 2012.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	84 059	36 341	1 384 367	1 163 873	1 300 593	40 318 377
Hora (24 h)	20:00	03:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	6	14	16	18	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 16 de Marzo de 2012.

Figura 40. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Marzo de 2012.

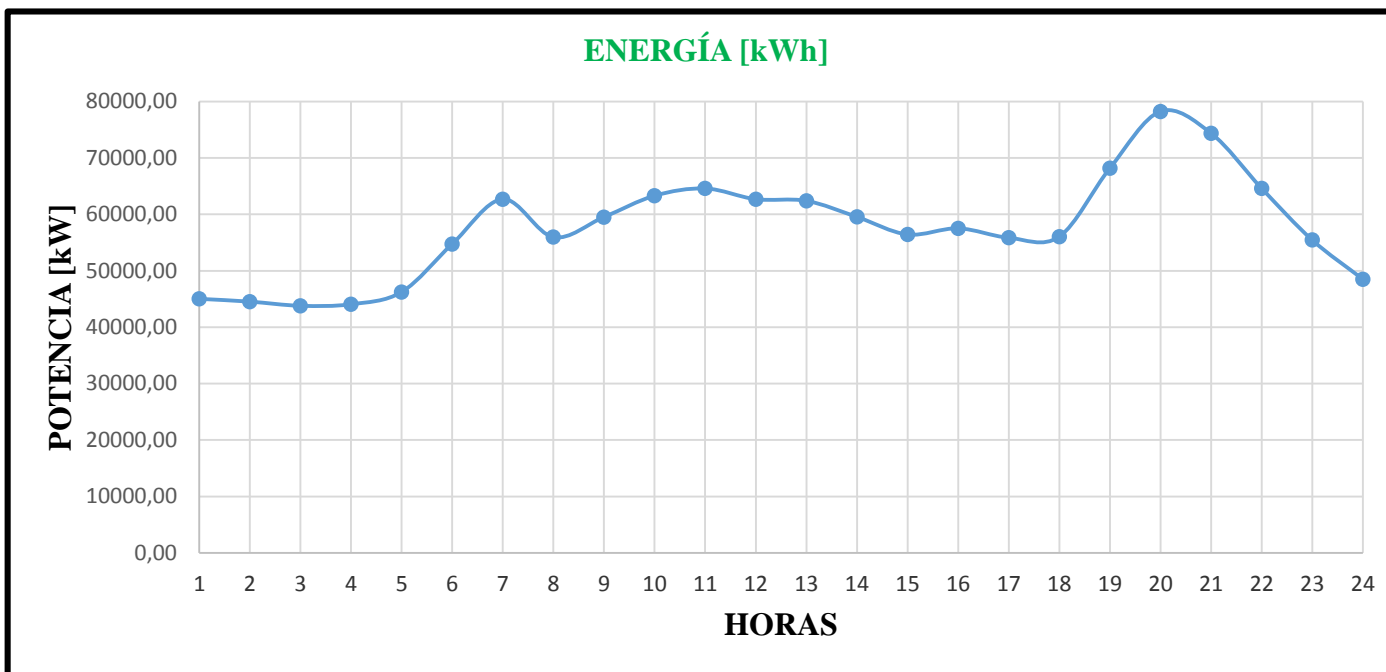


Tabla 16. Valores correspondientes al día 16 del mes de Marzo de 2012.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	78 249.63	43 795.77	57 681.97	1 384 367
Hora	20:00	03:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Abril de 2012.

Figura 41. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Abril de 2012.

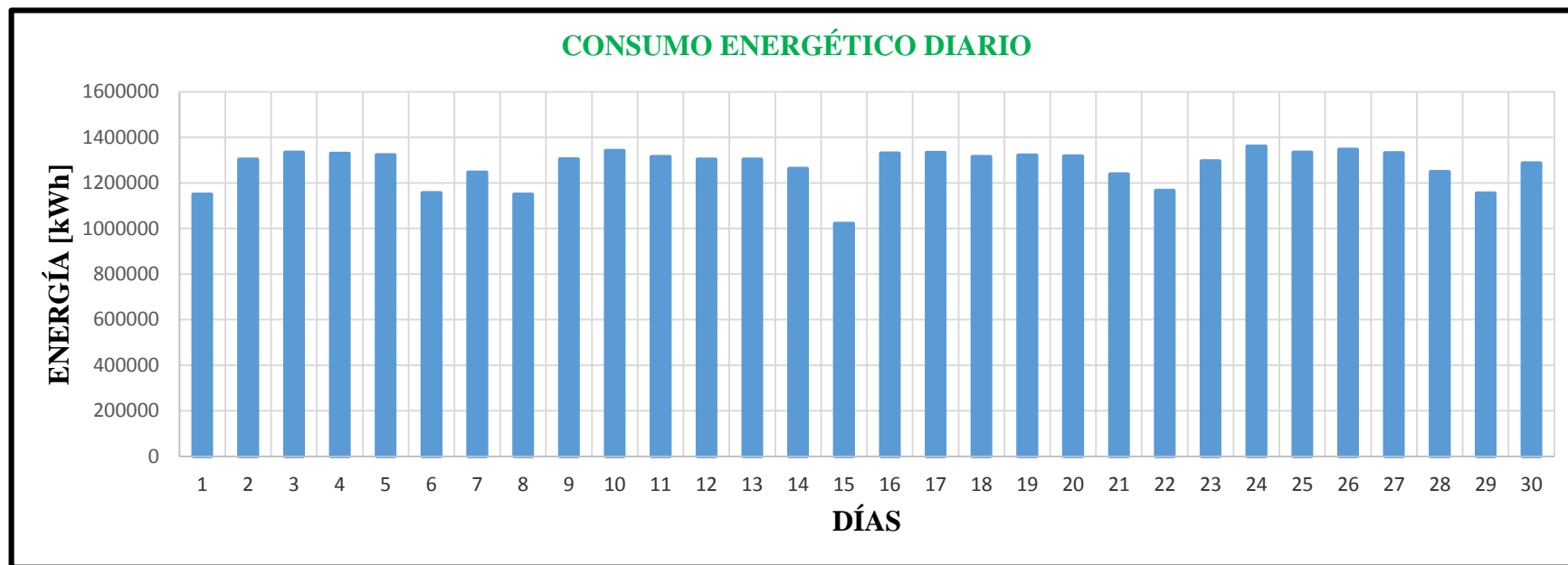


Tabla 17. Valores correspondientes al mes de Abril de 2012.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	83 262	32 682	1 361 180	1 022 282	1 274 495	38 234 848
Hora (24 h)	20:00	07:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	25	15	24	15	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 24 de Abril de 2012.

Figura 42. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Abril de 2012.

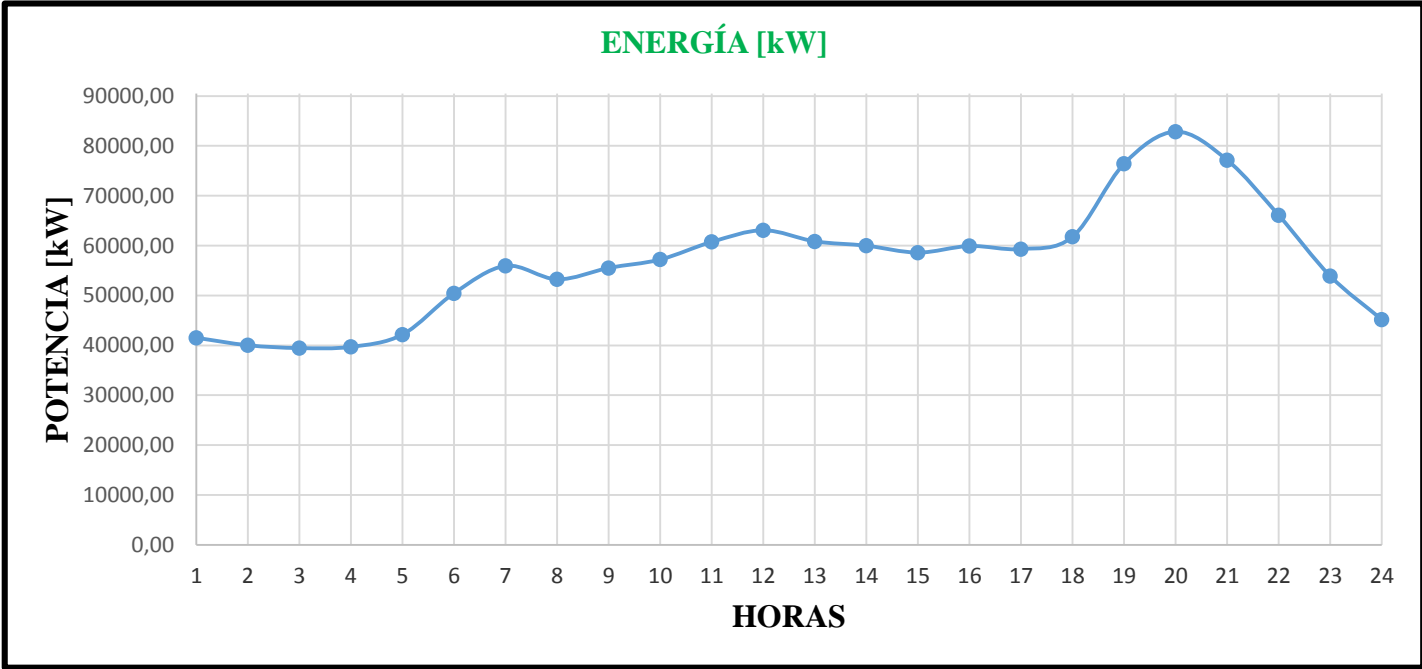


Tabla 18. Valores correspondientes al día 24 del mes de Abril de 2012.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	82 857.49	39 462.84	56 715.85	1 361 180
Hora	20:00	03:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Mayo de 2012.

Figura 43. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Mayo de 2012.

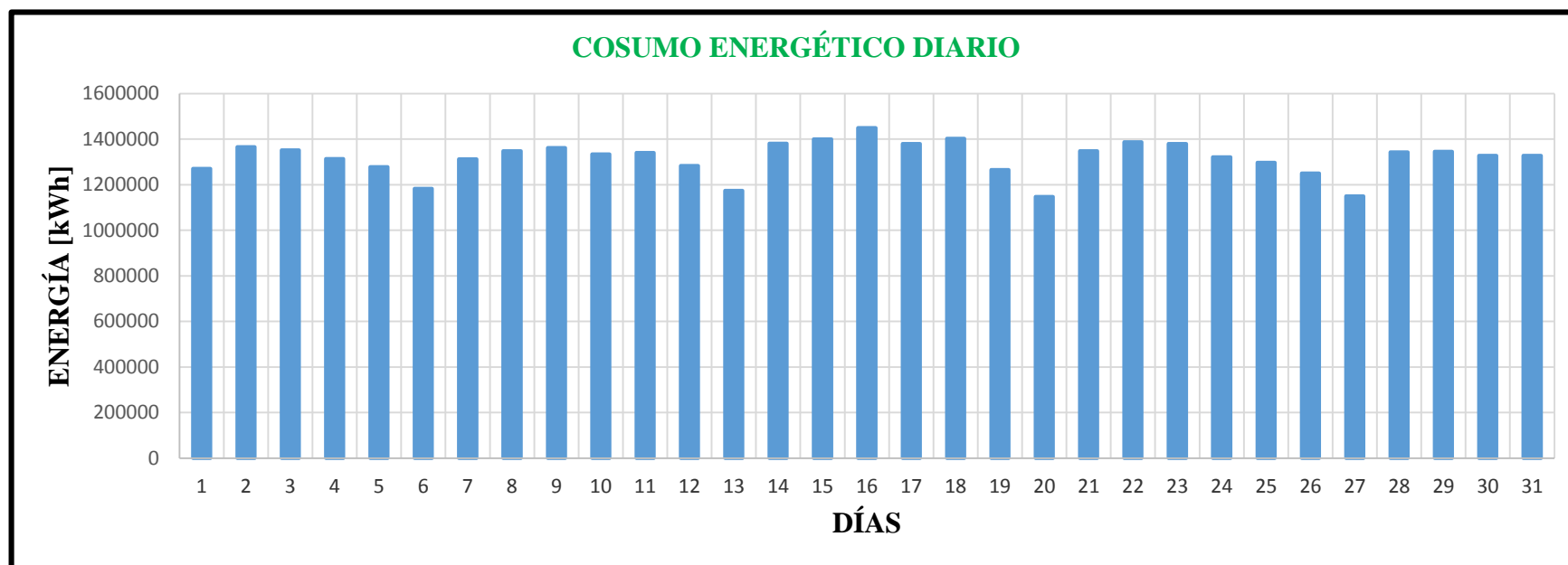


Tabla 19. Valores correspondientes al mes de Mayo de 2012.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	86 707	37 534	1 449 633	1 147 486	1 317 142	40 831 414
Hora (24 h)	20:00	03:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	16	7	16	20	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 16 de Mayo de 2012.

Figura 44. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Mayo de 2012.

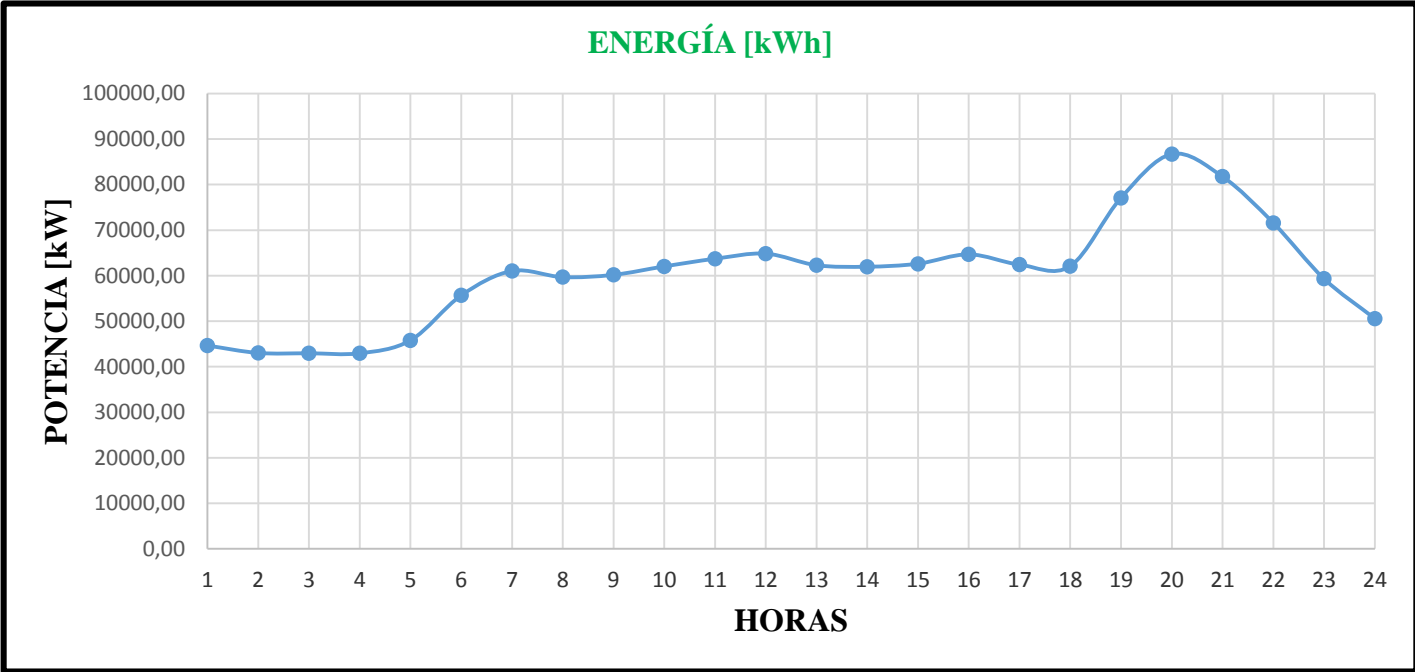


Tabla 20. Valores correspondientes al día 16 del mes de Mayo de 2012.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	86 707.36	42 953.76	60 401.36	1 449 633
Hora	20:00	04:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Junio de 2012.

Figura 45. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Junio de 2012.

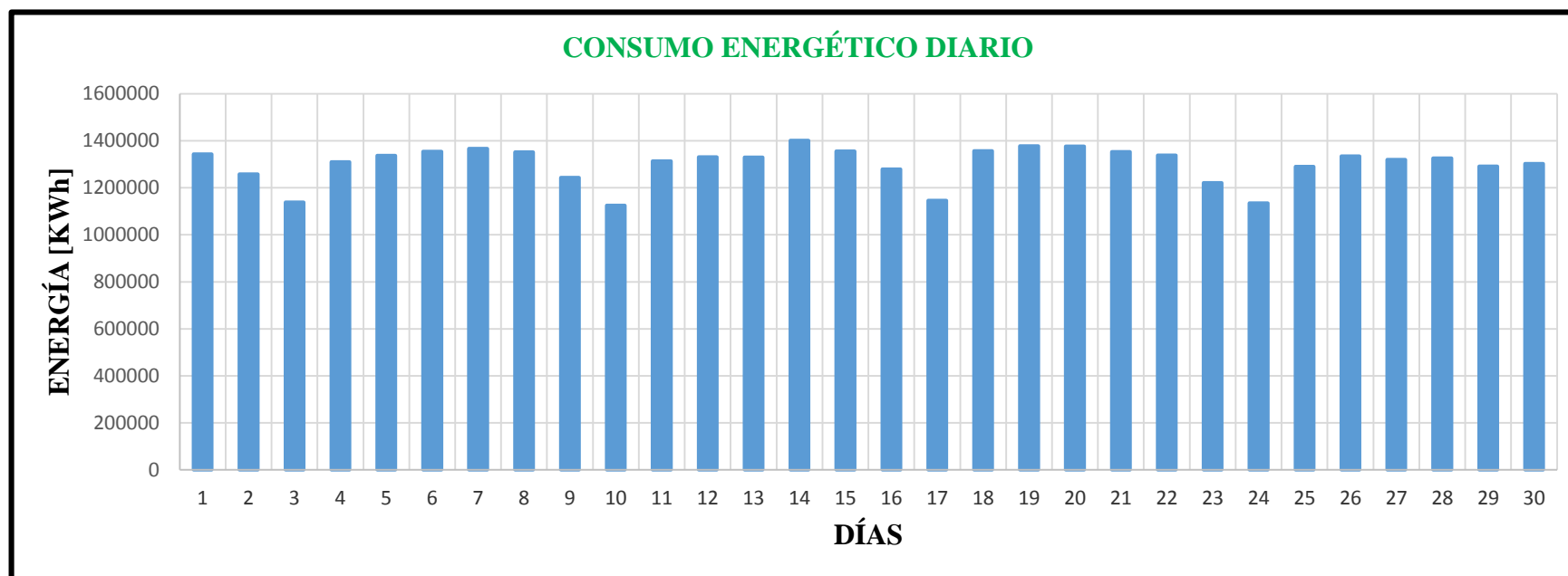


Tabla 21. Valores correspondientes al mes de Junio de 2012.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	84 041	35 614	1 401 158	1 125 261	1 300 359	39 010 782
Hora (24 h)	20:00	03:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	18	25	14	10	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 14 de Junio de 2012.

Figura 46. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Junio de 2012.

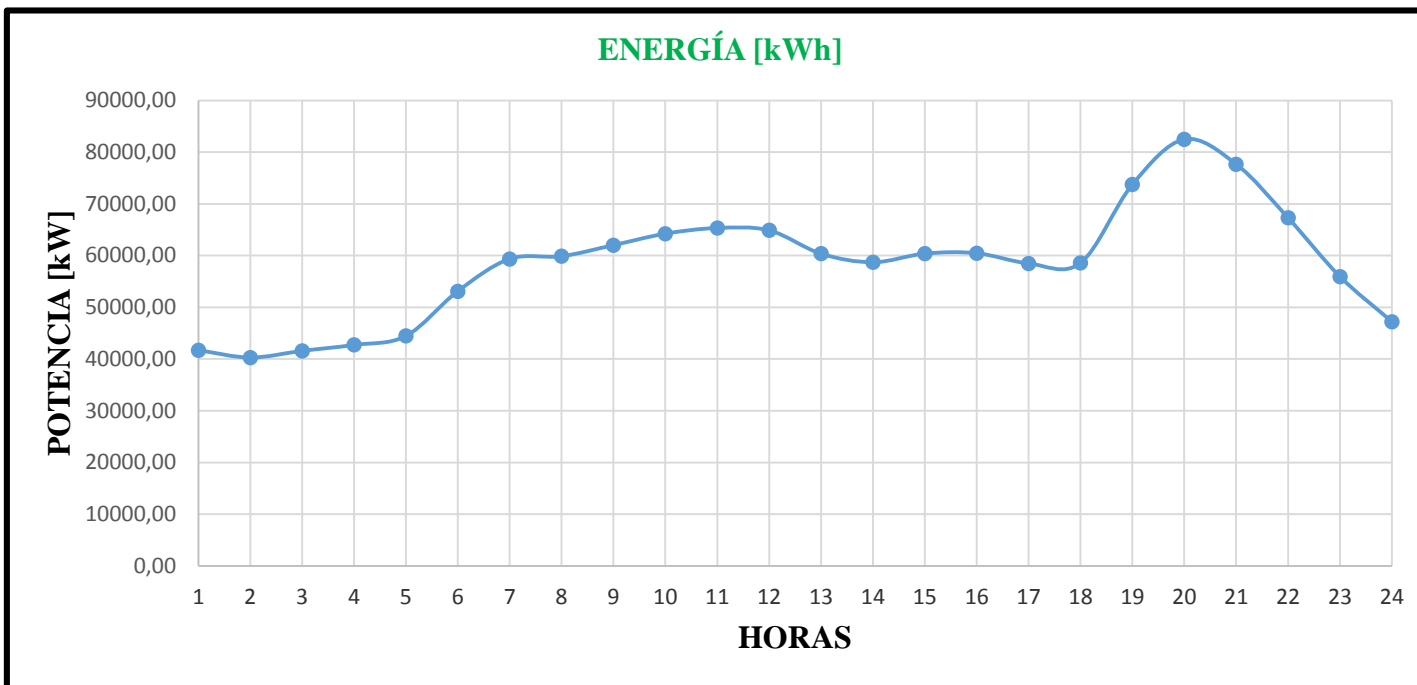


Tabla 22. Valores correspondientes al día 14 del mes de Junio de 2012.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	82 494.29	40 294.36	58 381.60	1 401 158
Hora	20:00	02:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Julio de 2012.

Figura 47. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Julio de 2012.

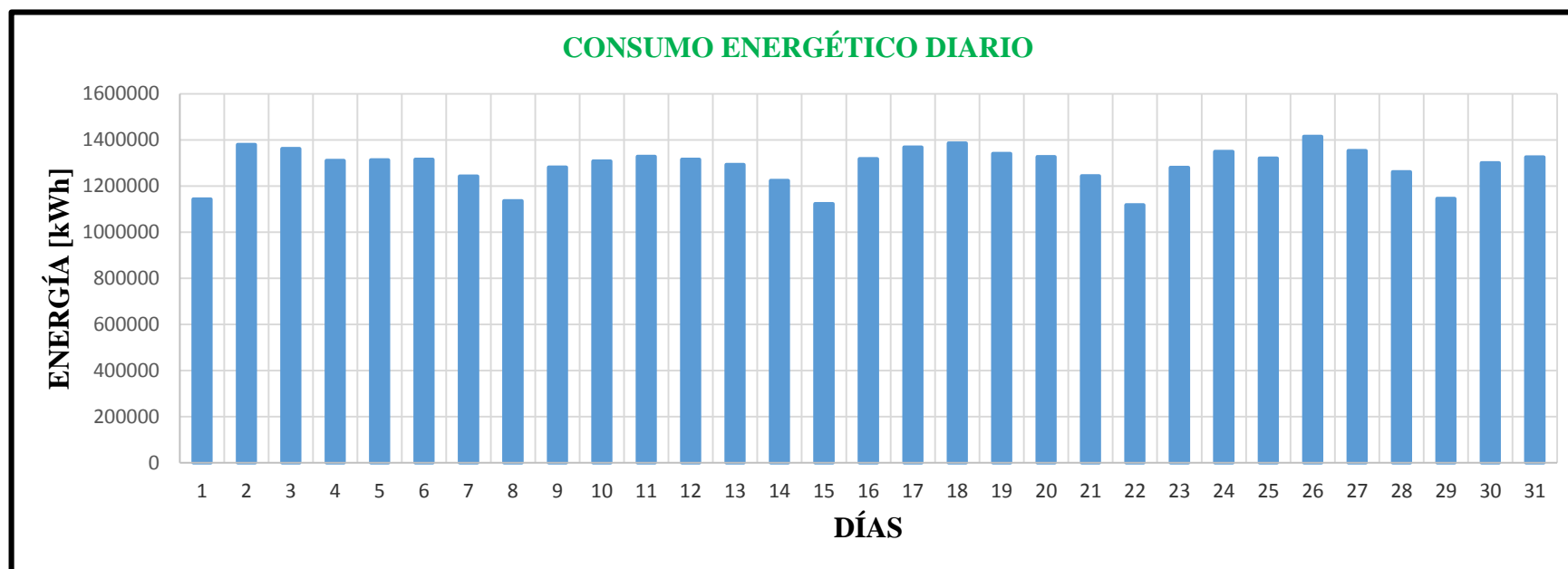


Tabla 23. Valores correspondientes al mes de Julio de 2012.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	85 891	31 756	1 415 551	1 118 790	1 288 041	39 929 286
Hora (24 h)	20:00	16:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	26	22	26	22	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 26 de Julio de 2012.

Figura 48. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Julio de 2012.

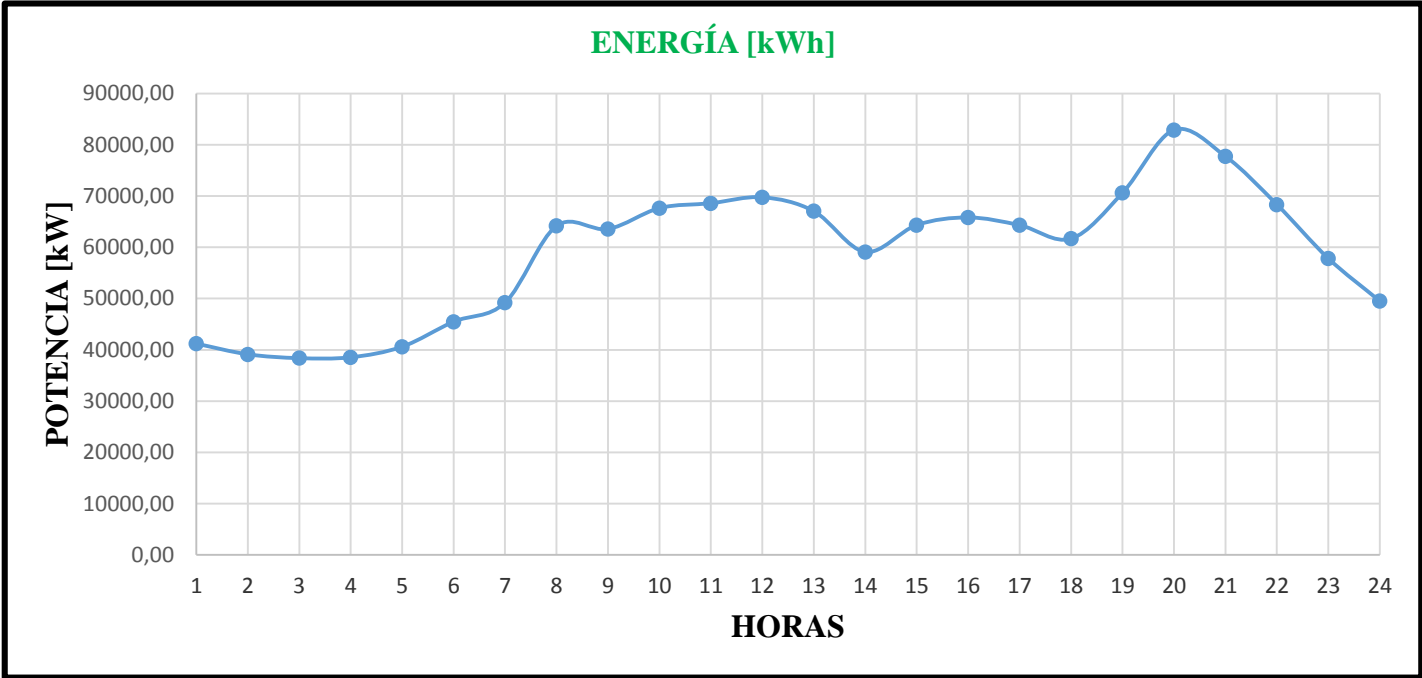


Tabla 24. Valores correspondientes al día 26 del mes de Julio de 2012.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	82 890.84	38 379.44	58 931.30	1 415 551
Hora	20:00	03:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Agosto de 2012.

Figura 49. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Agosto de 2012.

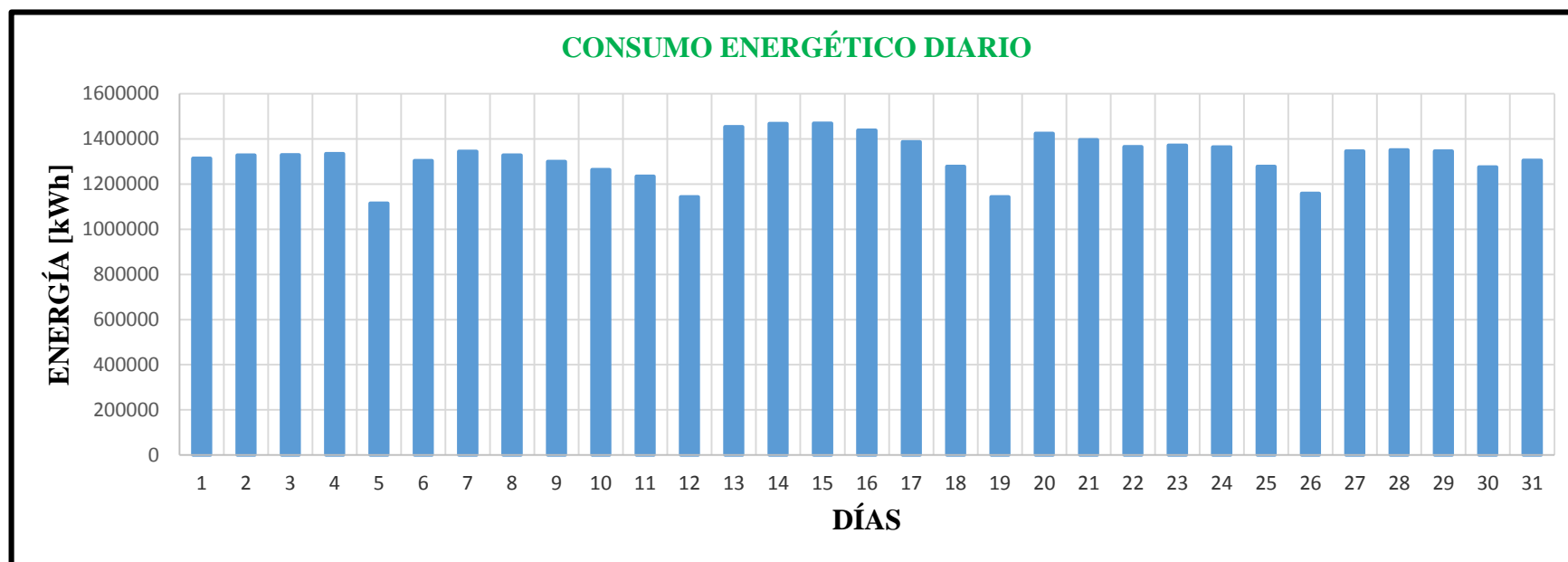


Tabla 25. Valores correspondientes al mes de Agosto de 2012.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	86 772	33 084	1 468 904	1 115 191	1 320 999	40 950 965
Hora (24 h)	20:00	03:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	13	3	15	5	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 15 de Agosto de 2012.

Figura 50. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Agosto de 2012.

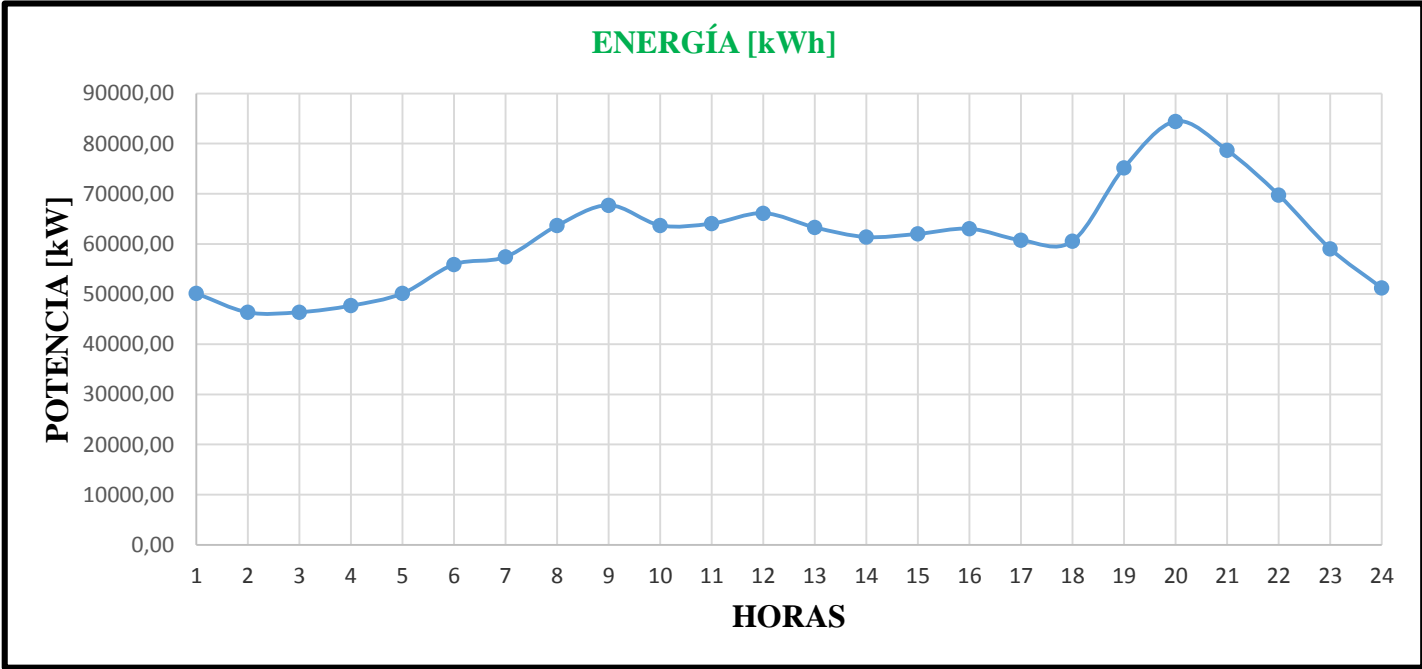


Tabla 26. Valores correspondientes al día 15 del mes de Agosto de 2012.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	84 453.82	46 366.18	61 204.34	1 468 904
Hora	20:00	02:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Septiembre de 2012.

Figura 51. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Septiembre de 2012.

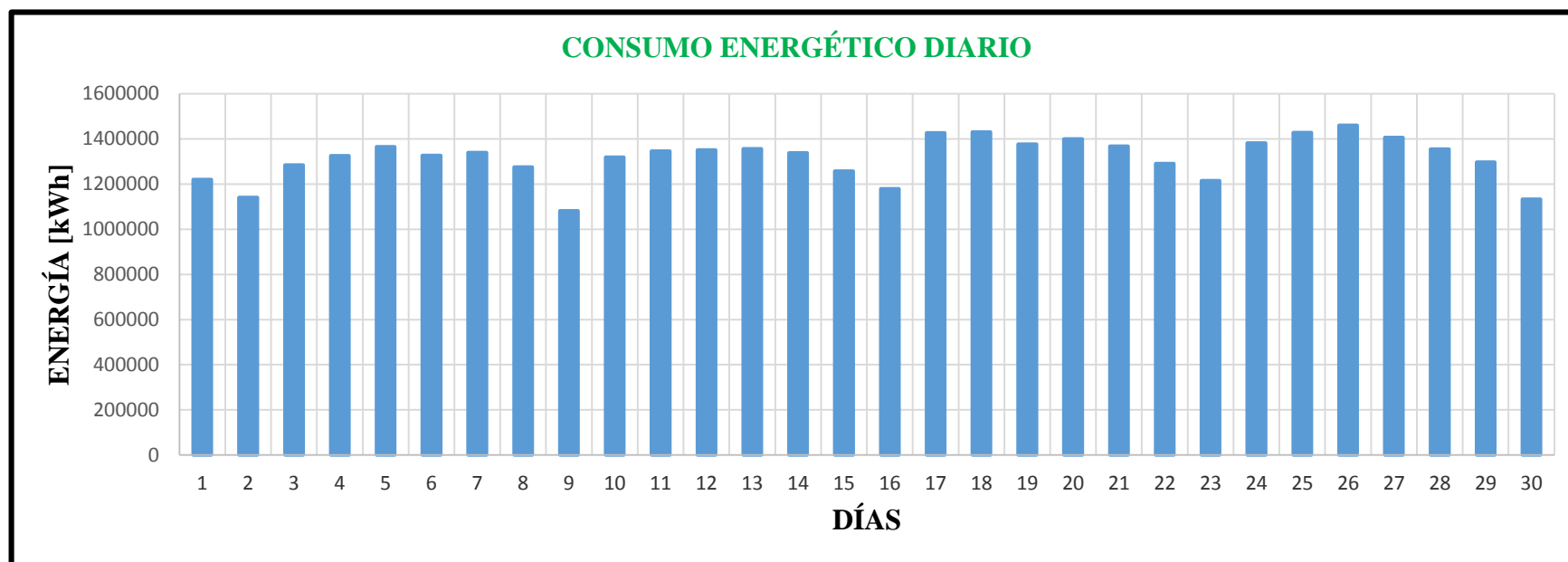


Tabla 27. Valores correspondientes al mes de Septiembre de 2012.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	87 568	29 767	1 460 121	1 081 340	1 315 709	39 471 283
Hora (24 h)	20:00	07:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	17	30	26	10	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 26 de Septiembre de 2012.

Figura 52. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Septiembre de 2012.

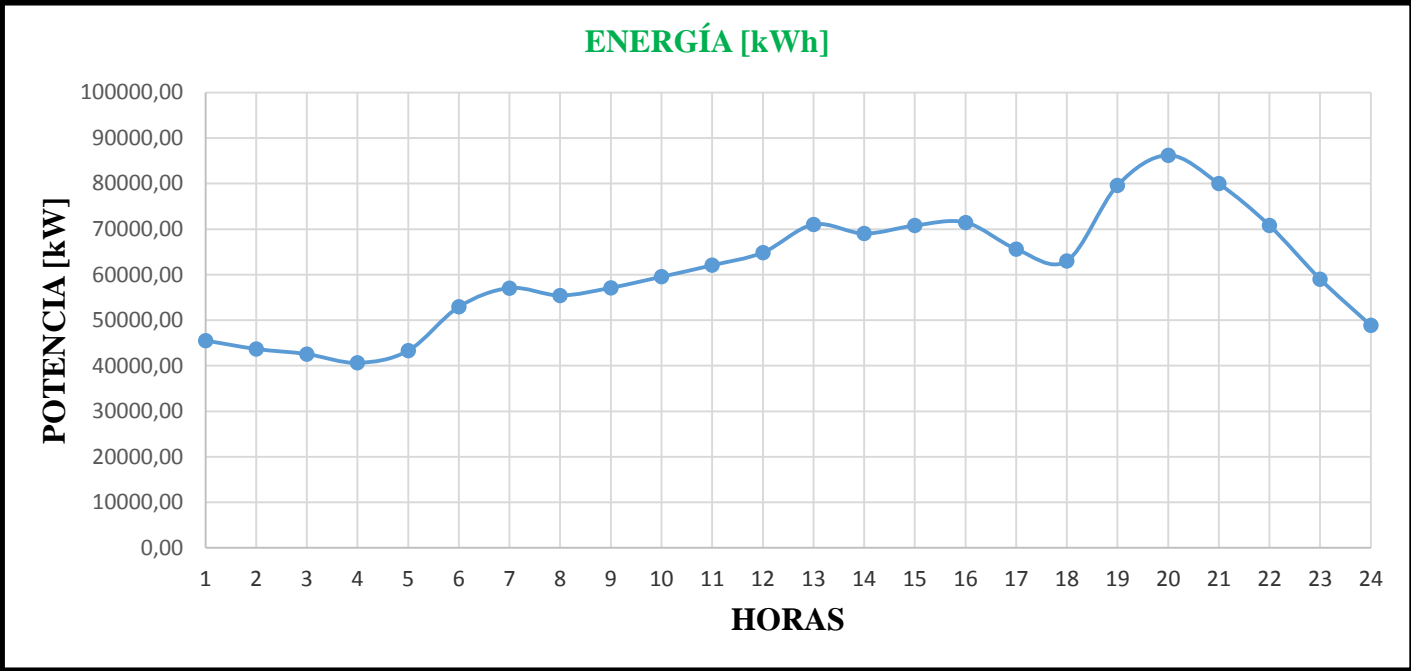


Tabla 28. Valores correspondientes al día 26 del mes de Septiembre de 2012.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	86 219.44	40 631.06	60 838.37	1 460 121
Hora	20:00	04:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Noviembre de 2012.

Figura 53. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Noviembre de 2012.

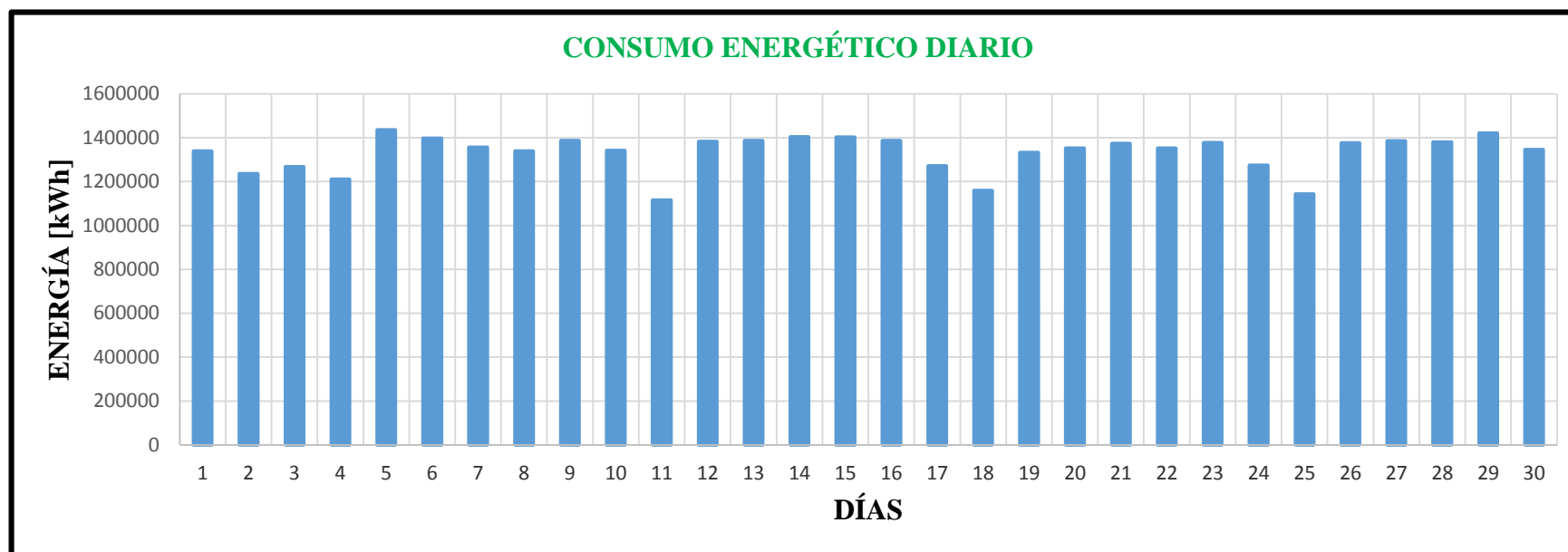


Tabla 29. Valores correspondientes al mes de Noviembre de 2012.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	87 407	36 799	1 435 729	1 116 160	1 331 300	39 939 011
Hora (24 h)	20:00	07:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	5	25	5	11	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 5 de Noviembre de 2012.

Figura 54. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Noviembre de 2012.

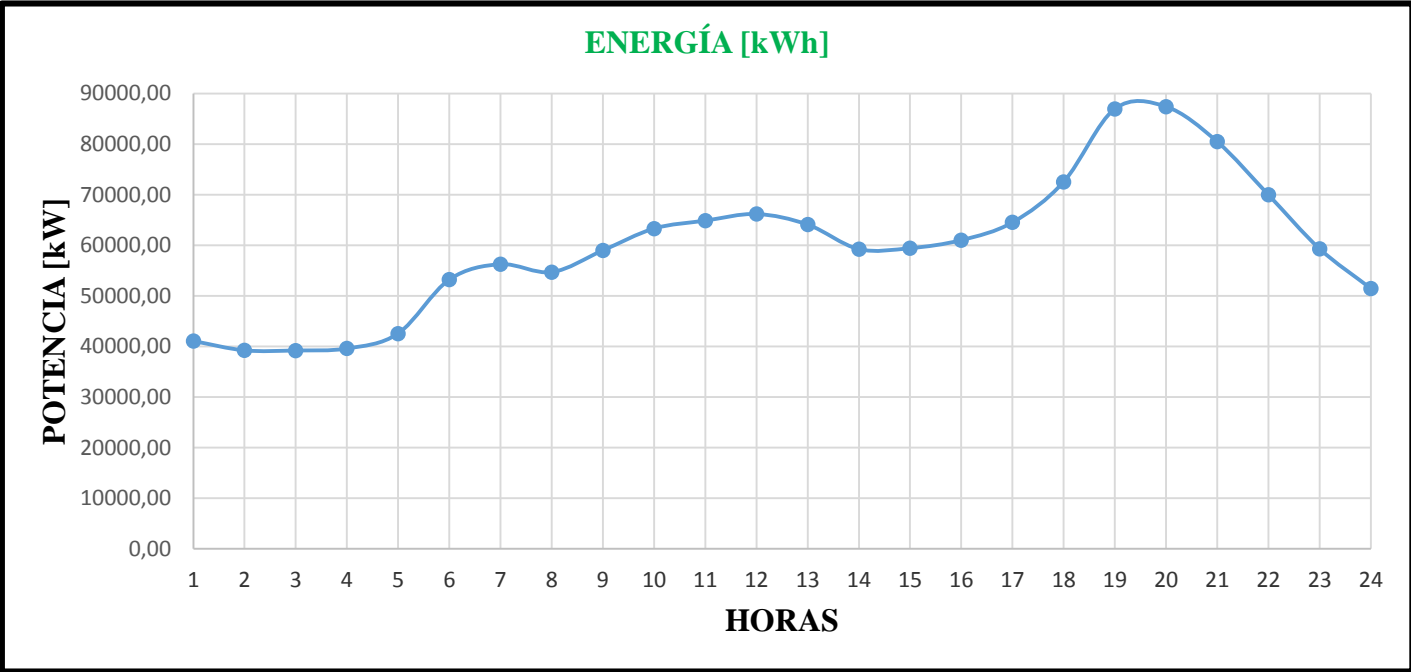


Tabla 30. Valores correspondientes al día 5 del mes de Noviembre de 2012.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	87 407.08	39 213	59 822.02	1 435 729
Hora	20:00	03:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Diciembre de 2012.

Figura 55. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Diciembre de 2012.

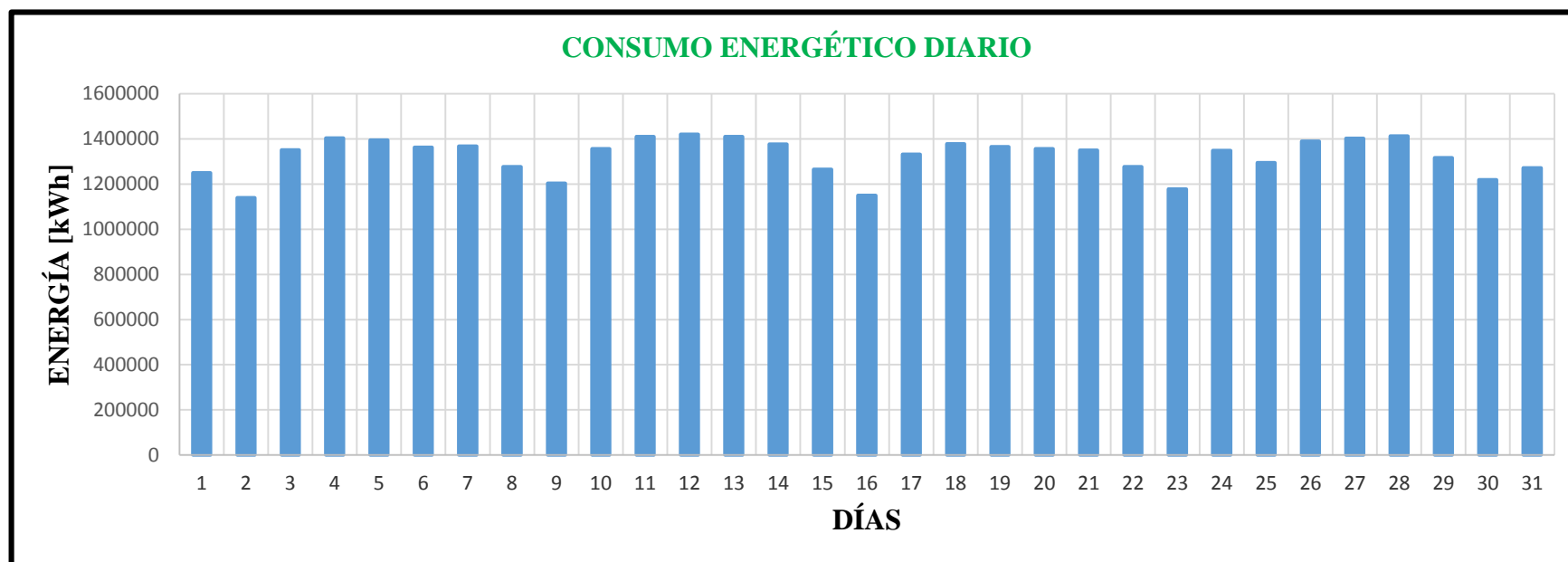


Tabla 31. Valores correspondientes al mes de Diciembre de 2012.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	86 433	36 272	1 420 140	1 138 742	1 323 373	41 024 557
Hora (24 h)	20:00	03:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	11	17	12	2	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 12 de Diciembre de 2012.

Figura 56. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Diciembre de 2012.

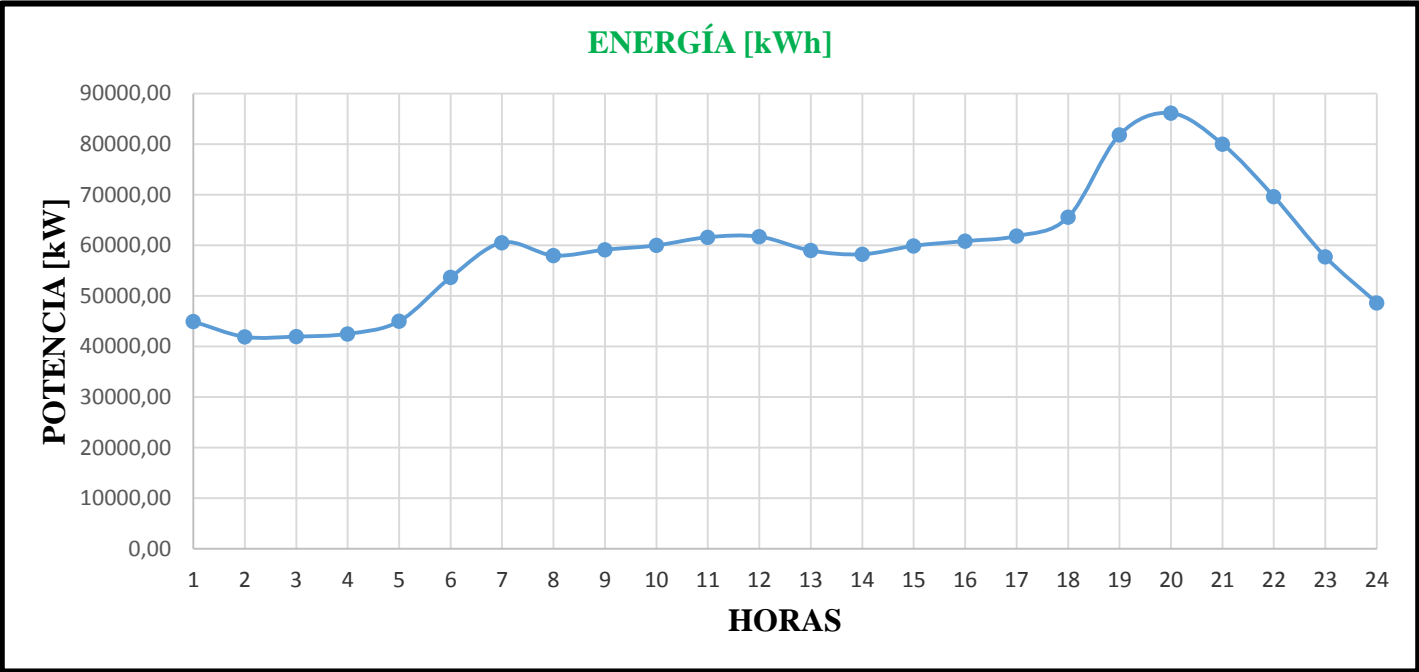


Tabla 32. Valores correspondientes al día 12 del mes de Diciembre de 2012.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	86 128.98	41 909.84	59 172.50	1 420 140
Hora	20:00	02:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el año 2013.

Figura 57. Curva de consumo energético anual correspondiente al año 2013.

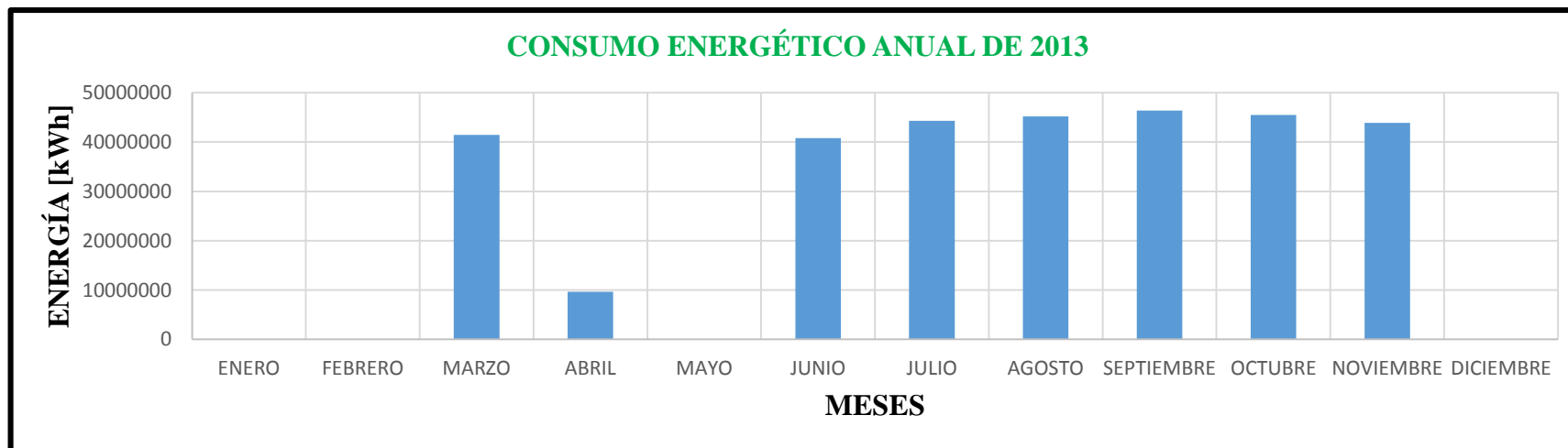


Tabla 33. Valores correspondientes a los meses del año 2013.

Mes	Energía [kWh]
Enero	-
Febrero	-
Marzo	41 438 397.4
Abril	9 633 056.3
Mayo	-
Junio	40 773 398.6

Julio	44 324 724.84
Agosto	45 201 368.51
Septiembre	46 394 353.23
Octubre	45 475 316.86
Noviembre	43 914 476.46
Diciembre	-
Total	317 155 092.2

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Emelnorte S.A. (2014), menciona que para el año 2013 se presentó un inconveniente con la información, debido a que esta no se encontró en su totalidad; por tal motivo, existe ausencia de datos de 5 meses, siendo estos: Enero, Febrero, Mayo y Diciembre. Además la información para el mes de Abril es inconclusa, esto conlleva a que mencionado mes no sea considerado dentro del análisis posterior.

En base a los datos obtenidos en la curva de la demanda correspondiente al año 2013, es posible determinar los siguientes resultados:

- Para el año 2013 se registró un consumo energético, cuyo valor total fue 317 155 092.2 [kWh]. Dicha cantidad corresponde a la demanda presentada por los sectores: residencial, comercial e industrial.
- La demanda de energía para el año 2013 obtuvo un valor promedio de 39 644 386.52 [kWh].
- El valor máximo del consumo energético registrado durante el año 2013 se suscitó a las 20:00 horas, en el día 3 del mes de Septiembre con un valor equivalente a 99 428 [kWh].
- El valor mínimo de consumo energético registrado durante el año 2013 se suscitó a las 05:00 horas, en el día 30 del mes de Julio con un valor equivalente a 32 173 [kWh].
- En la curva del año 2013 se puede identificar claramente que el mes en donde se registra la mayor demanda energética fue en el mes de Septiembre.
- El mes con el menor registro energético corresponde al mes de Junio, con un valor igual a 40 773 398.6 [kWh].
- Al determinar la diferencia entre el mes de mayor y menor consumo energético (Septiembre y Junio respectivamente) se puede concluir que el resultado de la misma indica, que a partir de este último se registra en el sistema un valor de 5 620 954.63 [kWh] para acaparar la demanda mencionada en el mes crítico.

Análisis del mes que registra el mayor consumo energético del año 2013 (Septiembre).

Figura 58. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Septiembre de 2013.

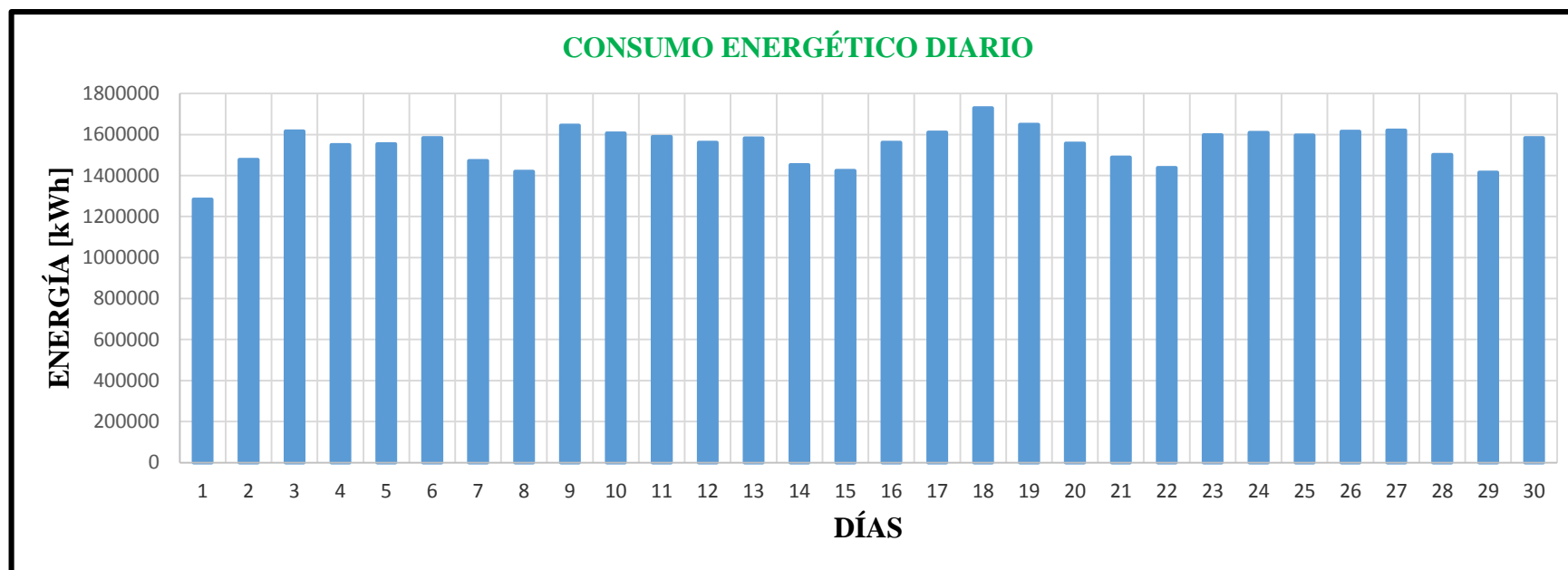


Tabla 34. Valores correspondientes al mes de Septiembre de 2013.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	99 428	41 489	1 729 662	1 284 498	1 546 478	46 394 353
Hora (24 h)	20:00	03:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	3	2	18	1	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

En base a los datos obtenidos en la curva de la demanda correspondiente al mes de Septiembre de 2013, es posible determinar los siguientes resultados:

- El mes de Septiembre está conformado por 30 días.
- El mes de Septiembre, fue el mes más crítico durante el año 2013 al registrar un consumo total de 46 394 353 [kWh].
- El valor promedio de consumo energético por día para el mes de Septiembre fue igual a 1 546 478 [kWh].
- El valor máximo de consumo energético registrado durante este mes fue igual a 99 428 [kWh] y ocurrió a las 20:00 horas del día 3.
- El valor mínimo de consumo energético registrado en el mes en mención fue igual a 41 489 [kWh] y se dio a las 03:00 horas del día 2.
- El día que presentó el mayor consumo energético corresponde al día 18 del mes en estudio, lo cual indica que este, fue el día más crítico registrado durante el mes de Septiembre de 2013.
- El día 1 registró el menor consumo energético de todo el mes de Septiembre.

Análisis de la curva del día que registra el mayor consumo energético del mes de Septiembre de 2013 (día 18).

Figura 59. Curva del día de mayor consumo energético registrado durante el mes de Septiembre de 2013.

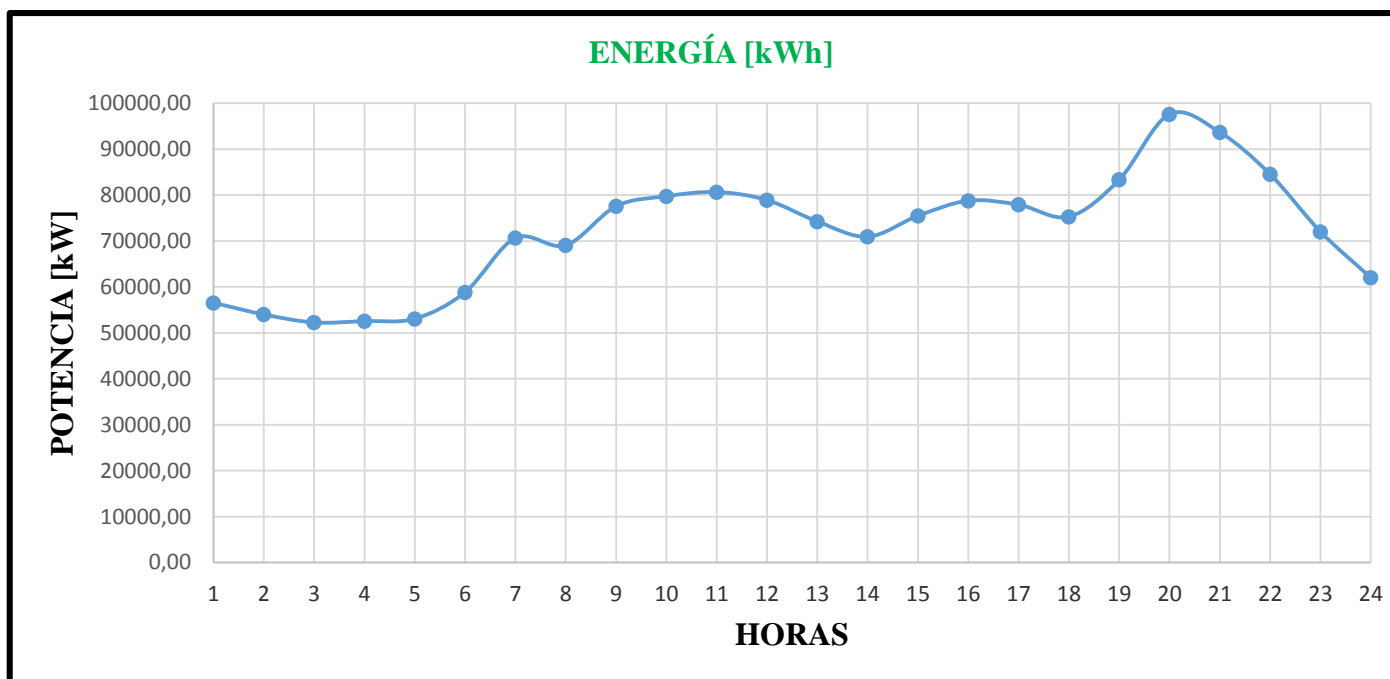


Tabla 35. Valores correspondientes al día 18 del mes de Septiembre de 2013.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	97 597.95	52 271.57	72 069.24	1 729 662
Hora	20:00	03:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

En base a los datos obtenidos en la curva de la demanda correspondiente al día 18 (día crítico) del mes de Septiembre de 2013, es posible determinar los siguientes resultados:

- El día 18 de Septiembre de 2013 registró un consumo energético total igual a 1 729 662 [kWh]. Las horas valle de consumo energético se comprenden a partir de las 22:00 hasta las 06:00 horas. Registrando la mayor caída de consumo energético a las 03:00 horas con un valor igual a 52 271.57 [kWh], el valor promedio para dicho rango de horas es de 60 649.37 [kWh].

El comportamiento de la curva durante las horas antes citadas, se debe a los siguientes factores:

- La mayoría de usuarios de los sectores residencial y comercial se reducen debido a que emplean estas horas para descansar.
 - La cantidad de aparatos eléctricos conectados se reducen gradualmente.
 - No se observa un consumo nulo, debido a que cierta parte del sector industrial y comercial labora durante estas horas.
- Existe una creciente en la curva que se registra a las 07:00 horas, pasando de 58 848.29 [kWh] (06:00 h) a 70 647.86 [kWh].

Los factores que determinan dicho crecimiento son:

- La creciente en la curva es ocasionada por usuarios del sector residencial.
 - La utilización de electrodomésticos para la preparación de alimentos tales como: microondas, licuadora, cafetera, tostadora, cocina eléctrica, batidora, entre otros.
 - La utilización de ducha eléctrica por parte de los usuarios, antes de realizar sus actividades cotidianas.
 - la utilización de aparatos eléctricos tales como: celular, secadora, plancha, barbera, entre otros.
- Para las 08:00 horas, se aprecia una caída en la curva, pasando de 70 647.86 [kWh] (07:00 h) a 69 059.25 [kWh].

La principal razón para dicha caída es:

- Los usuarios del sector residencial (causantes del crecimiento entre las 06:00 y 07:00 h) disminuyen, debido a que salen de sus hogares a realizar sus actividades cotidianas y por tal motivo los electrodomésticos utilizados se reducen.

- En la curva del día de mayor demanda energética se puede observar que en el lapso de 09:00 a 13:00 horas, existe una creciente mayor. Presentando un valor promedio por hora de consumo energético equivalente a 78 227.12 [kWh] durante el mencionado lapso de tiempo.

El comportamiento de la curva durante estas horas se debe a dos razones principales, estas son:

- El sector comercial se encuentra totalmente activo (restaurantes, variedad de negocios, oficinas, entre otros).
 - La cantidad de electrodomésticos utilizados crecen considerablemente.
- Durante el lapso comprendido entre las 14:00 y las 18:00 horas, existe una nueva creciente. Presenta un valor promedio por hora de consumo energético equivalente 75 674.95 [kWh] durante el mencionado lapso de tiempo.

Las razones para este comportamiento son las siguientes:

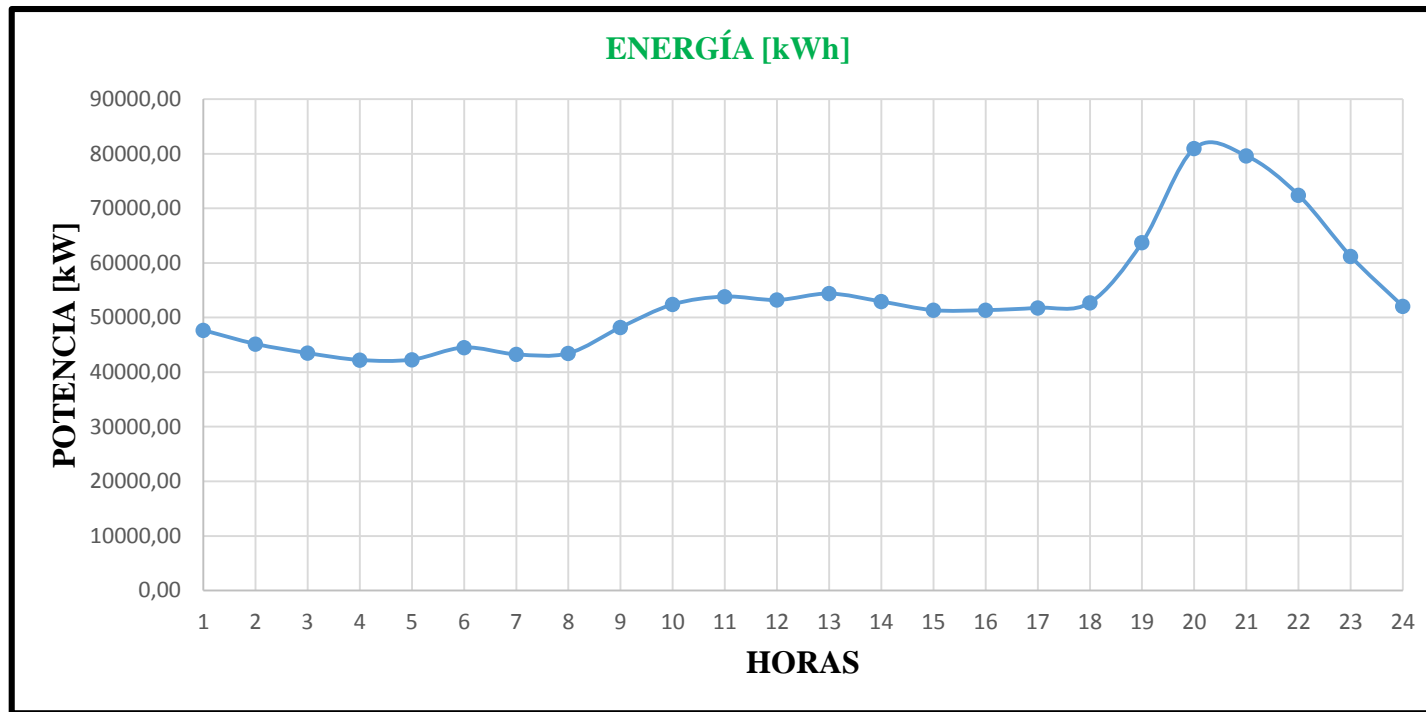
- Los usuarios del sector comercial e industrial retornan a sus áreas de trabajo (oficinistas).
 - No existe mayor demanda por parte del sector residencial.
 - Se registra un mayor consumo por parte de las instituciones educativas.
- La curva del día 18 determina que las horas pico registradas en este día, están comprendidas entre las 19:00 y 22:00 horas, de las cuales el pico máximo se registra a las 20:00 horas con un valor igual a 97 597.95 [kWh]. Para este intervalo de tiempo se presenta un valor promedio por hora de consumo energético equivalente a 89 780.69 [kWh].

El comportamiento de la curva durante estas horas se debe básicamente a los siguientes factores:

- Tiene lugar el encendido del alumbrado público.
- El sector residencial se encuentra activo (retorno de usuarios a sus hogares).
- La cantidad de aparatos eléctricos conectados aumentan considerablemente.
- Instituciones educativas aún activas por sus jornadas vespertinas y nocturnas.
- La demanda por parte del sector industrial para estas horas se reduce.

Análisis de la curva del día de menor consumo energético del mes de Septiembre de 2013 (día 1).

Figura 60. Curva del día de menor consumo energético correspondiente al mes de Septiembre de 2013.

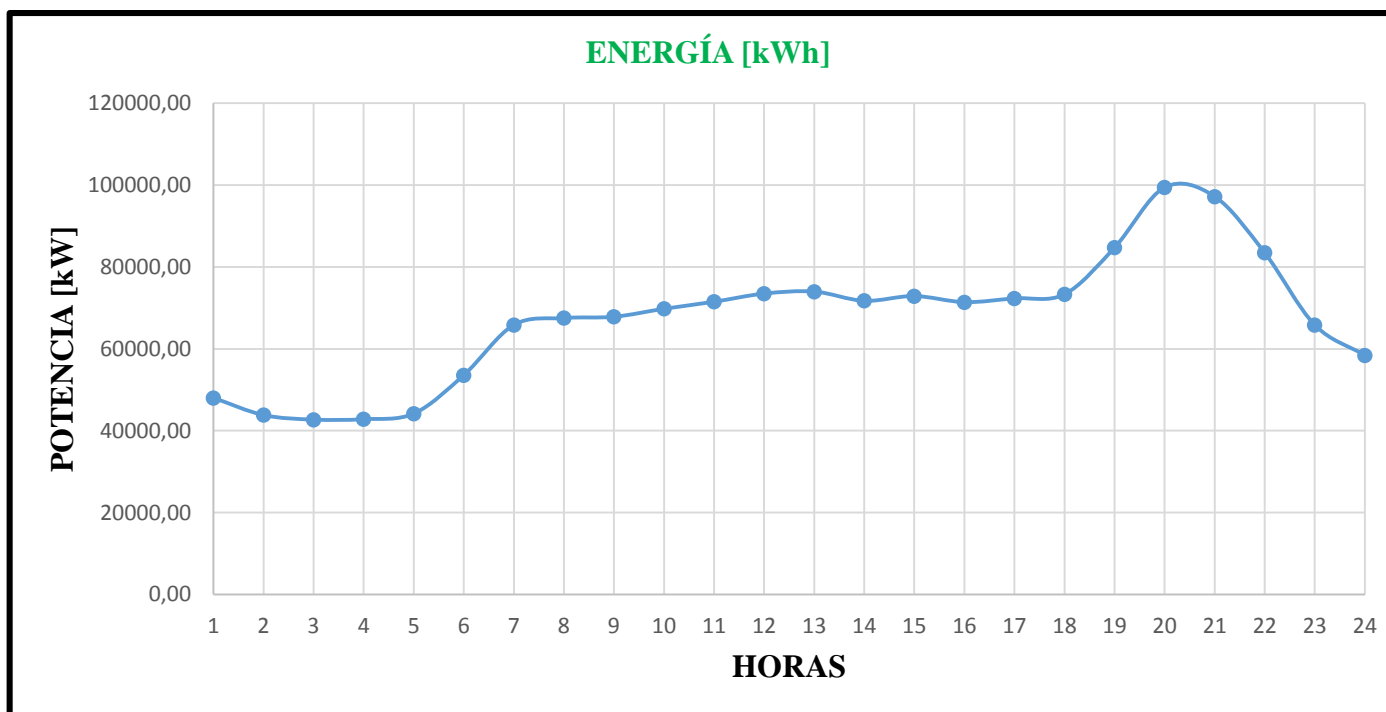


Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

- En la figura 58, se puede observar que el día que presenta el menor consumo energético del mes de Septiembre de 2013 corresponde al día 1, cuyo valor equivale a con un valor igual a 1 284 498 [kWh]. En el cual, el valor máximo de consumo energético para este día fue igual a 80 965.79 [kWh] y ocurrió a las 20:00 horas. El valor mínimo de consumo energético registrado en el día en mención fue igual a 42 235.70 [kWh] y se dio a las 04:00 horas. Para el día 1 se determinó un valor promedio de 53 520.74 [kWh] de consumo de energía.

Análisis de la curva del día que registra el valor máximo de consumo energético del año 2013 (día 3 del mes de Septiembre).

Figura 61. Curva del día que registra el valor máximo durante el año 2013.

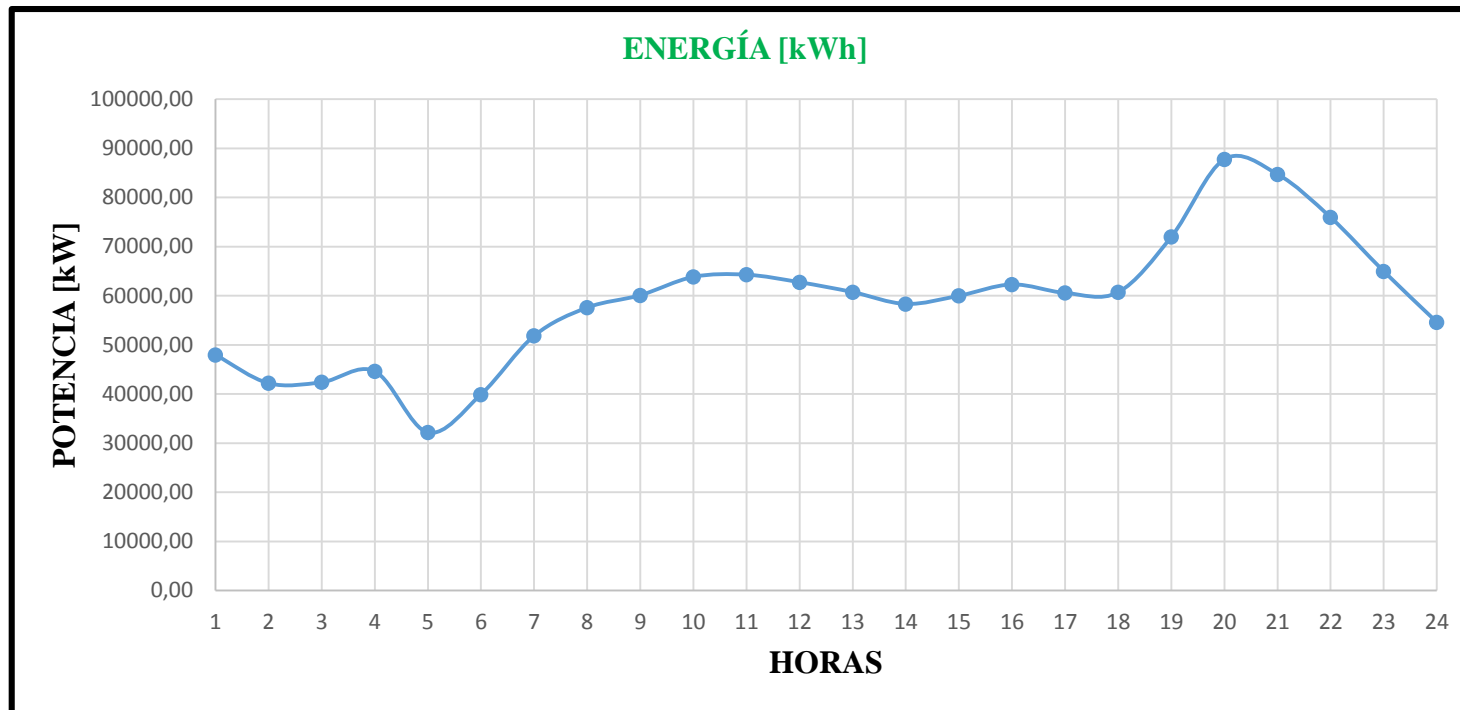


Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

- En la tabla 34, se puede apreciar que el día que registra el valor máximo de consumo energético durante el año 2013 corresponde al día 3 del mes de Septiembre, cuyo valor total equivale a 1 616 040.98 [kWh]. El valor máximo de consumo energético de 2013 fue igual a 99 427.90 [kWh] y ocurrió a las 20:00 horas; mientras que el valor mínimo de consumo energético registrado en este día fue igual a 42 728.53 [kWh] y se dio a las 03:00 horas. Para el día 3 se determinó un valor promedio por hora de 67 335.04 [kWh].

Análisis de la curva del día que registra el valor mínimo de consumo energético del año 2013 (día 30 de Julio).

Figura 62. Curva del día que registra el valor mínimo durante el año 2013.



Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

- En la tabla 42, se puede apreciar que el día que registra el valor mínimo de consumo energético durante el año 2013 corresponde al día 30 del mes de Julio, cuyo valor total equivale a 1 412 352.80 [kWh]. El valor mínimo de consumo energético de 2013 fue igual a 32 172.55 [kWh] y ocurrió a las 05:00 horas; mientras que el valor máximo de consumo energético registrado en este día fue igual a 87 779.84 [kWh] y se dio a las 20:00 horas.
Para el día 30 se determinó un valor promedio por hora de 58 848.03 [kWh].

Comportamiento de la demanda para el mes de Marzo de 2013.

Figura 63. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Marzo de 2013.

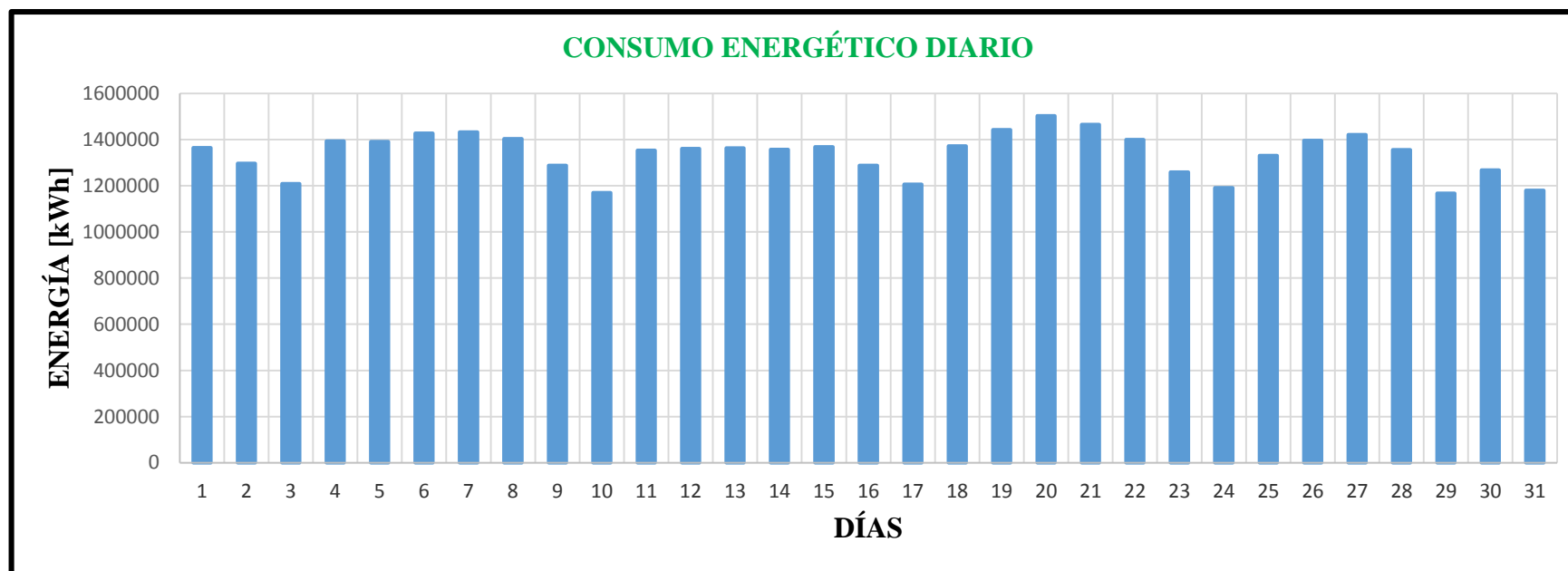


Tabla 36. Valores correspondientes al mes de Marzo de 2013.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	88 830	37 349	1 503 288	1 167 471	1 336 722	41 438 397
Hora (24 h)	20:00	04:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	20	11	20	29	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 20 de Marzo de 2013.

Figura 64. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Marzo de 2013.

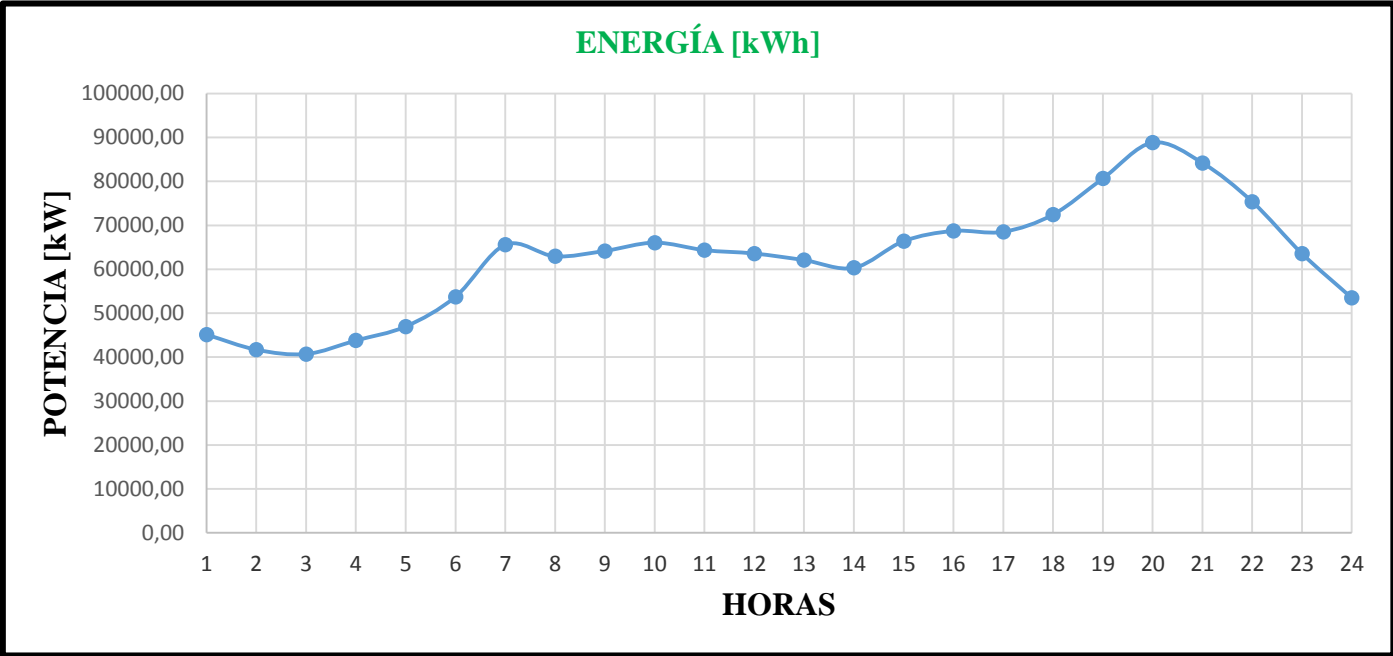


Tabla 37. Valores correspondientes al día 20 del mes de Marzo de 2013.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	88 829.77	40 706.93	62 637	1 503 288
Hora	20:00	03:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Abril de 2013.

Figura 65. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Abril de 2013.

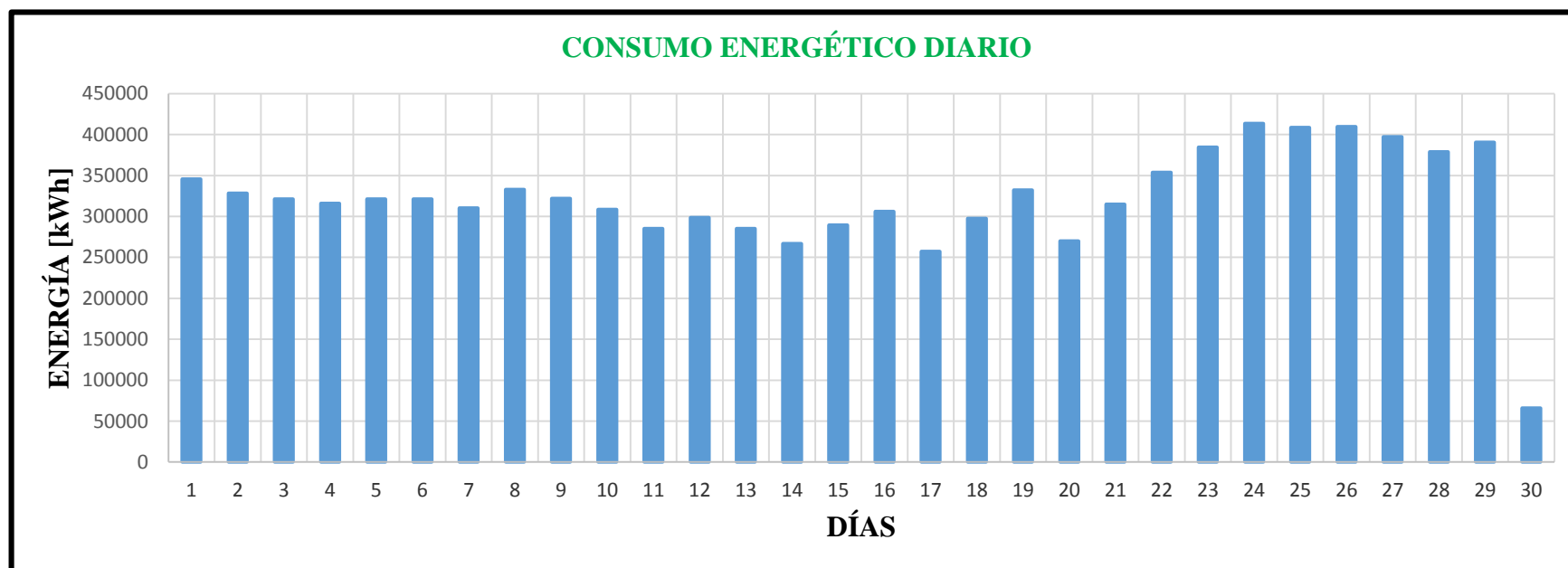


Tabla 38. Valores correspondientes al mes de Abril de 2013.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	21 047	402	413 610	66 034	321 102	9 633 056
Hora (24 h)	19:00	03:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	24	30	24	30	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 24 de Abril de 2013.

Figura 66. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Abril de 2013.

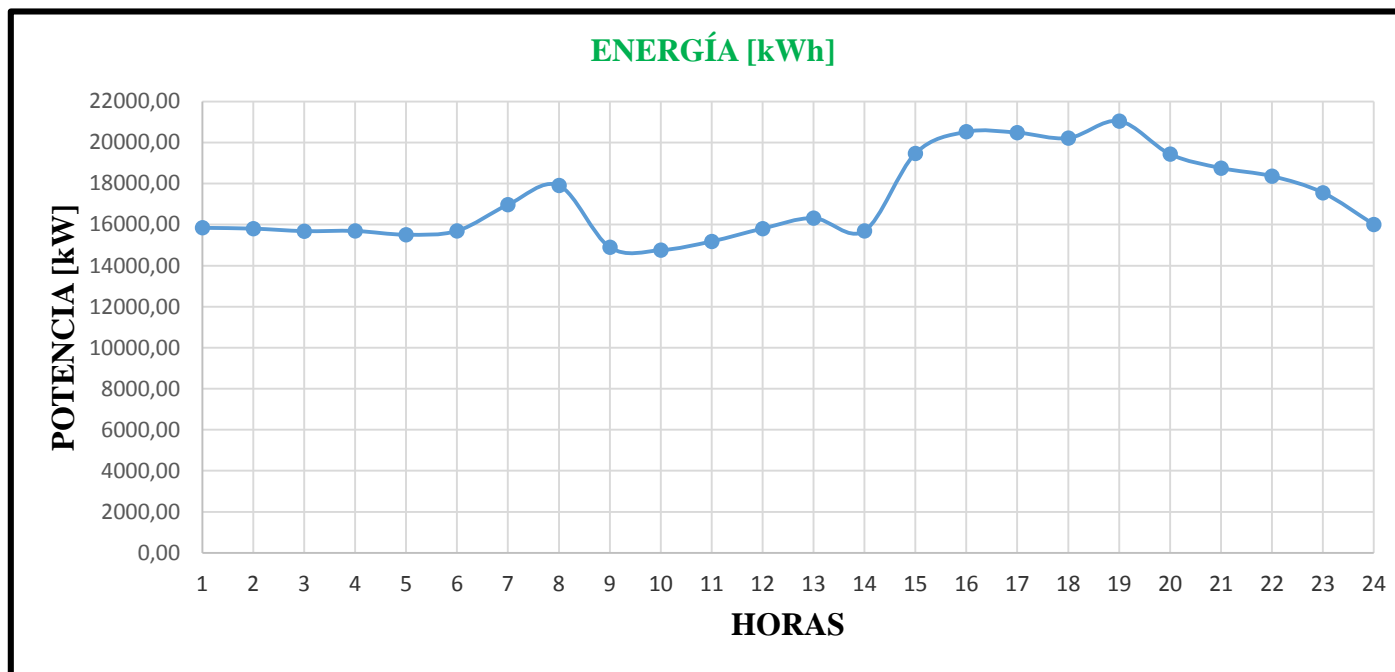


Tabla 39. Valores correspondientes al día 24 del mes de Abril de 2013.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	21 046.78	14 753	17 233.75	413 610
Hora	19:00	10:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Junio de 2013.

Figura 67. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Junio de 2013.

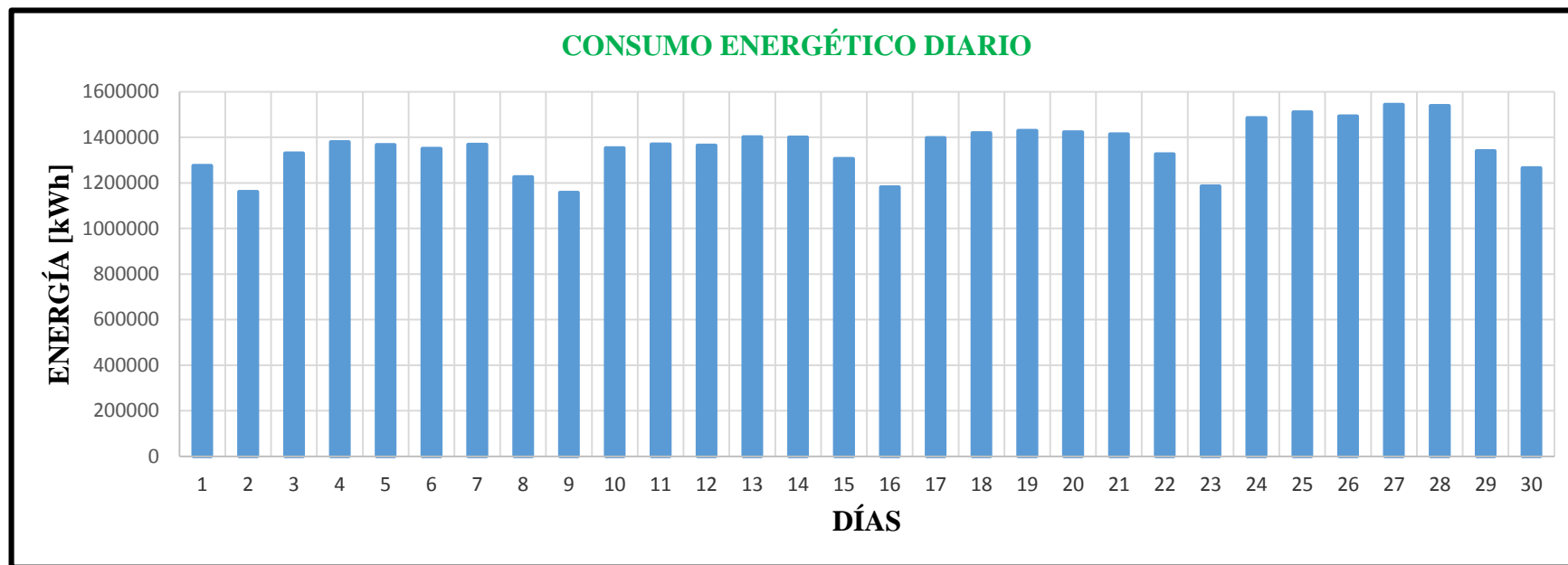


Tabla 40. Valores correspondientes al mes de Junio de 2013.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	91 712	36 499	1 543 965	1 157 721	1 359 113	40 773 399
Hora (24 h)	20:00	03:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	25	10	27	9	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 27 de Junio de 2013.

Figura 68. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Junio de 2013.

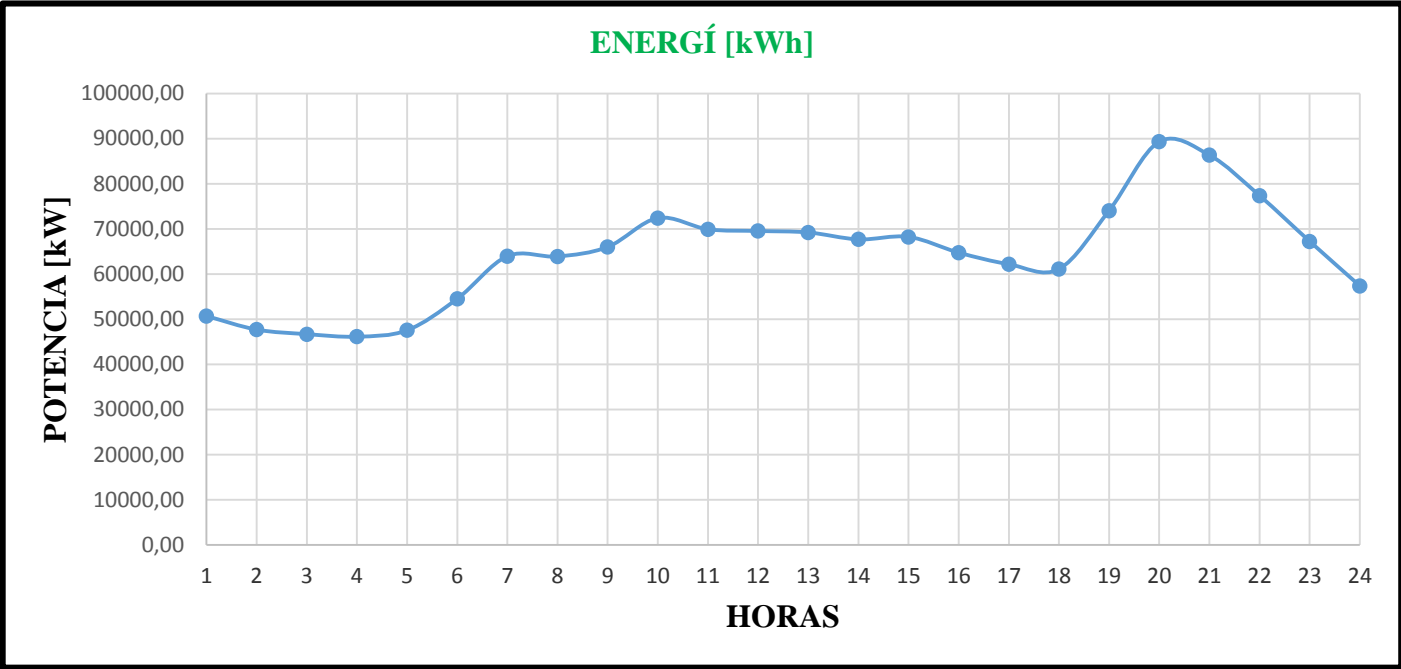


Tabla 41. Valores correspondientes al día 27 del mes de Junio de 2013.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	89 327.77	46 124.33	64 331.88	1 543 965
Hora	20:00	04:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Julio de 2013.

Figura 69. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Julio de 2013.

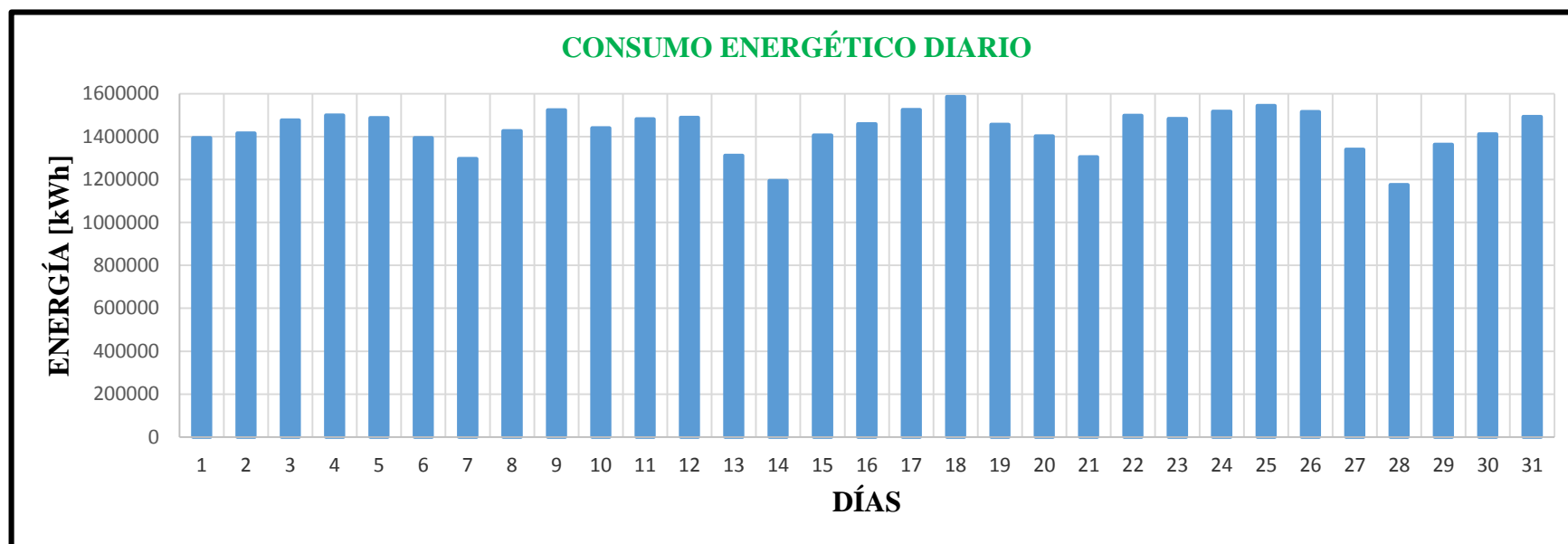


Tabla 42. Valores correspondientes al mes de Julio de 2013.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	91 588	32 173	1 586 332	1 175 854	1 429 830	44 324 725
Hora (24 h)	20:00	05:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	17	30	18	28	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 18 de Julio de 2013.

Figura 70. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Julio de 2013.

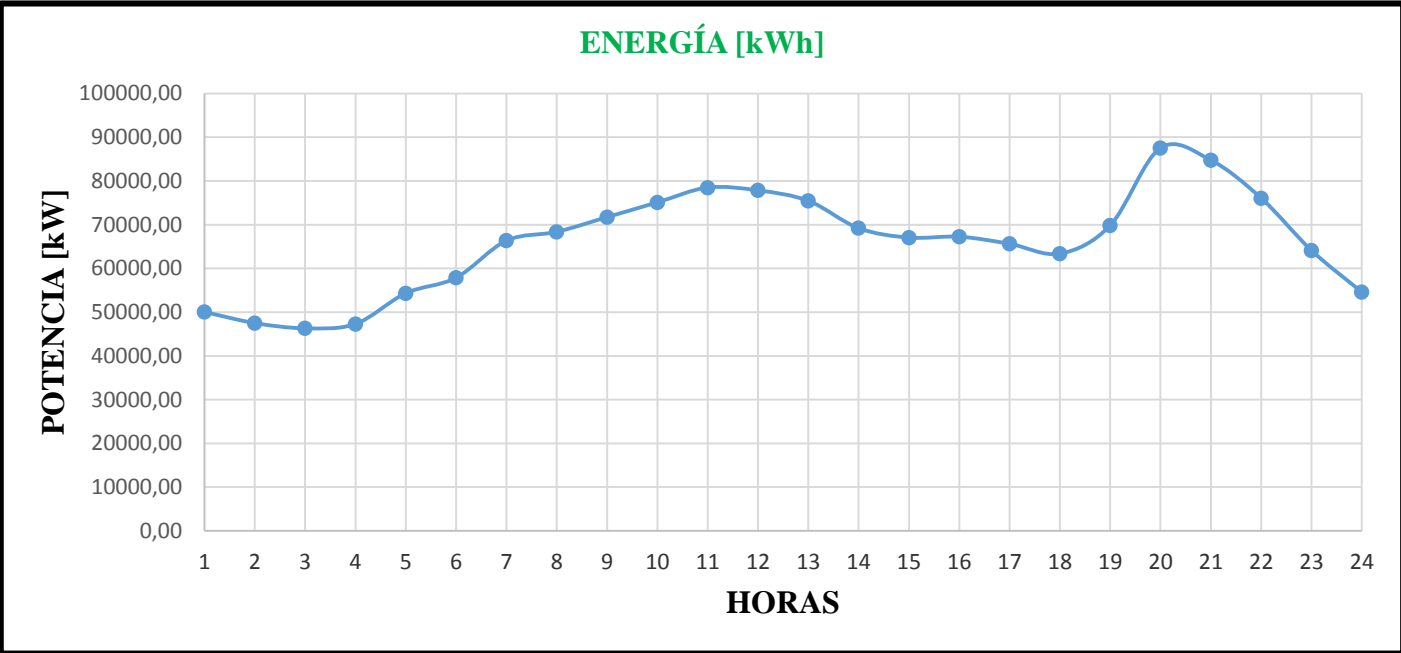


Tabla 43. Valores correspondientes al día 18 del mes de Julio de 2013.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	87 555.79	46 323.50	66 097.18	1 586 332
Hora	20:00	03:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Agosto de 2013.

Figura 71. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Agosto de 2013.

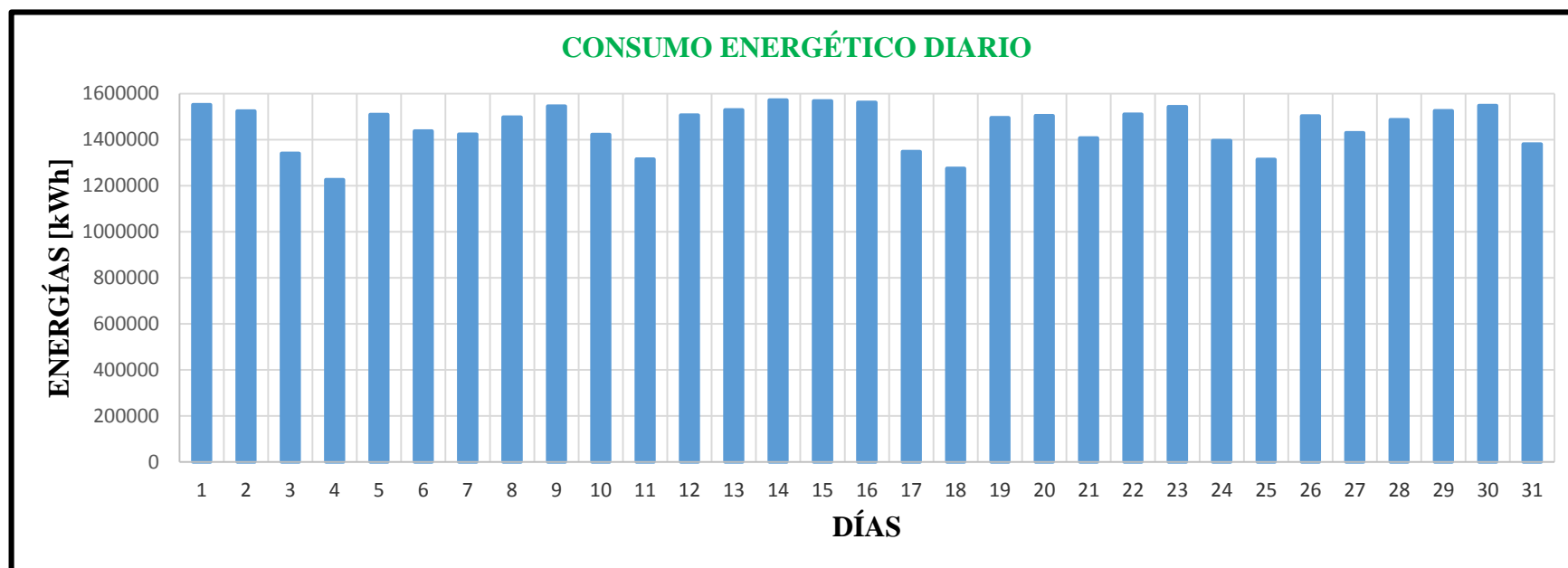


Tabla 44. Valores correspondientes al mes de Agosto de 2013.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	92 301	40 025	1 571 913	1 226 082	1 458 109	45 201 369
Hora (24 h)	20:00	03:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	13	28	14	4	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 14 de Agosto de 2013.

Figura 72. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Agosto de 2013.

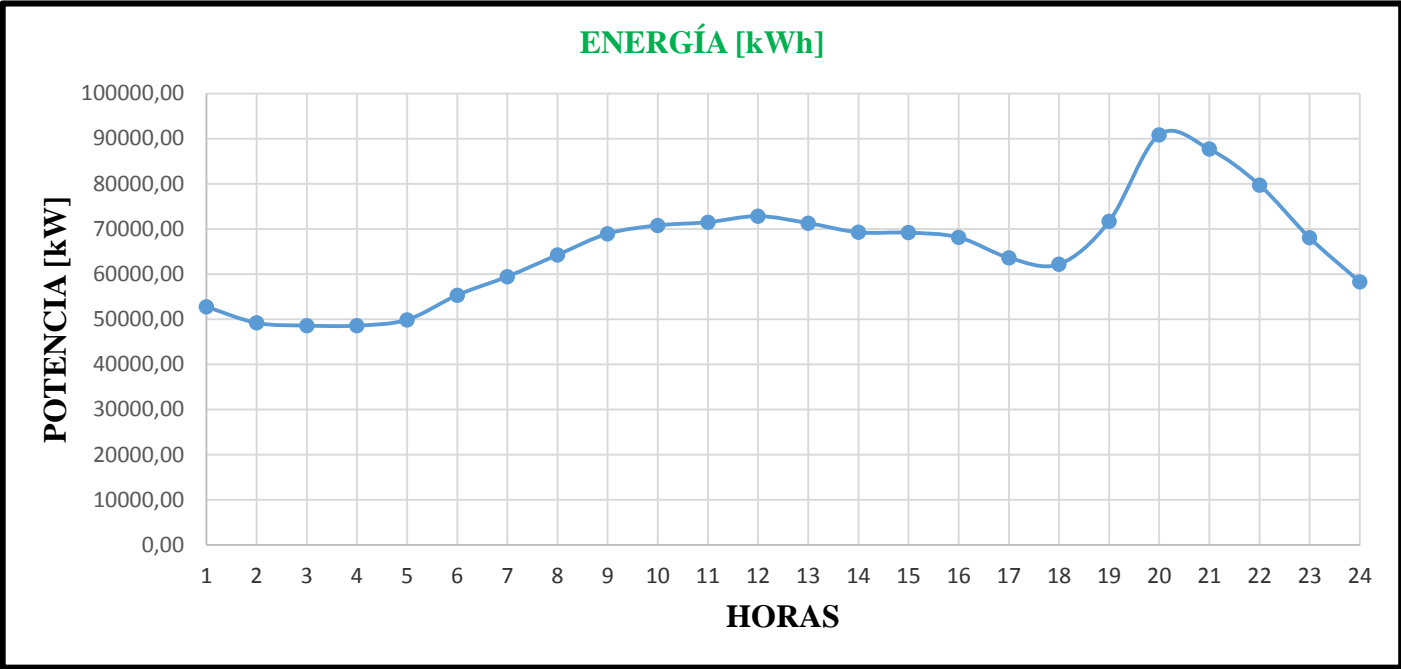


Tabla 45. Valores correspondientes al día 14 del mes de Agosto de 2013.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	90 861.14	48 572.66	65 496.38	1 571 913
Hora	20:00	04:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Octubre de 2013.

Figura 73. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Octubre de 2013.

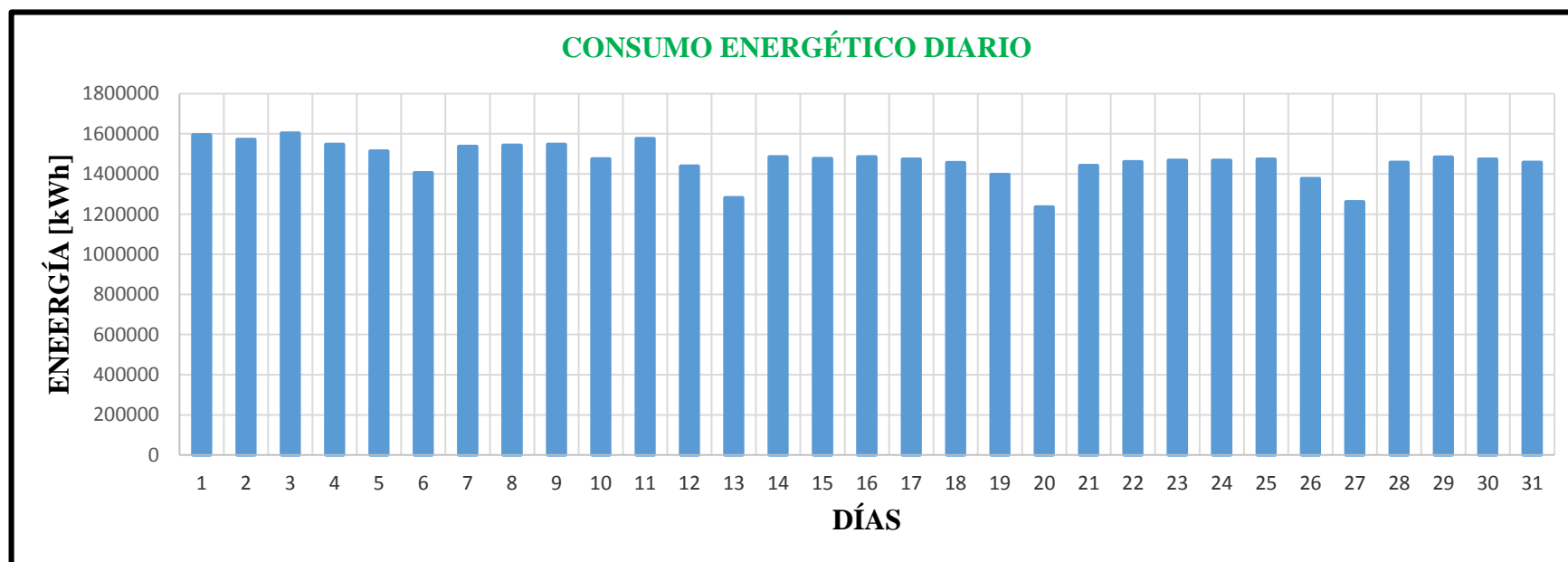


Tabla 46. Valores correspondientes al mes de Octubre de 2013.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	95 641	39 340	1 603 561	1 235 881	1 466 946	45 475 317
Hora (24 h)	20:00	07:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	3	20	3	20	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 3 de Octubre de 2013.

Figura 74. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Octubre de 2013.

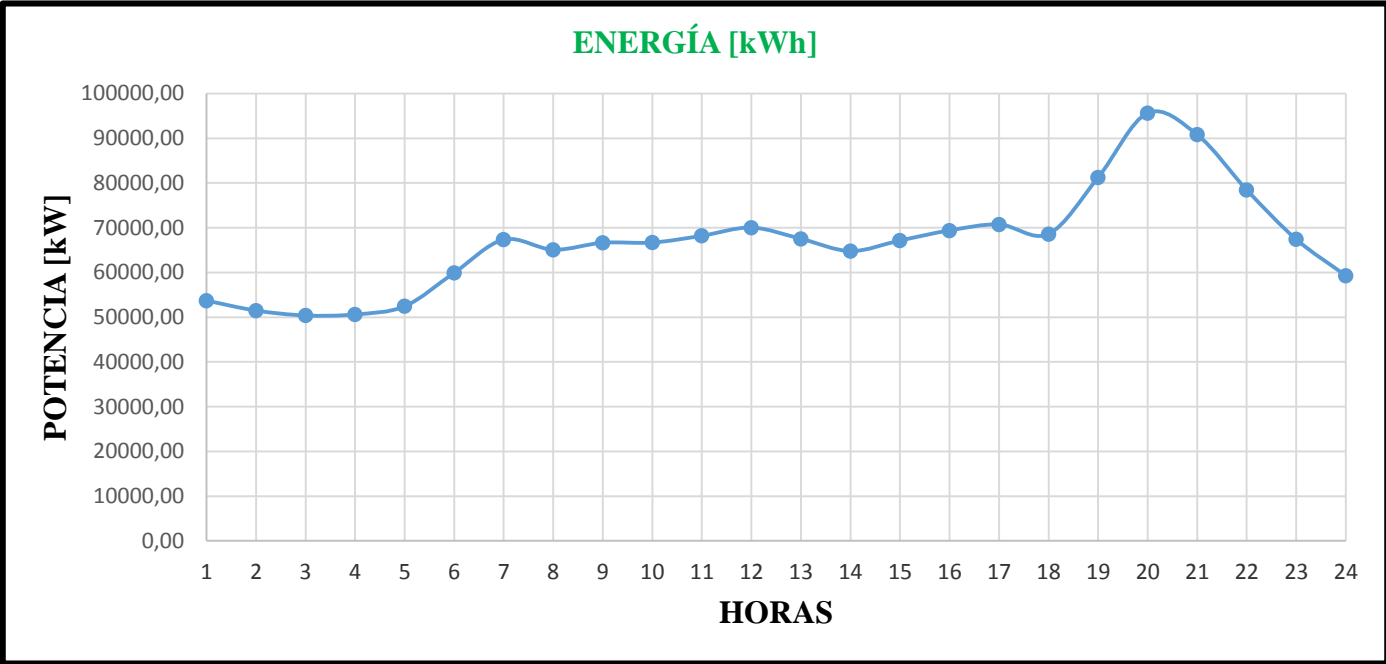


Tabla 47. Valores correspondientes al día 3 del mes de Octubre de 2013.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	95 641.28	50 384.73	66 815.04	1 603 561
Hora	20:00	03:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Noviembre de 2013.

Figura 75. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Noviembre de 2013.

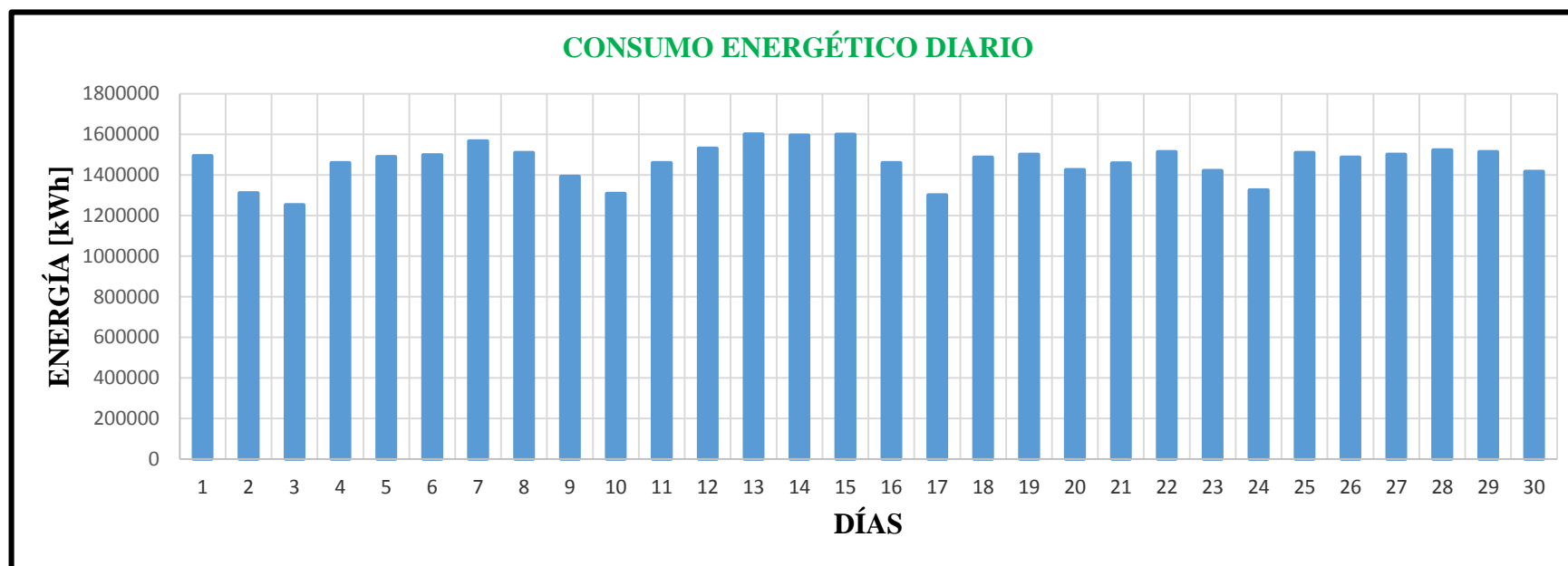


Tabla 48. Valores correspondientes al mes de Noviembre de 2013.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	95 169	40 382	1 600 609	1 252 483	1 463 816	43 914 476
Hora (24 h)	20:00	07:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	12	3	13	3	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 13 de Noviembre de 2013.

Figura 76. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Noviembre de 2013.

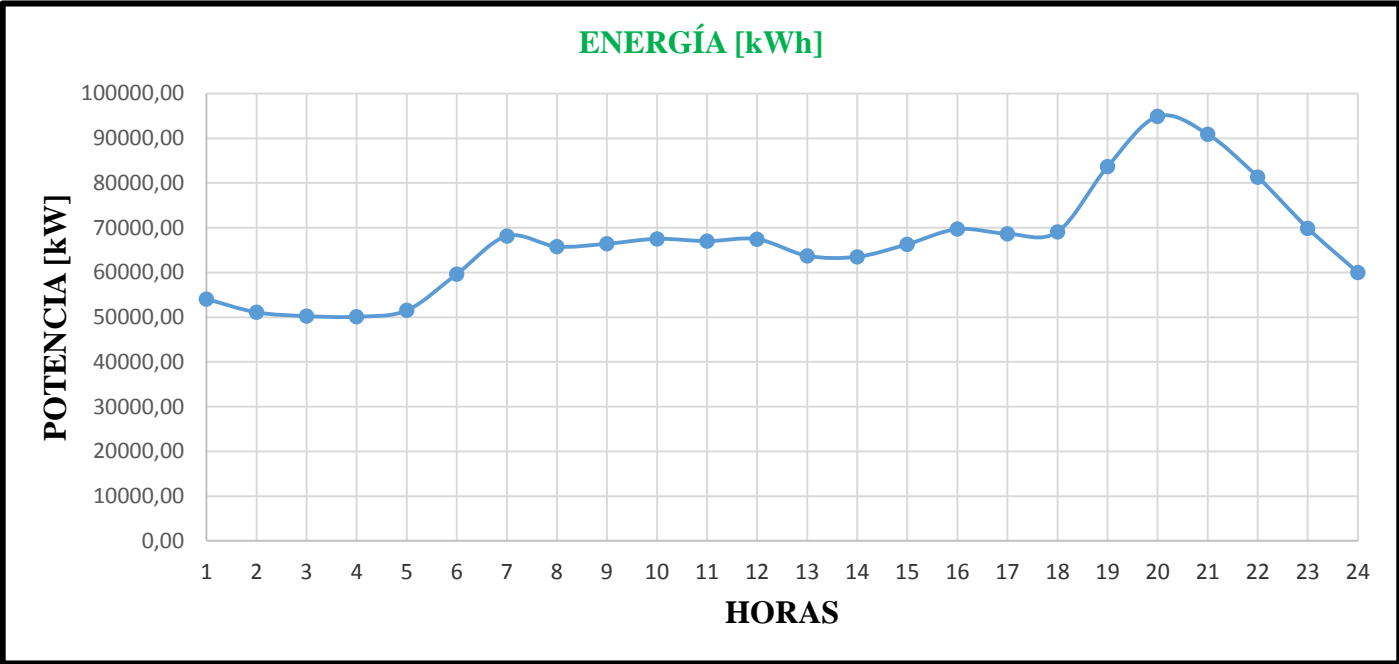


Tabla 49. Valores correspondientes al día 13 del mes de Noviembre de 2013.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	94 871.23	50 108.42	666 692.04	1 600 609
Hora	20:00	04:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el año 2014.

Figura 77. Curva de consumo energético correspondiente al año 2014.

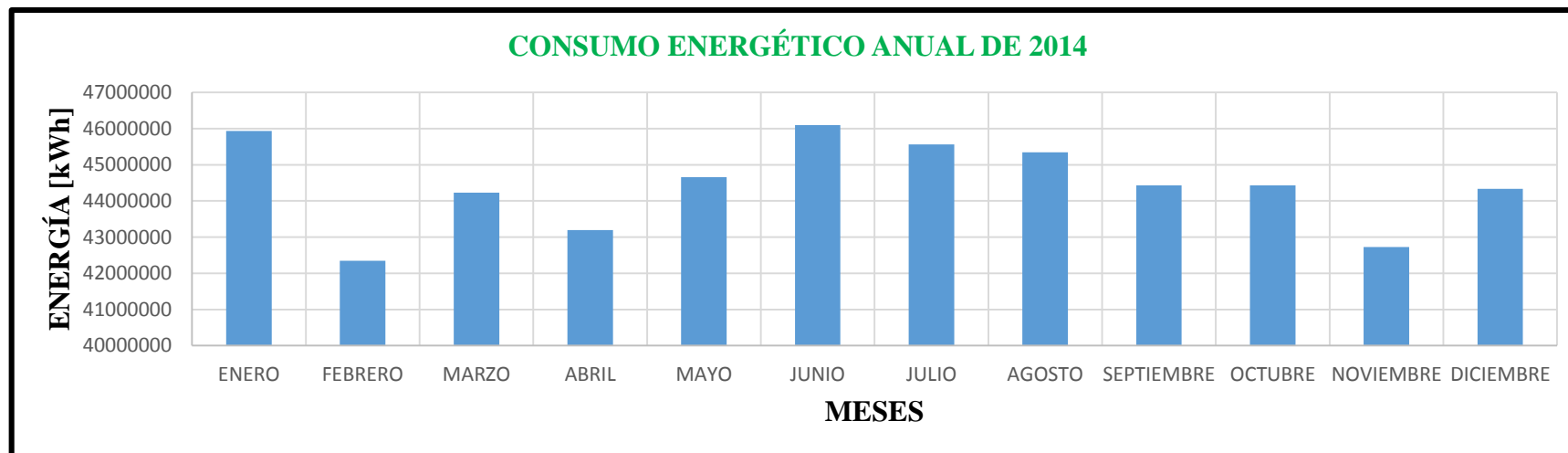


Tabla 50. Valores correspondientes a los meses del año 2014.

Mes	Energía [kWh]
Enero	45 938 303.97
Febrero	42 350 636.13
Marzo	44 229 076.34
Abril	43 194 231.79
Mayo	44 655 755.83
Junio	46 094 478.27

Julio	45 562 606.44
Agosto	45 341 802.38
Septiembre	44 431 014.23
Octubre	44 431 014.23
Noviembre	42 726 350.58
Diciembre	44 336 899.44
Total	533 292 169.6

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

En base a los datos obtenidos en la curva de la demanda correspondiente al año 2014, es posible determinar los siguientes resultados:

- Para el año 2014 se registró un consumo energético, cuyo valor total fue 533 292 169.6 [kWh]. Dicha cantidad corresponde a la demanda presentada por los sectores: residencial, comercial e industrial.
- La demanda de energía para el año 2014 obtuvo un valor promedio de 44 441 014.1 [kWh].
- El valor máximo del consumo energético registrado durante el año 2014 se suscitó a las 20:00 horas, en el día 11 del mes de Junio con un valor equivalente a 97 896 [kWh].
- El valor mínimo de consumo energético registrado durante el año 2014 se suscitó a las 17:00 horas, en el día 12 del mes de Julio con un valor equivalente a 29 045 [kWh].
- En la curva del año 2013 se puede identificar claramente que el mes en donde se registra la mayor demanda energética fue en el mes de Junio, con un valor igual a 46 094 478.27 [kWh]; mientras que el mes con el menor registro energético corresponde al mes de Febrero, con un valor igual a 42 350 636.13 [kWh].
- Al determinar la diferencia entre el mes de mayor y menor consumo energético (Junio y Febrero respectivamente) se puede concluir que el resultado de la misma indica, que a partir de este último se registra en el sistema un valor de 3 743 842.14 [kWh] para acaparar la demanda mencionada en el mes crítico.

Análisis del mes que registra el mayor consumo energético del año 2014 (Junio).

Figura 78. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Junio de 2014.

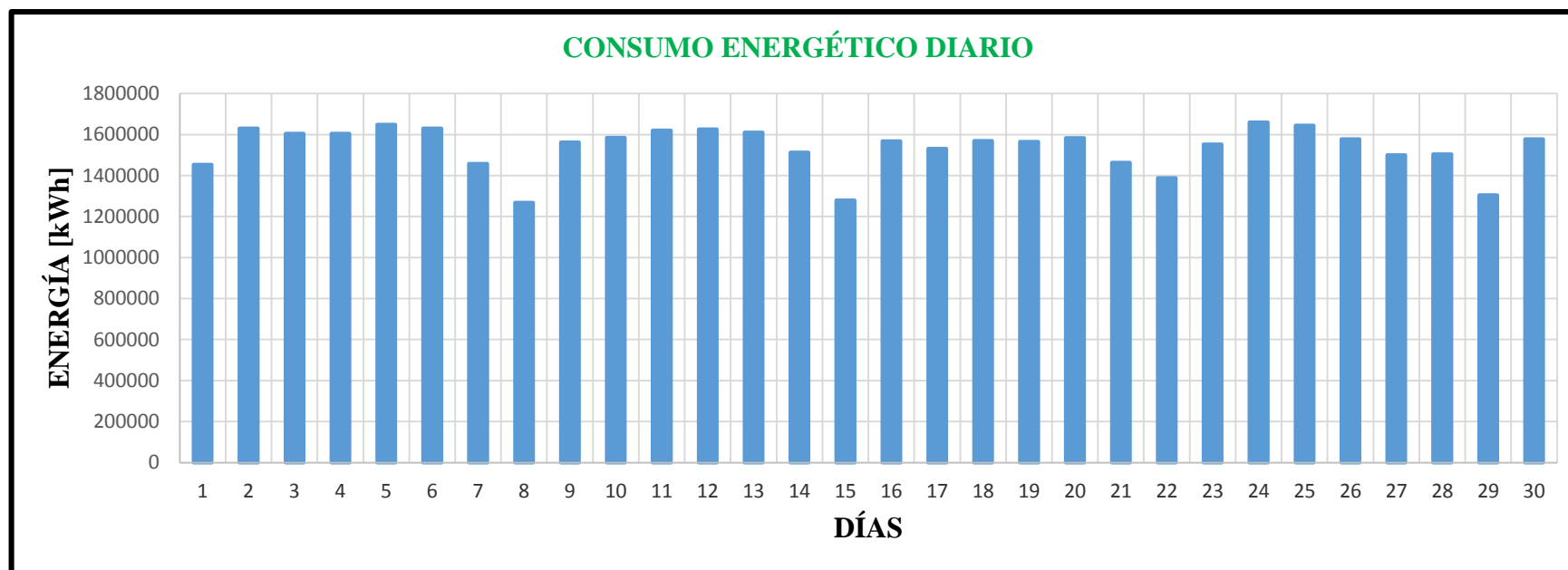


Tabla 51. Valores correspondientes al mes de Junio de 2014.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	97 896	35 039	1 660 714	1 268 578	1 536 483	46 094 478
Hora (24 h)	20:00	04:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	11	29	24	8	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

En base a los datos obtenidos en la curva de la demanda correspondiente al mes de Octubre de 2012, es posible determinar los siguientes resultados:

- El mes de Junio está conformado por 30 días.
- El mes de Junio, fue el mes más crítico durante el año 2014 al registrar un consumo total de 46 094 478 [kWh].
- El valor promedio de consumo energético por día para el mes de Junio fue igual a 1 536 483 [kWh].
- El valor máximo de consumo energético registrado durante este mes fue igual a 97 896 [kWh] y ocurrió a las 20:00 horas del día 11.
- El valor mínimo de consumo energético registrado en el mes en mención fue igual a 35 039 [kWh] y se dio a las 04:00 horas del día 29.
- El día que presentó el mayor consumo energético corresponde al día 24 del mes en estudio, lo cual indica que este, fue el día más crítico registrado durante el mes de Junio de 2014.
- El día 8 registró el menor consumo energético de todo el mes de Junio.

Análisis de la curva del día que registra el mayor consumo energético del mes de Junio de 2014 (día 24).

Figura 79. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Junio de 2014.

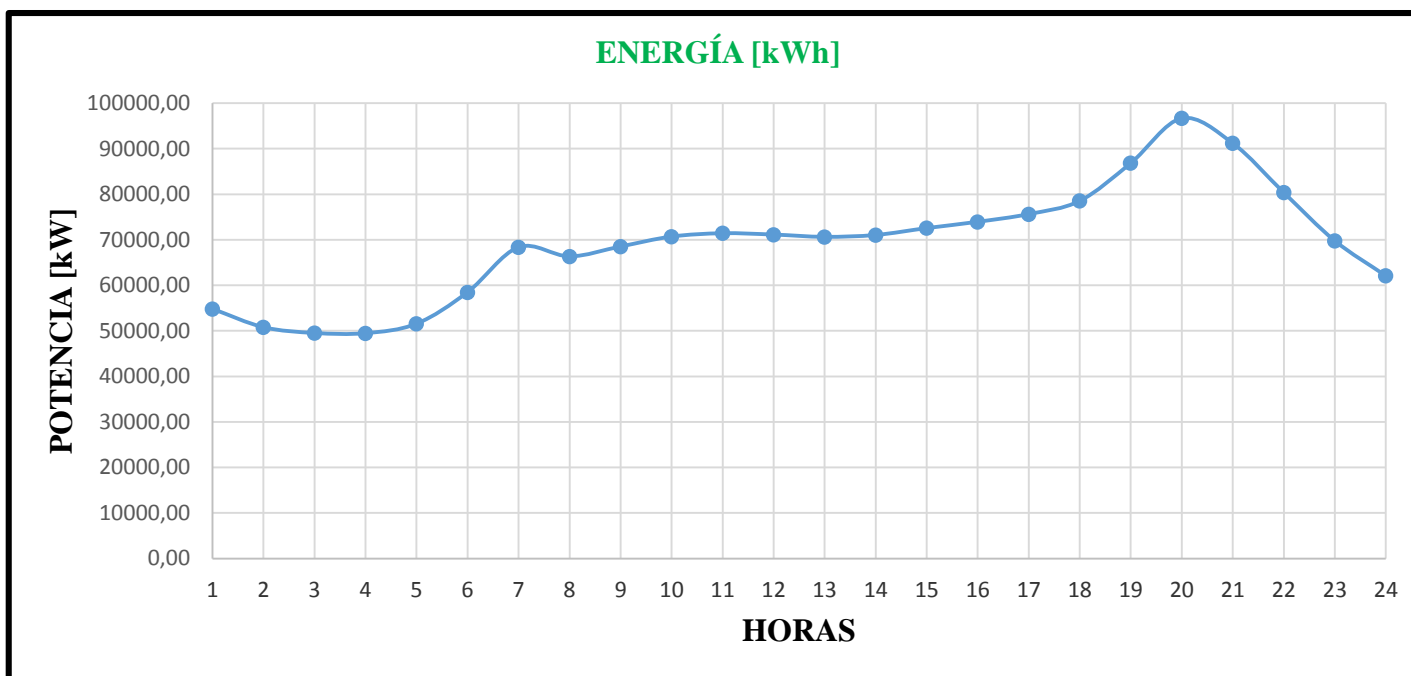


Tabla 52. Valores correspondientes al día 24 del mes de Junio de 2014.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	96 679.45	49 494.94	69 196.40	1 660 714
Hora	20:00	04:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

En base a los datos obtenidos en la curva de la demanda correspondiente al día 24 (día crítico) del mes de Junio de 2014, es posible determinar los siguientes resultados:

- Para el día 24 de Junio de 2014, las horas valle de consumo energético se comprenden a partir de las 22:00 hasta las 06:00 horas. Registrando la mayor caída de consumo energético a las 04:00 horas con un valor igual a 49 494.94 [kWh] y el valor promedio para dicho rango de horas es de 58 556.24 [kWh].

El comportamiento de la curva durante las horas antes citadas, se debe a los siguientes factores:

- La mayoría de usuarios de los sectores residencial y comercial se reducen debido a que emplean estas horas para descansar.
 - La cantidad de aparatos eléctricos conectados se reducen gradualmente.
 - No se observa un consumo nulo, debido a que cierta parte del sector industrial y comercial labora durante estas horas.
- Existe una creciente en la curva que se registra a las 07:00 horas, pasando de 58 499.19 [kWh] (06:00 h) a 68 381.64 [kWh].

Los factores que determinan dicho crecimiento son:

- La creciente en la curva es ocasionada por usuarios del sector residencial.
 - La utilización de electrodomésticos para la preparación de alimentos tales como: microondas, licuadora, cafetera, tostadora, cocina eléctrica, batidora, entre otros.
 - La utilización de ducha eléctrica por parte de los usuarios, antes de realizar sus actividades cotidianas.
 - la utilización de aparatos eléctricos tales como: celular, secadora, plancha, barbera, entre otros.
- Para las 08:00 horas, se aprecia una caída en la curva, pasando de 68 381.64 [kWh] (07:00 h) a 66 364.65 [kWh].

La principal razón para dicha caída es:

- Los usuarios del sector residencial (causantes del crecimiento entre las 06:00 y 07:00 h) disminuyen, debido a que salen de sus hogares a realizar sus actividades cotidianas y por tal motivo los electrodomésticos utilizados se reducen.

- Para la curva del día 24 de Junio se puede observar que en el lapso de 09:00 a 18:00 horas, existe una creciente mayor. Presentando un valor promedio por hora de consumo energético equivalente a 72 425.04 [kWh] durante el mencionado lapso de tiempo.

El comportamiento de la curva durante estas horas se debe a dos razones principales, estas son:

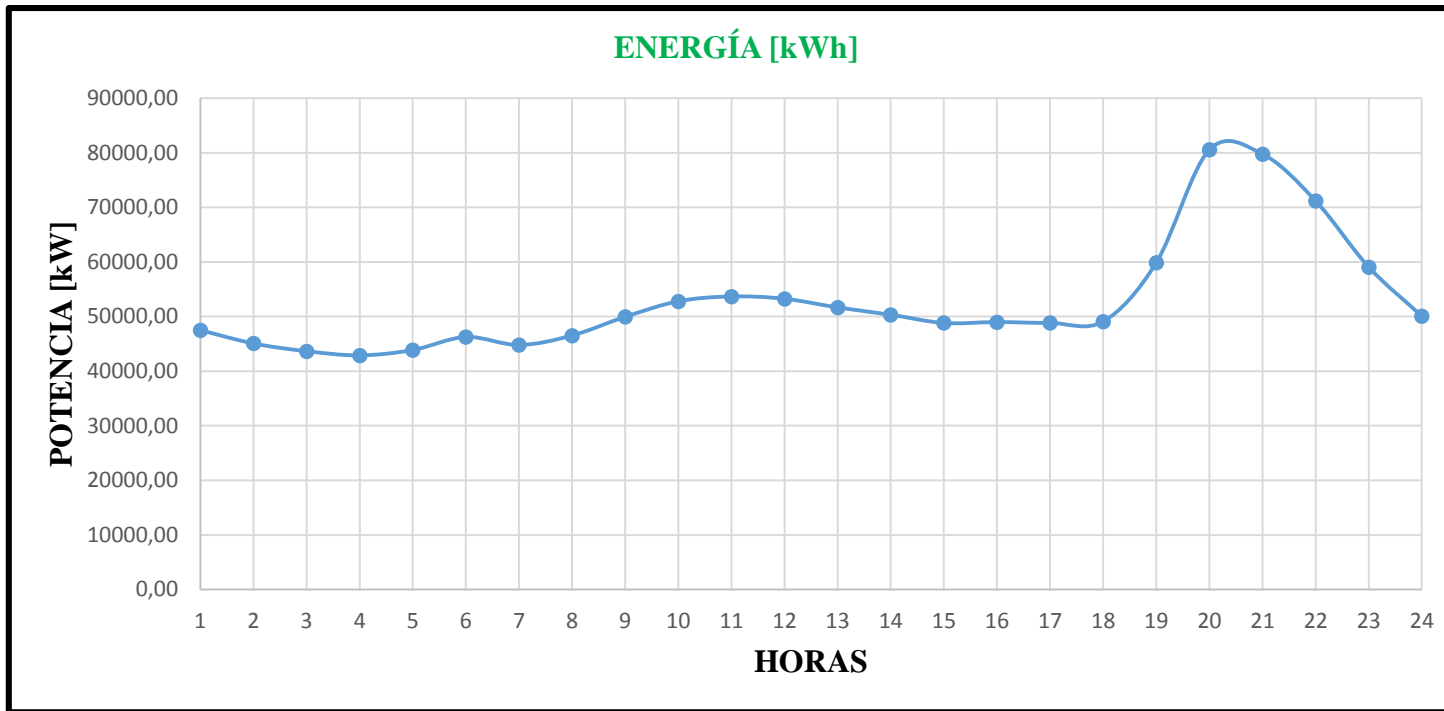
- El sector comercial se encuentra totalmente activo (restaurantes, variedad de negocios, oficinas, entre otros).
 - La cantidad de electrodomésticos utilizados crecen considerablemente.
 - Los usuarios del sector comercial e industrial retornan a sus áreas de trabajo (luego del receso de medio día).
 - Se registra un mayor consumo por parte de las instituciones educativas.
 - El sector industrial mantiene un consumo constante.
- La curva del día 24 determina que las horas pico registradas en este día, están comprendidas entre las 19:00 y 22:00 horas, de las cuales el pico máximo se registra a las 20:00 horas con un valor igual a 96 679.45 [kWh]. Para este intervalo de tiempo se presenta un valor promedio por hora de consumo energético equivalente a 88 771.68 [kWh].

El comportamiento de la curva durante estas horas se debe básicamente a los siguientes factores:

- Tiene lugar el encendido del alumbrado público.
- El sector residencial se encuentra activo (retorno de usuarios a sus hogares).
- La cantidad de aparatos eléctricos conectados aumentan considerablemente.
- Instituciones educativas aún activas por sus jornadas vespertinas y nocturnas.
- La demanda por parte del sector industrial para estas horas se reduce.

Análisis de la curva del día de menor consumo energético del mes de Junio de 2014 (día 8).

Figura 80. Curva del día de menor consumo energético correspondiente al mes de Junio de 2014.

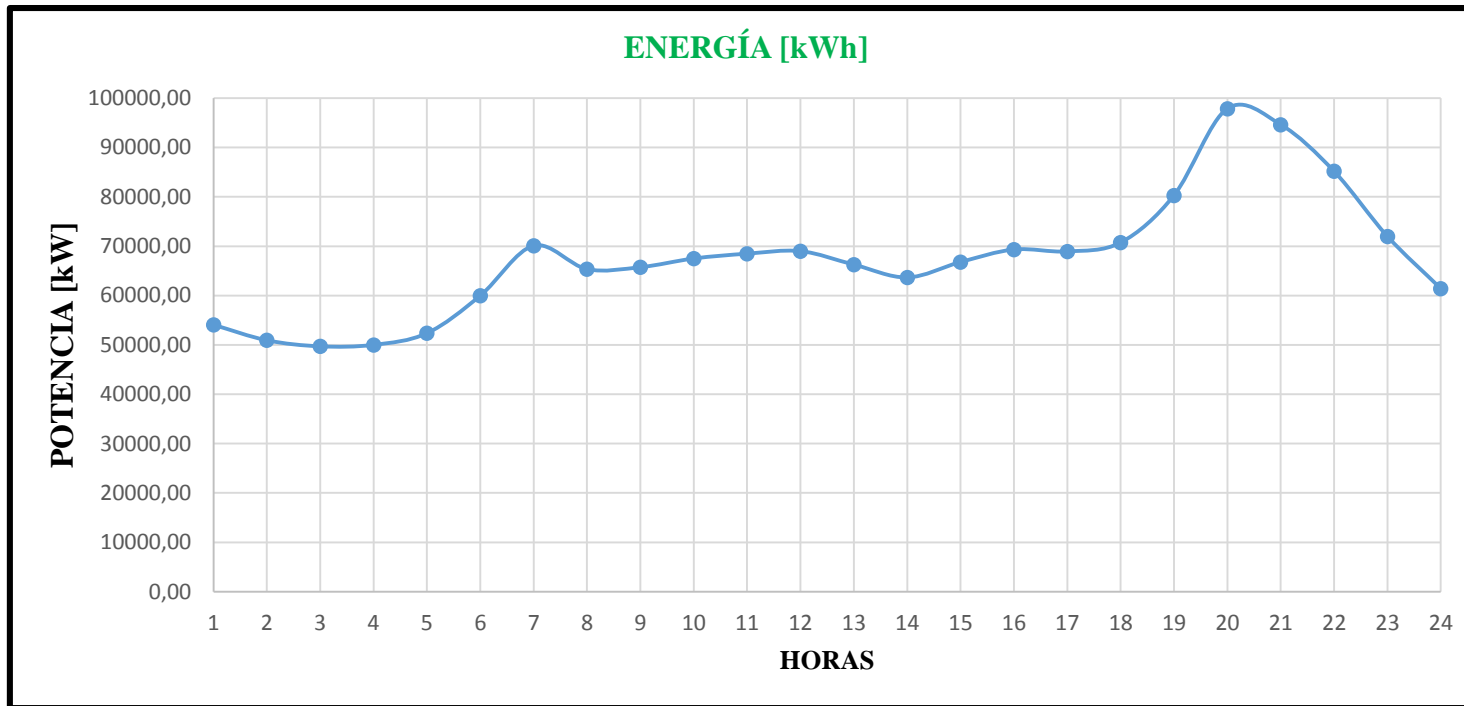


Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

- En la figura 78, se puede observar que el día que presenta el menor consumo energético del mes de Junio de 2014 corresponde al día 8 del mes en estudio, cuyo valor equivale a con un valor igual a 1 268 578.29 [kWh]. En el cual, el valor máximo de consumo energético para este día fue igual a 80 547 [kW] y ocurrió a las 20:00 horas. El valor mínimo de consumo energético registrado en el día en mención fue igual a 42 892.70 [kW] y se dio a las 04:00 horas. Para el día 8 se determinó un valor promedio de 52 857.43 [kW] de consumo de energía.

Análisis de la curva del día que registra el valor máximo de consumo energético del año 2014 (día 11 de Junio).

Figura 81. Curva del día que registra el valor máximo durante el año 2014.

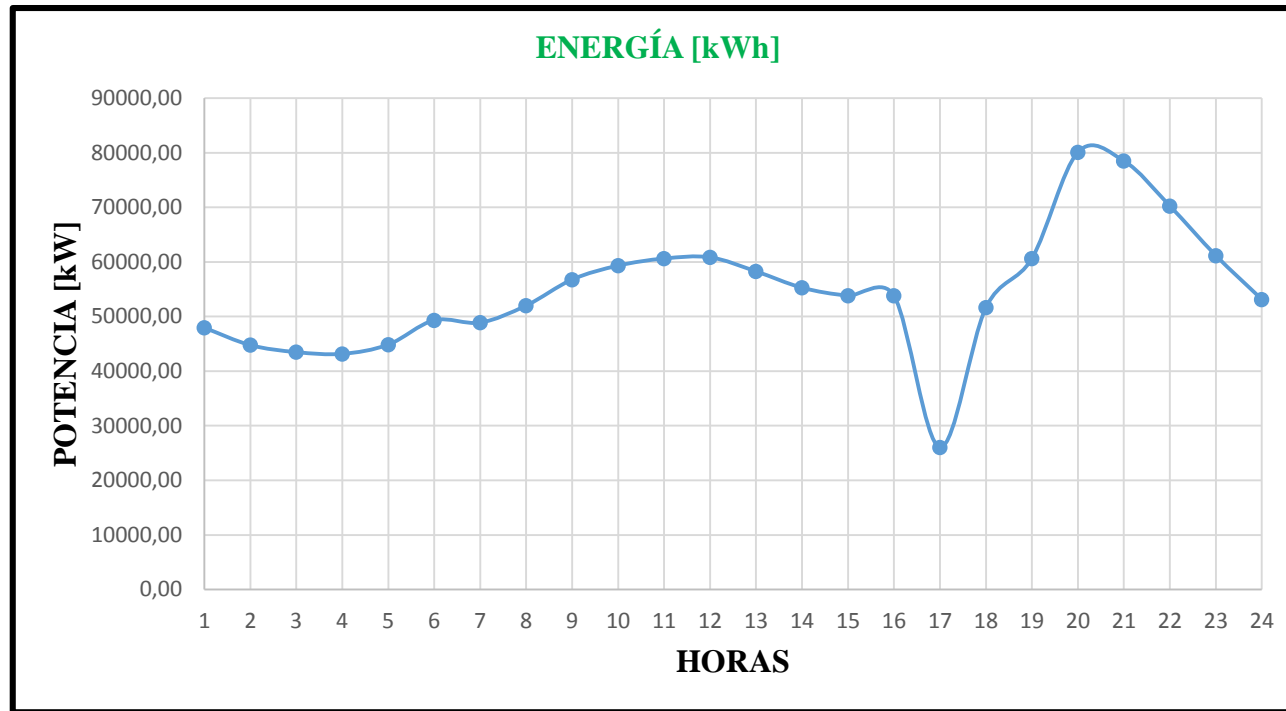


Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

- En la tabla 51, se puede apreciar que el día que registra el valor máximo de consumo energético durante el año 2014 corresponde al día 11 del mes de Junio, cuyo valor total equivale a 1 620 641.05 [kWh]. El valor máximo de consumo energético de 2014 fue igual a 97 896 [kWh] y ocurrió a las 20:00 horas; mientras que el valor mínimo de consumo energético registrado en este día fue igual a 50 015.73 [kWh] y se dio a las 04:00 horas. Para el día 11 se determinó un valor promedio por hora de 67 526.71 [kWh].

Análisis de la curva del día que registra el valor mínimo de consumo energético del año 2014 (día 12 de Julio).

Figura 82. Curva del día que registra el valor mínimo durante el año 2014.



Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

- En la tabla 63, se puede apreciar que el día que registra el valor mínimo de consumo energético durante el año 2014 corresponde al día 12 del mes de Julio, cuyo valor total equivale a 1 314 876.18 [kWh]. El valor mínimo de consumo energético de 2014 fue igual a 26 044.61 [kWh] y ocurrió a las 17:00 horas; mientras que el valor máximo de consumo energético registrado en este día fue igual a 80 096.97 [kWh] y se dio a las 20:00 horas.
Para el día 12 se determinó un valor promedio por hora de 54 786.51 [kWh].

Comportamiento de la demanda para el mes de Enero de 2014.

Figura 83. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Enero de 2014.

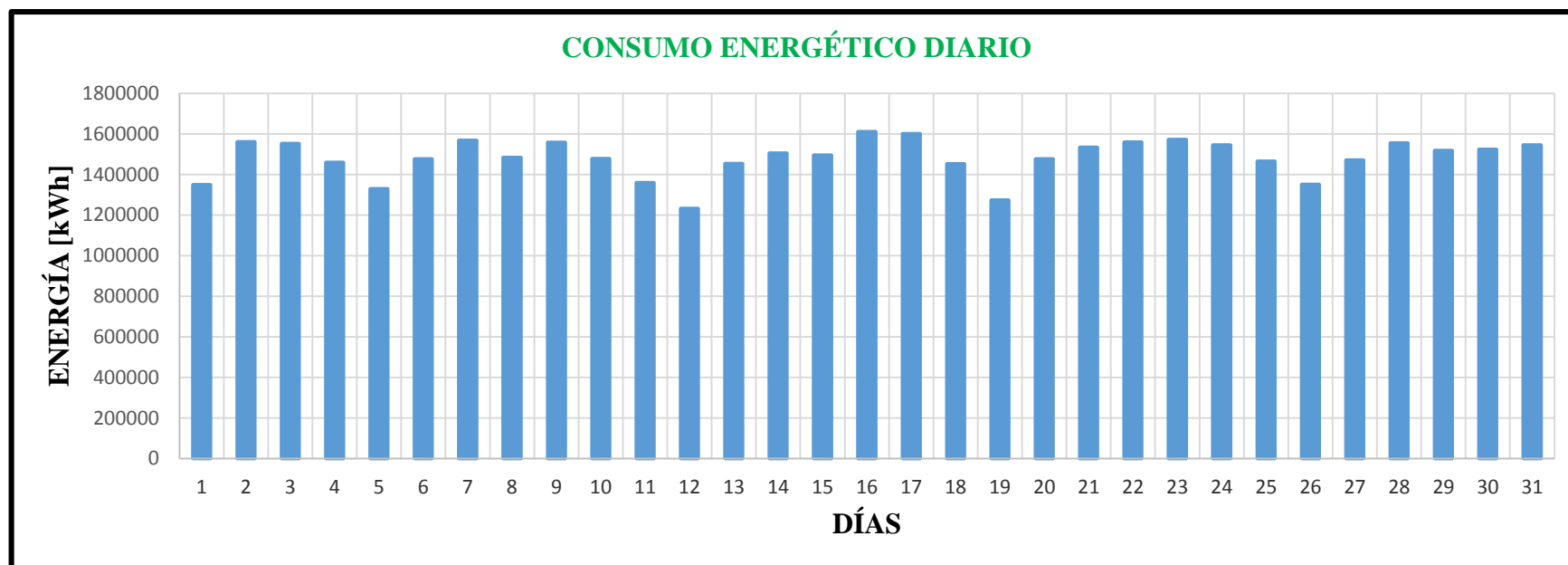


Tabla 53. Valores correspondientes al mes de Enero de 2014.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	94 745	39 364	1 612 170	1 233 564	1 481 881	45 938 304
Hora (24 h)	20:00	03:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	2	20	16	12	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 16 de Enero de 2014.

Figura 84. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Enero de 2014.

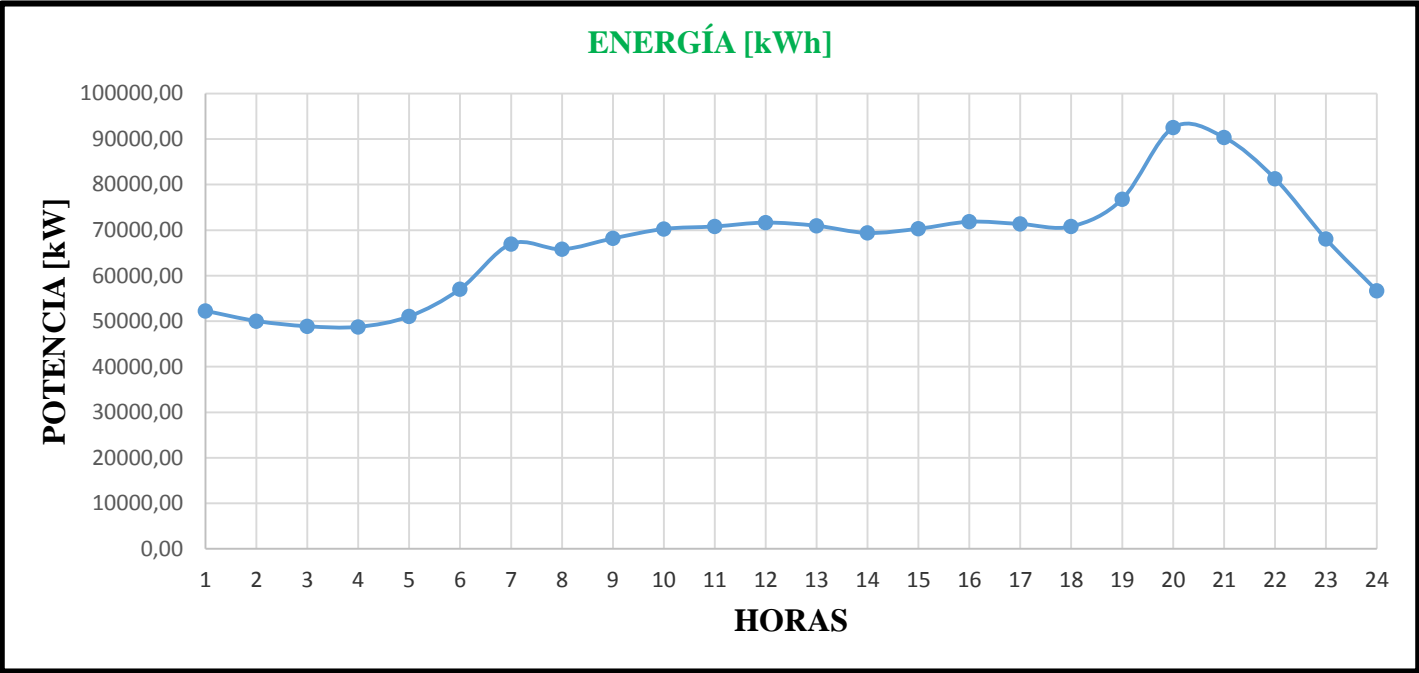


Tabla 54. Valores correspondientes al día 16 del mes de Enero de 2014.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	92 507.50	48 759.46	67 173.77	1 612 170
Hora	20:00	04:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Febrero de 2014.

Figura 85. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Febrero de 2014.

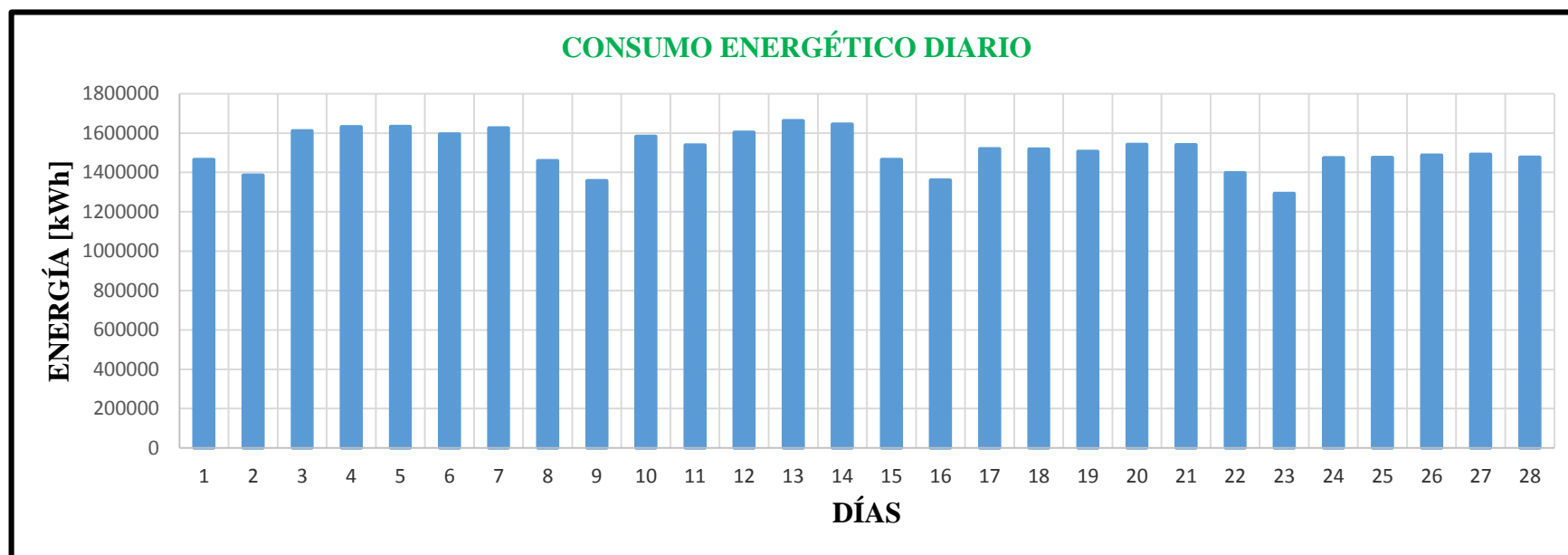


Tabla 55. Valores correspondientes al mes de Febrero de 2014.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	95 799	31 951	1 662 493	1 293 765	1 512 523	42 350 636
Hora (24 h)	20:00	04:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	13	8	13	23	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 13 de Febrero de 2014.

Figura 86. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Febrero de 2014.

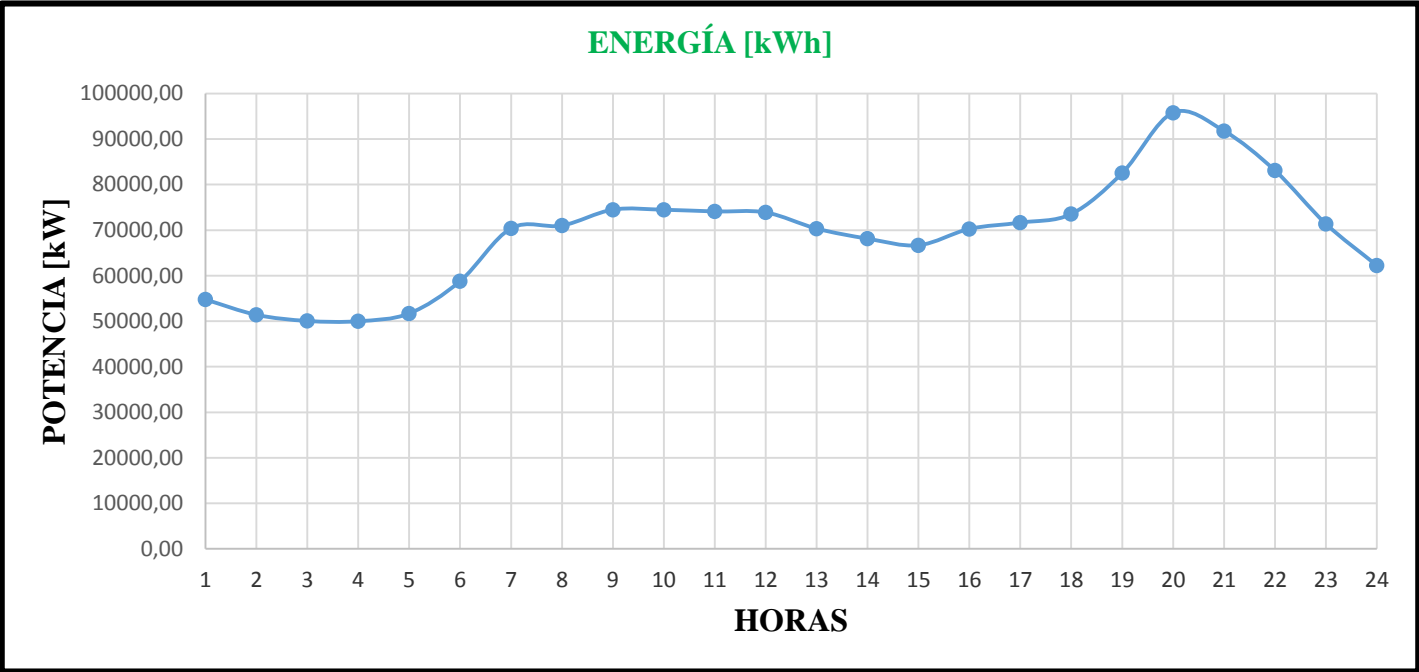


Tabla 56. Valores correspondientes al día 13 del mes de Febrero de 2014.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	95 798.54	49 991.30	69 260.54	1 662 493
Hora	20:00	04:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Marzo de 2014.

Figura 87. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Marzo de 2014.

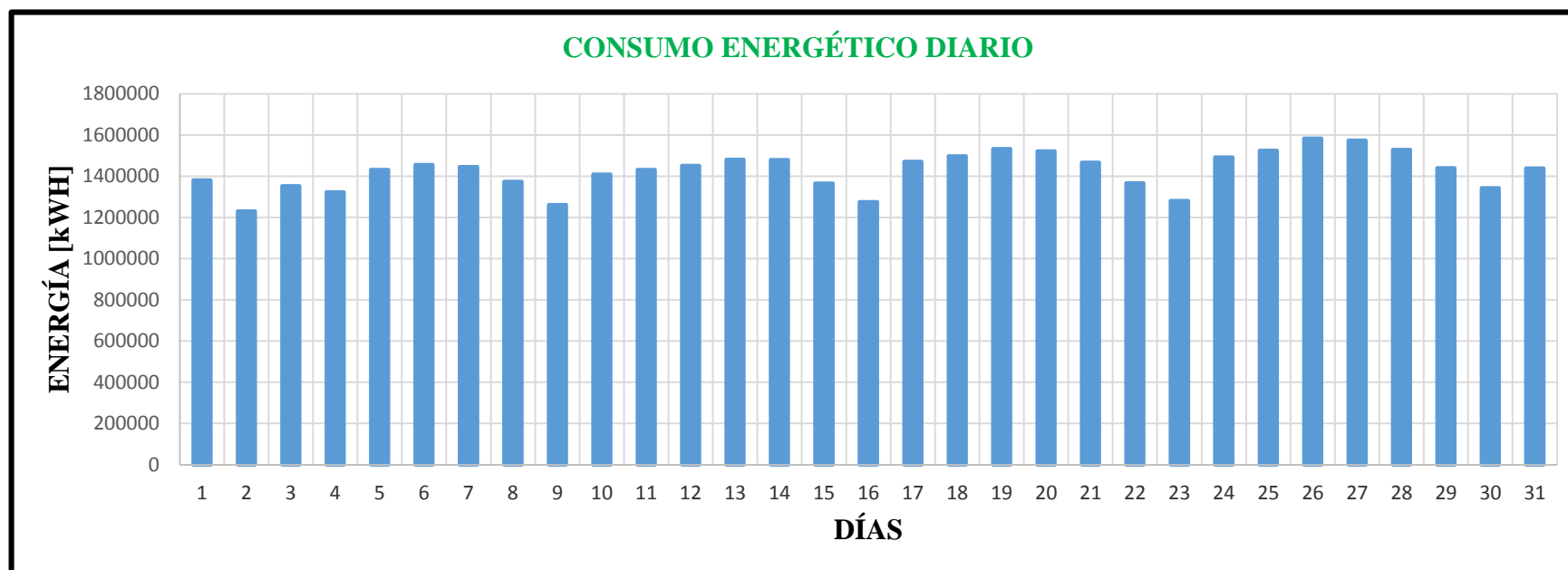


Tabla 57. Valores correspondientes al mes de Marzo de 2014.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	96 616	39 847	1 584 375	1 230 523	1 426 744	44 229 076
Hora (24 h)	20:00	03:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	26	10	26	2	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 26 de Marzo de 2014.

Figura 88. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Marzo de 2014.

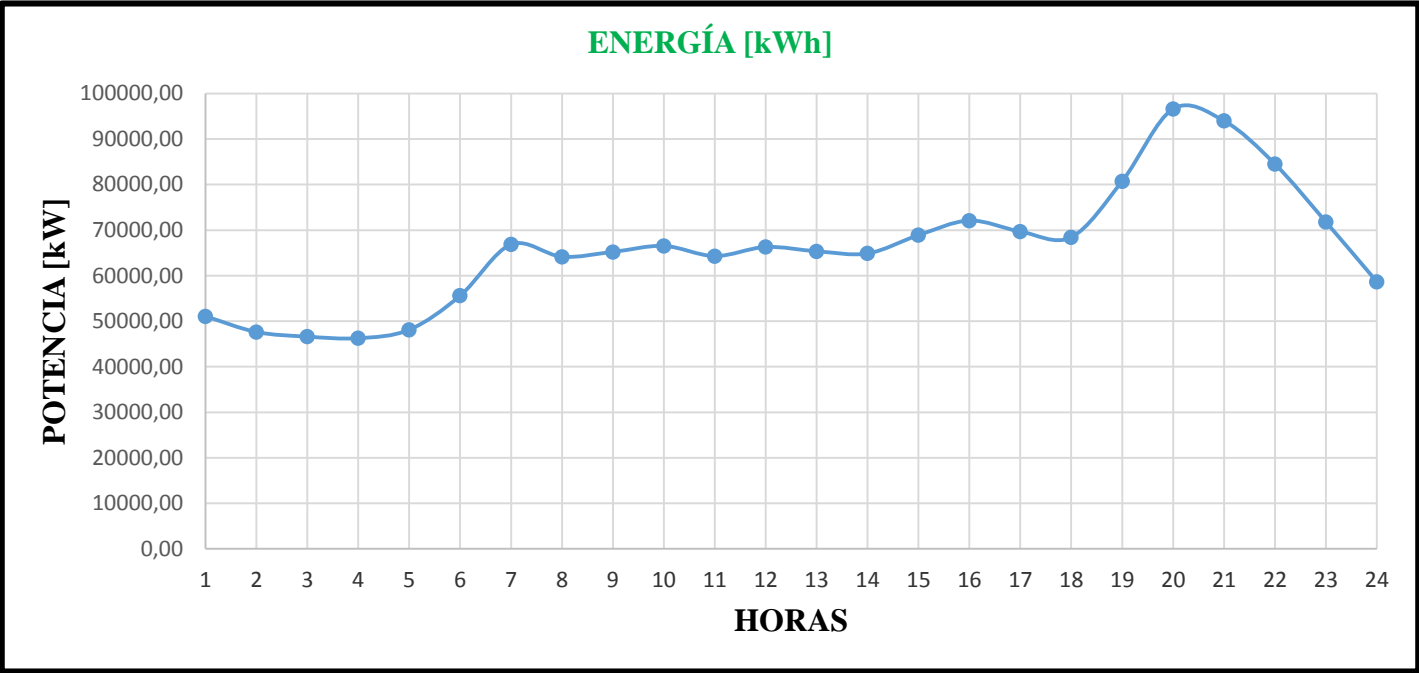


Tabla 58. Valores correspondientes al día 26 del mes de Marzo de 2014.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	96 615.52	46 606.97	66 015.61	1 584 375
Hora	20:00	03:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Abril de 2014.

Figura 89. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Abril de 2014.

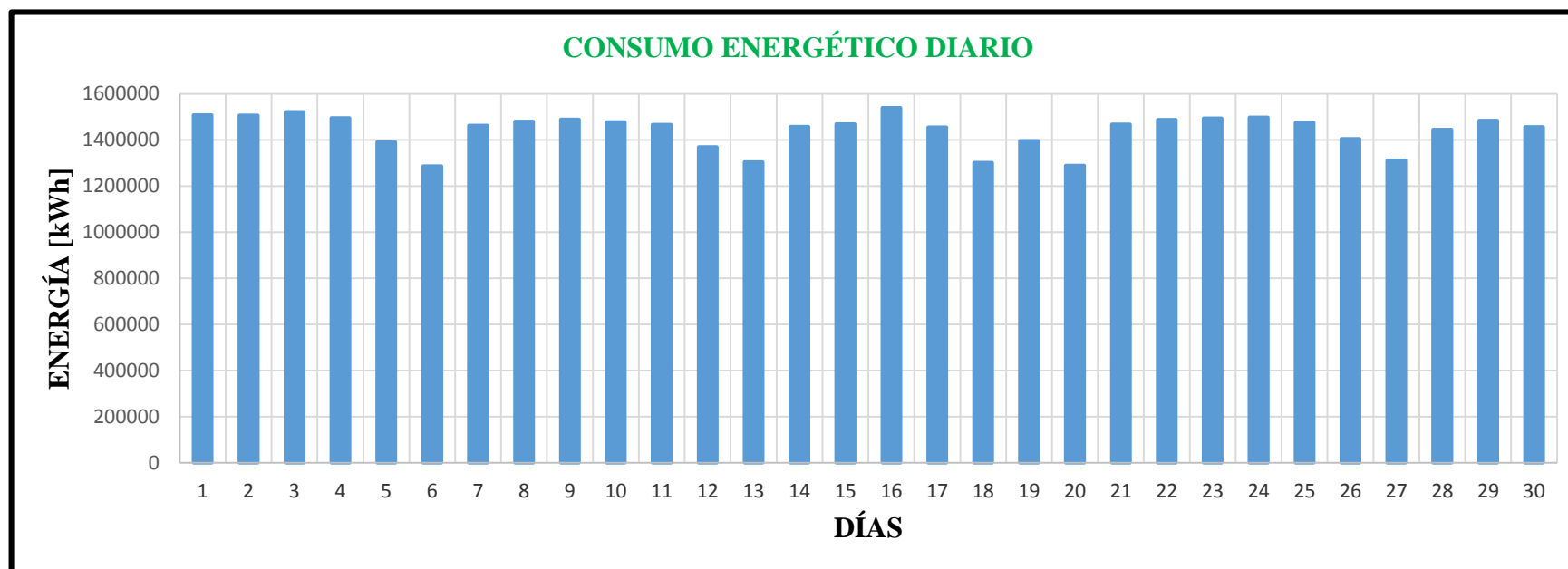


Tabla 59. Valores correspondientes al mes de Abril de 2014.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	92 119	29 620	1 539 158	1 286 728	1 439 808	43 194 232
Hora (24 h)	20:00	03:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	2	13	16	6	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 16 de Abril de 2014.

Figura 90. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Abril de 2014.

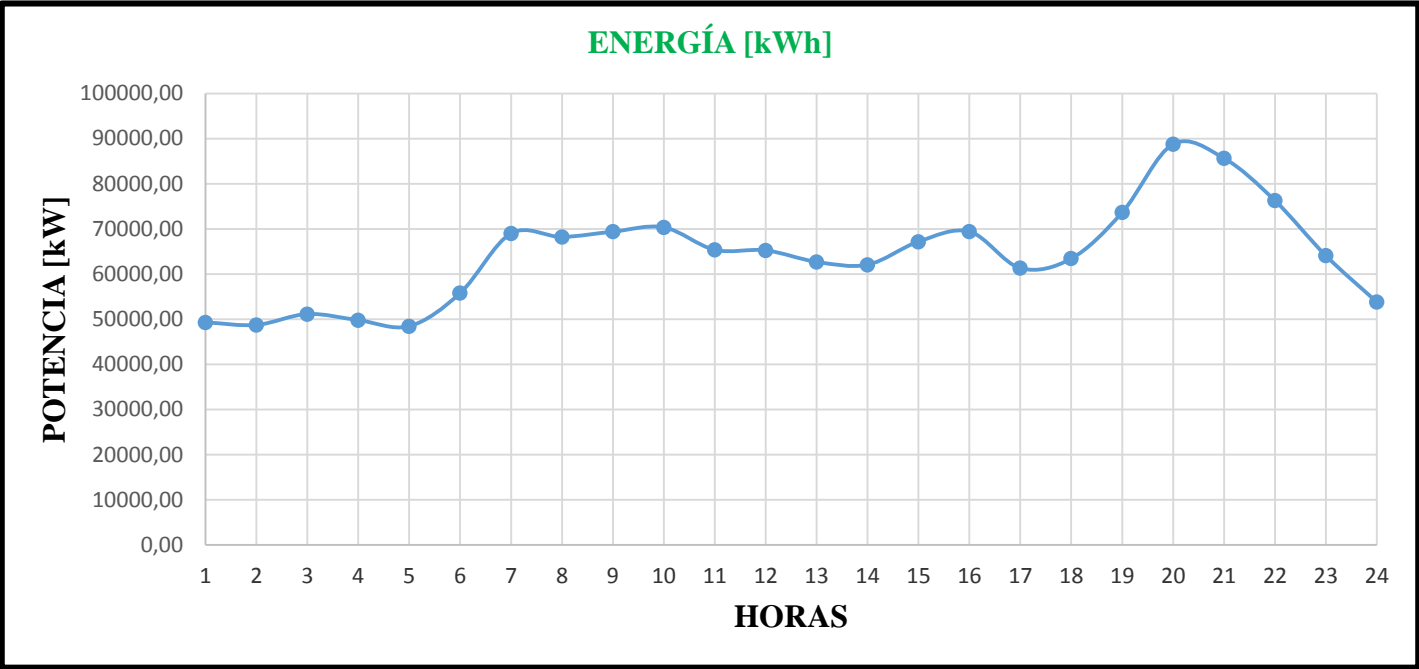


Tabla 60. Valores correspondientes al día 16 del mes de Abril de 2014.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	88 784.23	48 452.60	64 131.60	1 539 158
Hora	20:00	05:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Mayo de 2014.

Figura 91. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Mayo de 2014.

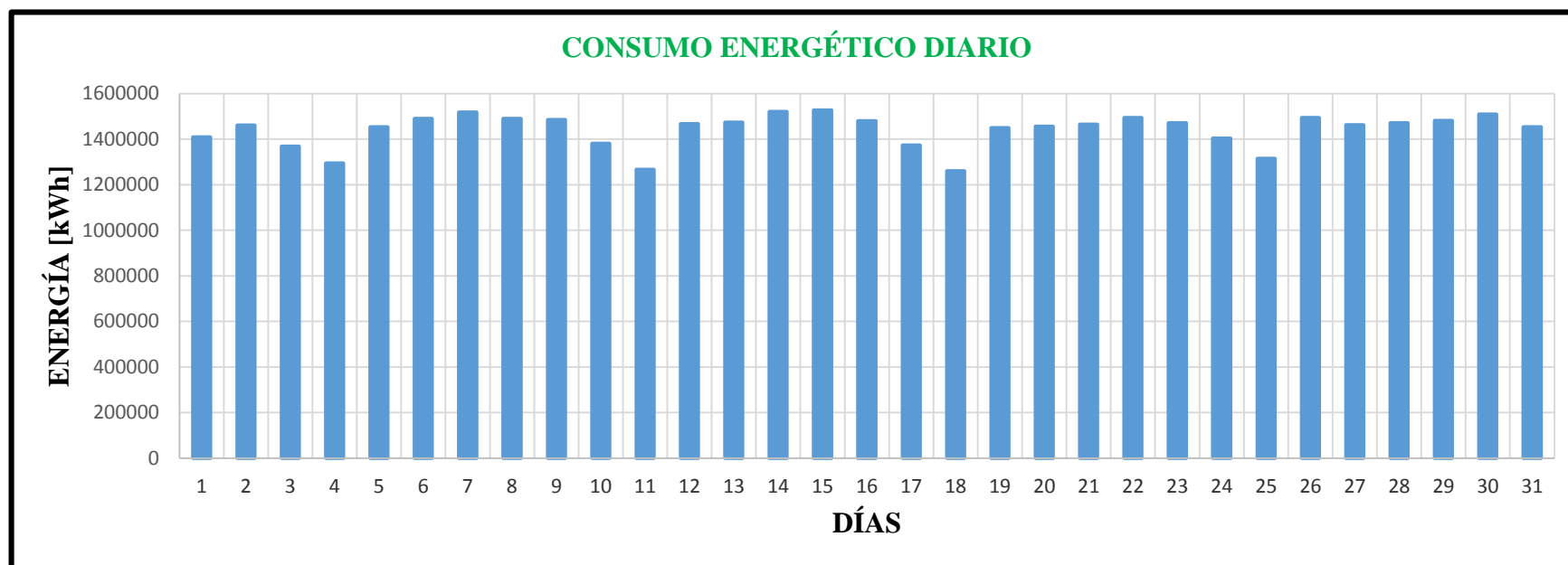


Tabla 61. Valores correspondientes al mes de Mayo de 2014.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	93 534	40 199	1 526 915	1 260 624	1 440 508	44 655 756
Hora (24 h)	20:00	03:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	12	19	15	18	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 15 de Mayo de 2014.

Figura 92. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Mayo de 2014.

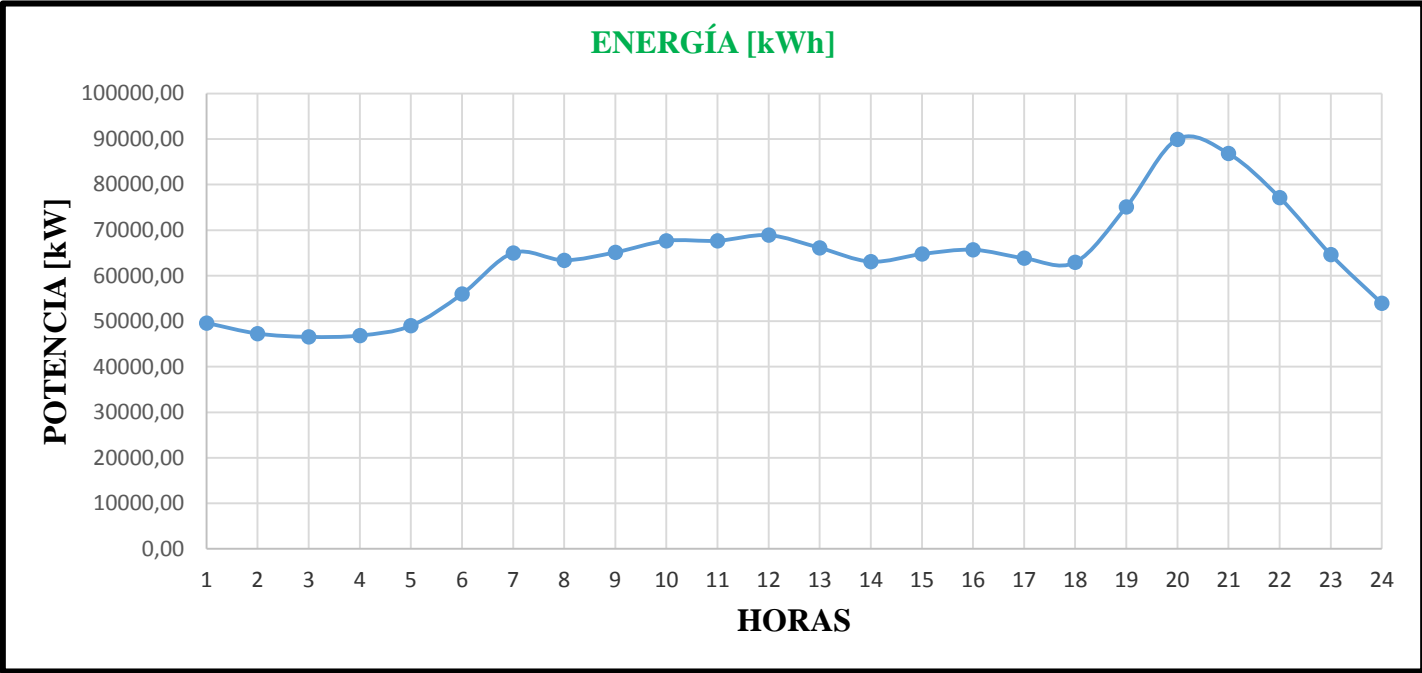


Tabla 62. Valores correspondientes al día 15 del mes de Mayo de 2014.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	89 969.19	46 555.16	63 621.48	1 526 915
Hora	20:00	03:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Julio de 2014.

Figura 93. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Julio de 2014.

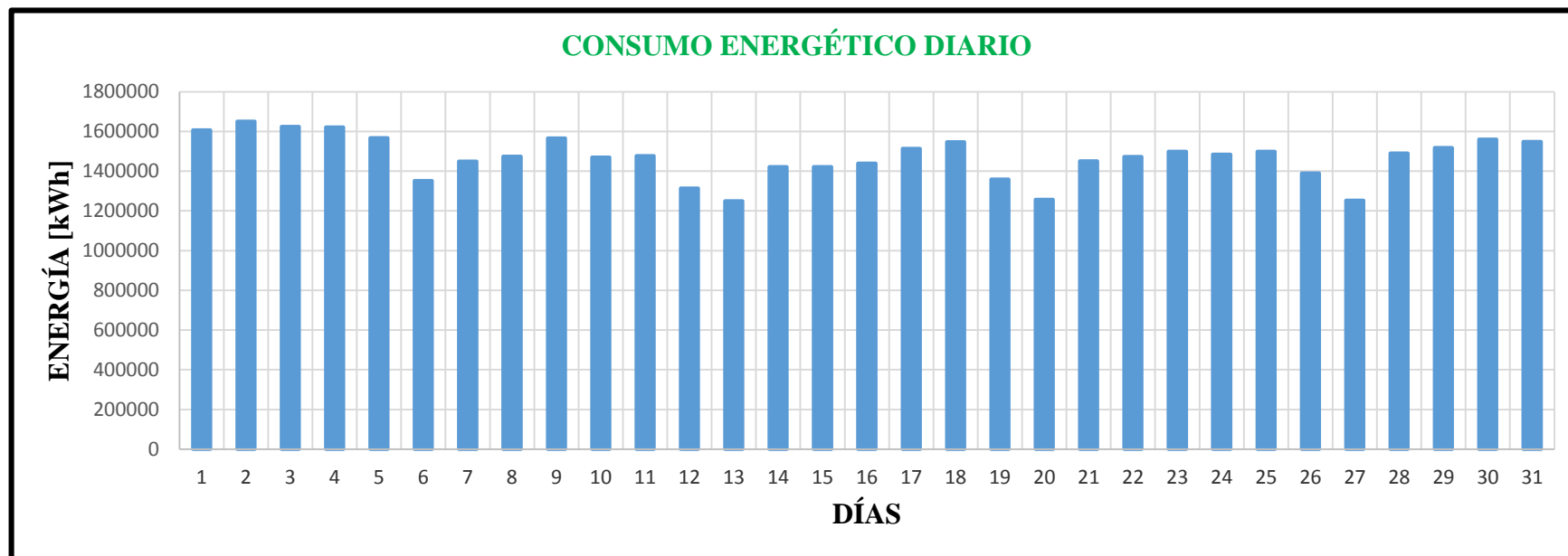


Tabla 63. Valores correspondientes al mes de Julio de 2014.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	95 316	26 045	1 651 089	1 249 571	1 469 761	45 562 606
Hora (24 h)	20:00	17:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	3	12	2	13	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 2 de Julio de 2014.

Figura 94. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Julio de 2014.

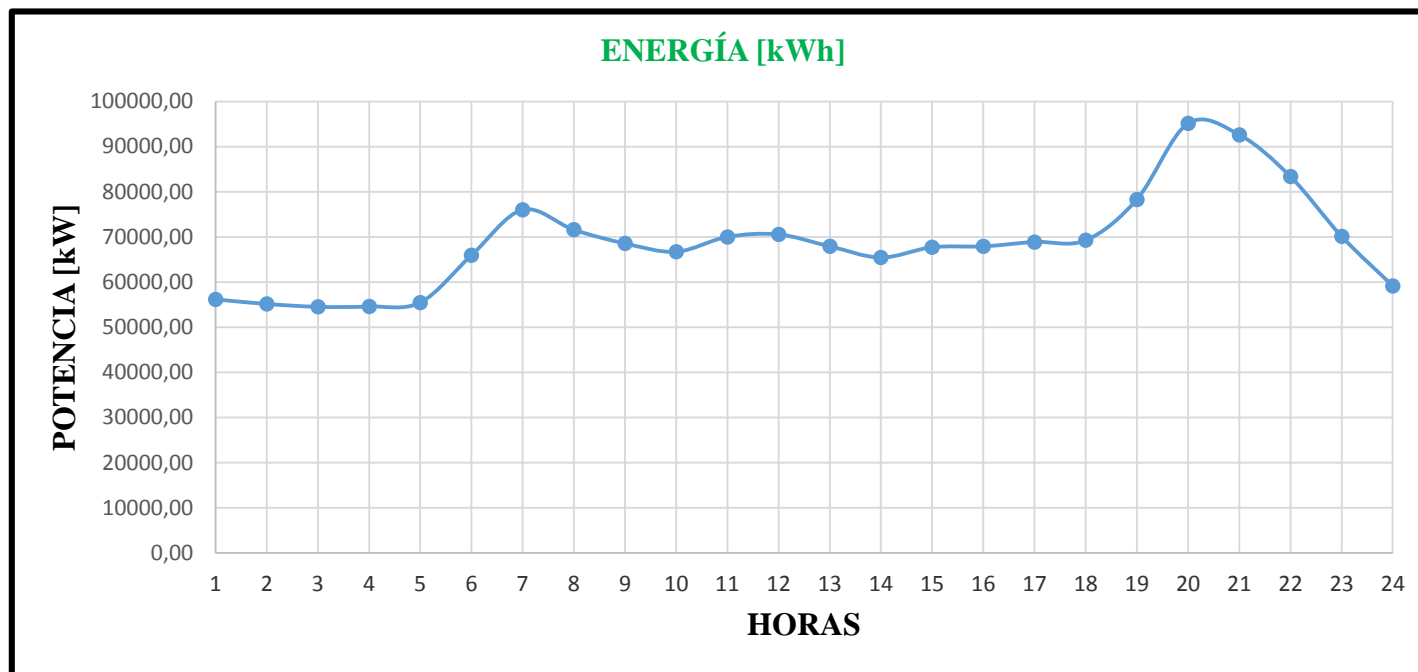


Tabla 64. Valores correspondientes al día 2 del mes de Julio de 2014.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	95 147.49	54 514.19	68 795.36	1 651 089
Hora	20:00	03:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Agosto de 2014.

Figura 95. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Agosto de 2014.

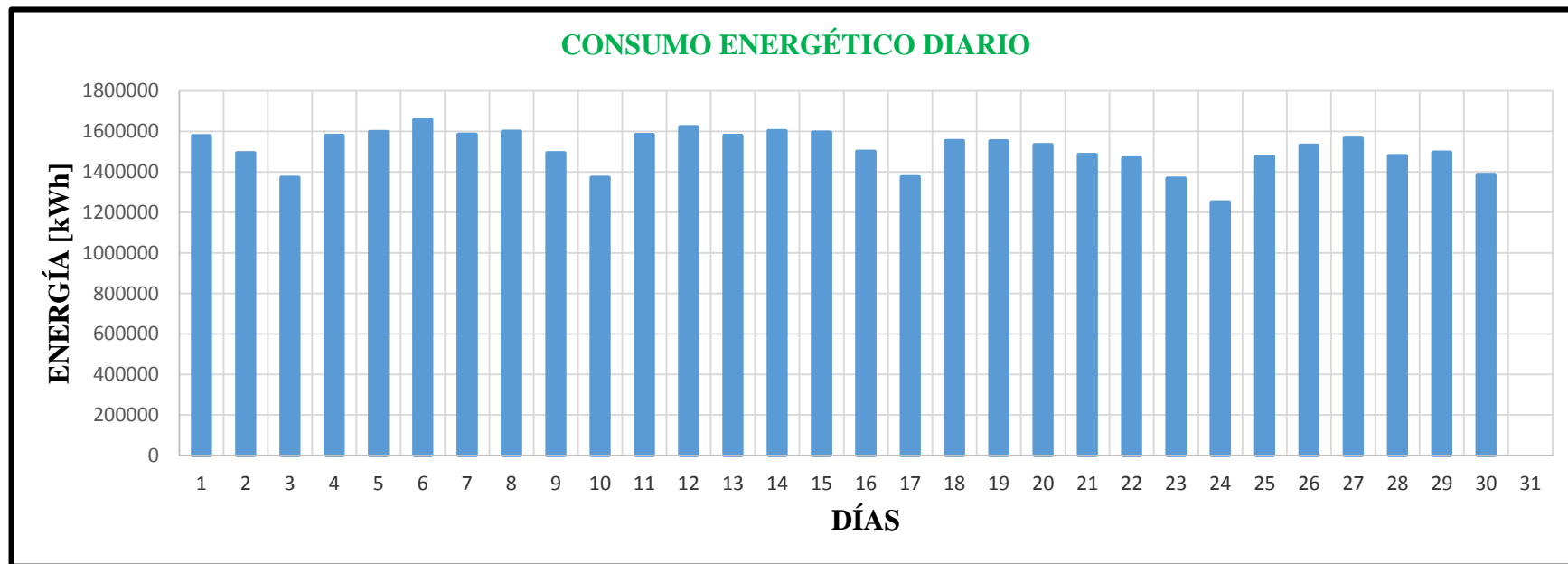


Tabla 65. Valores correspondientes al mes de Agosto de 2014.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	94 746	41 647	1 658 131	1 250 456	1 511 393	45 341 802
Hora (24 h)	20:00	03:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	12	25	6	24	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 6 de Agosto de 2014.

Figura 96. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Agosto de 2014.

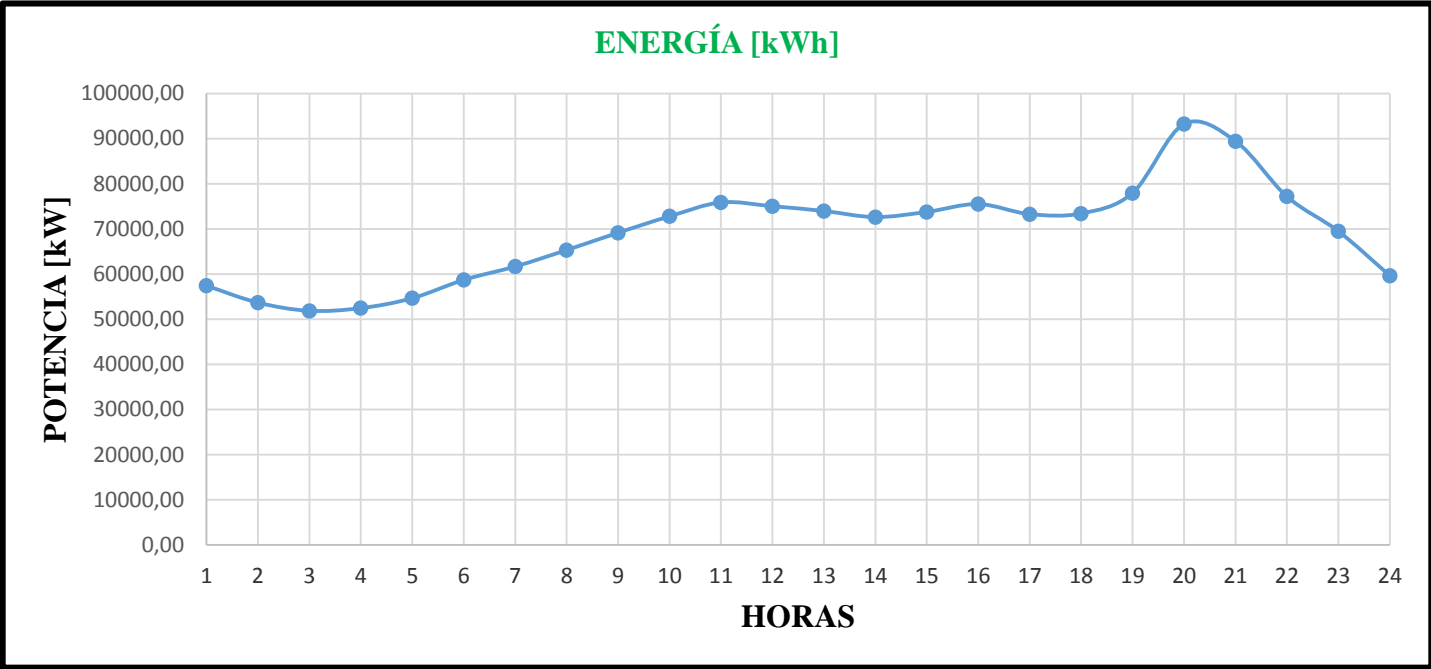


Tabla 66. Valores correspondientes al día 6 del mes de Agosto de 2014.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	93 239.66	51 862.27	69 088.80	1 658 131
Hora	20:00	03:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Septiembre de 2014.

Figura 97. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Septiembre de 2014.

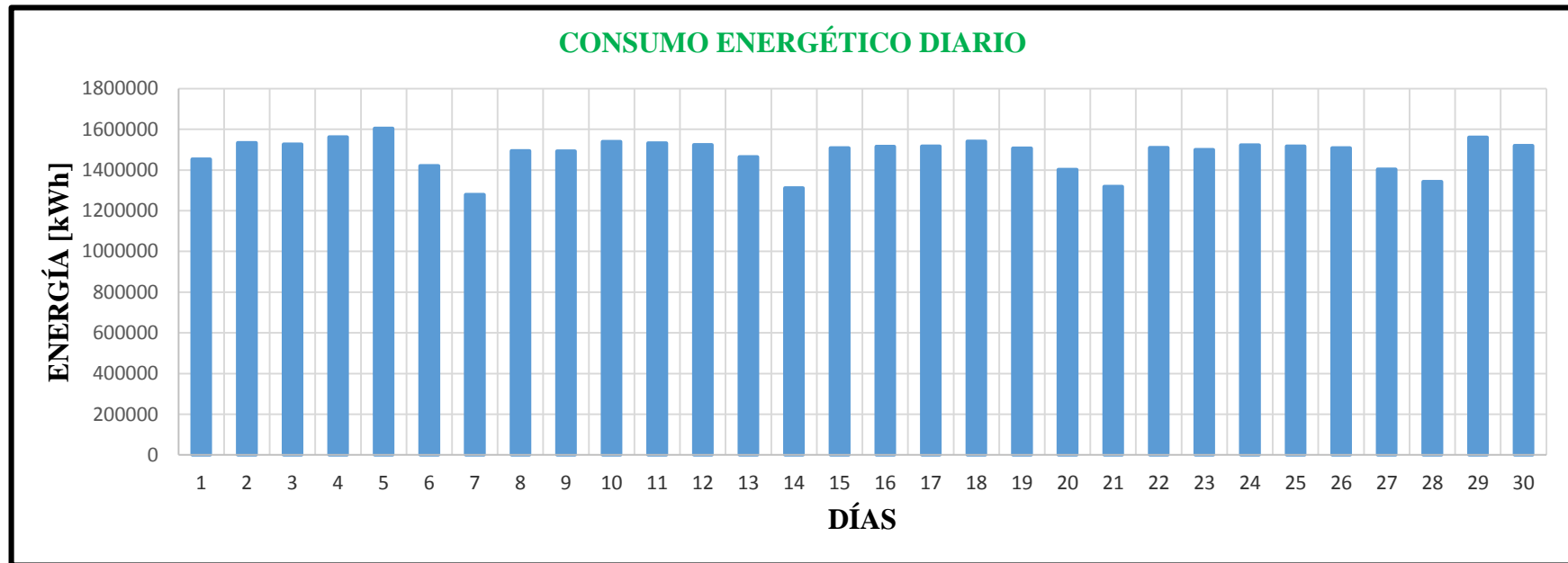


Tabla 67. Valores correspondientes al mes de Septiembre de 2014.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	94 448	38 876	1 605 184	1 278 696	1 481 034	44 431 014
Hora (24 h)	20:00	15:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	17	7	5	7	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 5 de Septiembre de 2014.

Figura 98. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Septiembre de 2014.

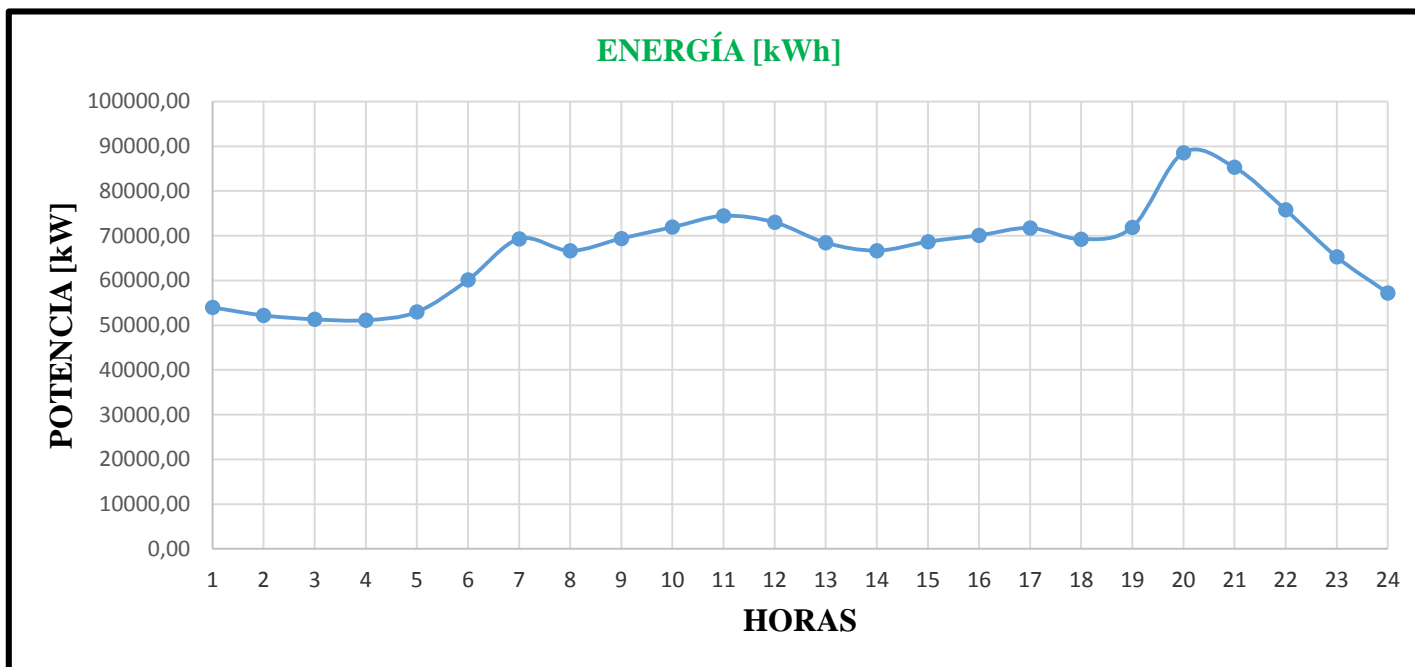


Tabla 68. Valores correspondientes al día 5 del mes de Septiembre de 2014.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	88 567.53	51 110.43	66 882.65	1 605 184
Hora	20:00	04:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Octubre de 2014.

Figura 99. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Octubre de 2014.

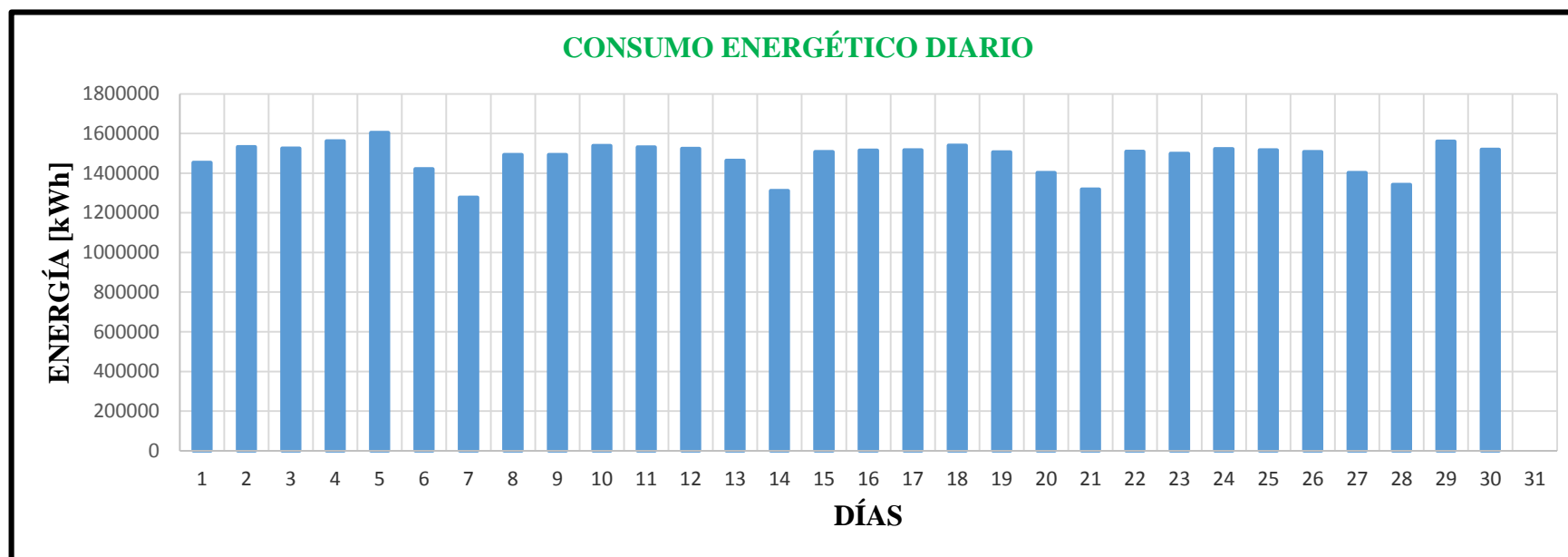


Tabla 69. Valores correspondientes al mes de Octubre de 2014.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	94 448	38 876	1 605 184	1 278 696	1 481 034	44 431 014
Hora (24 h)	20:00	15:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	17	7	5	7	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 5 de Octubre de 2014.

Figura 100. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Octubre de 2014.

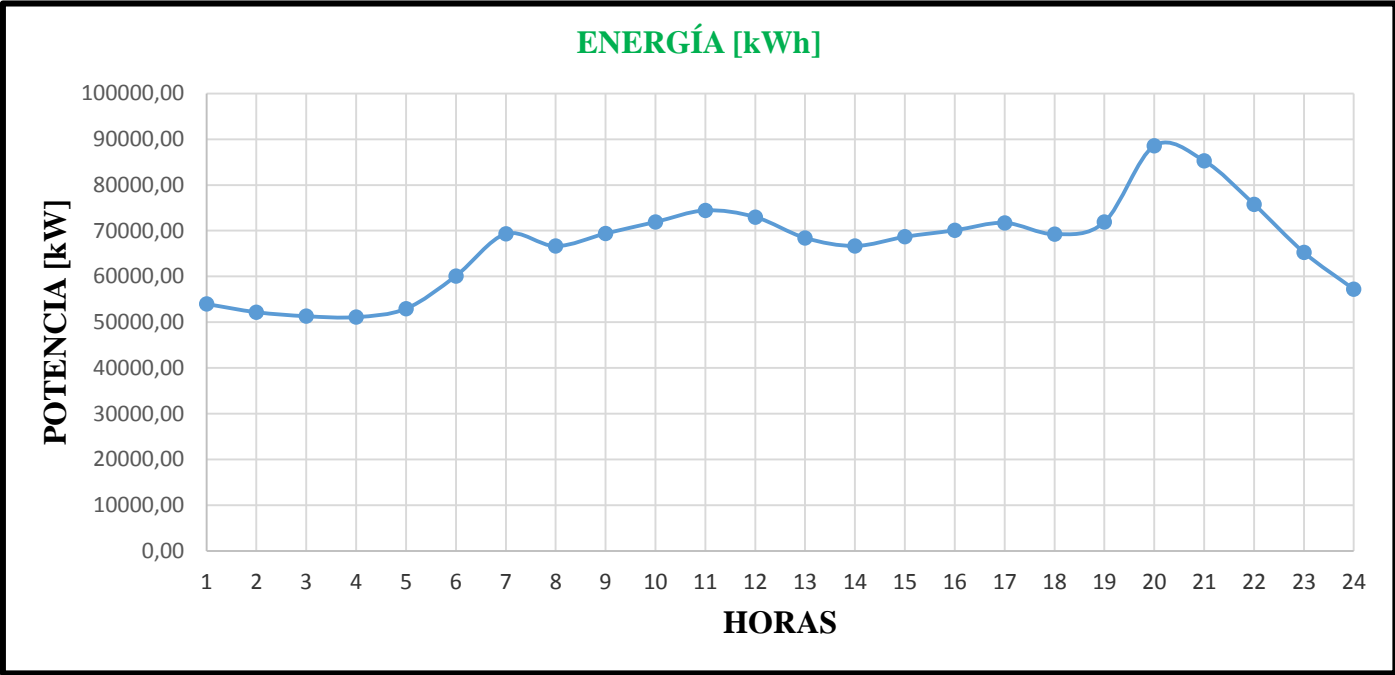


Tabla 70. Valores correspondientes al día 5 del mes de Octubre de 2014.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	88 567.53	51 110.43	66 882.65	1 605 184
Hora	20:00	04:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Noviembre de 2014.

Figura 101. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Noviembre de 2014.

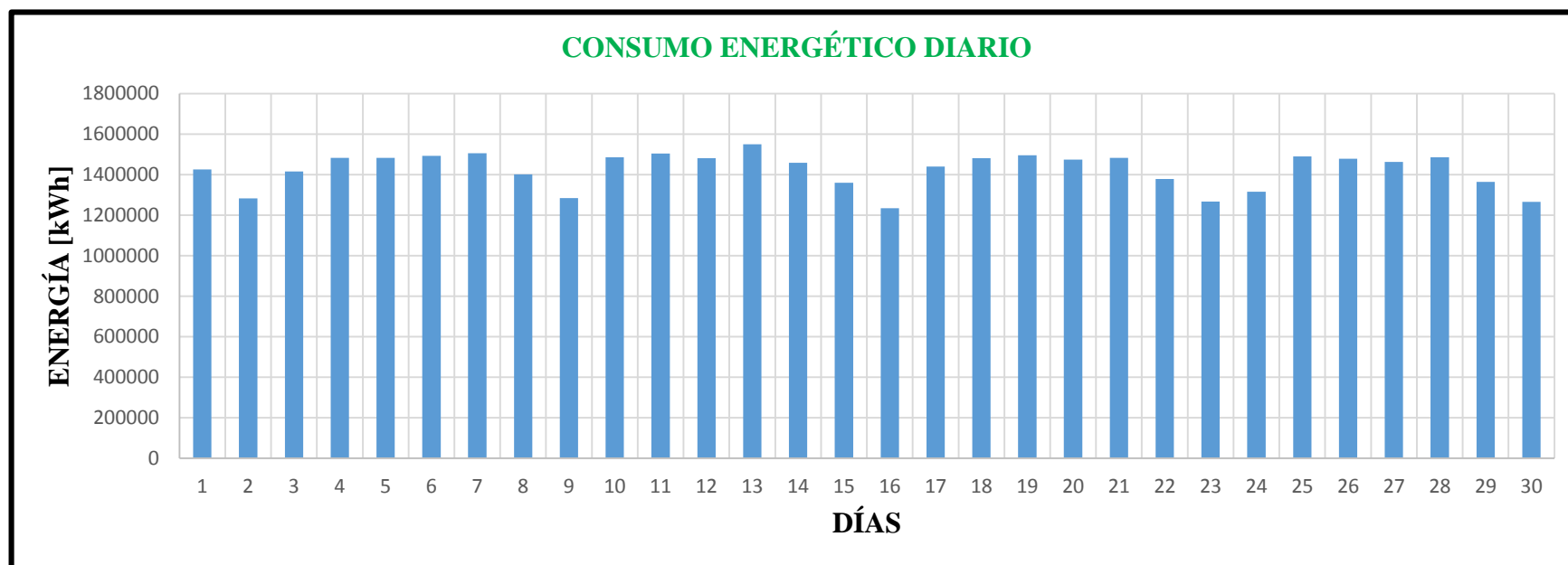


Tabla 71. Valores correspondientes al mes de Noviembre de 2014.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	93 562	35 521	1 550 162	1 234 164	1 424 212	42 726 351
Hora (24 h)	20:00	04:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	13	16	13	16	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 13 de Noviembre de 2014.

Figura 102. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Noviembre de 2014.

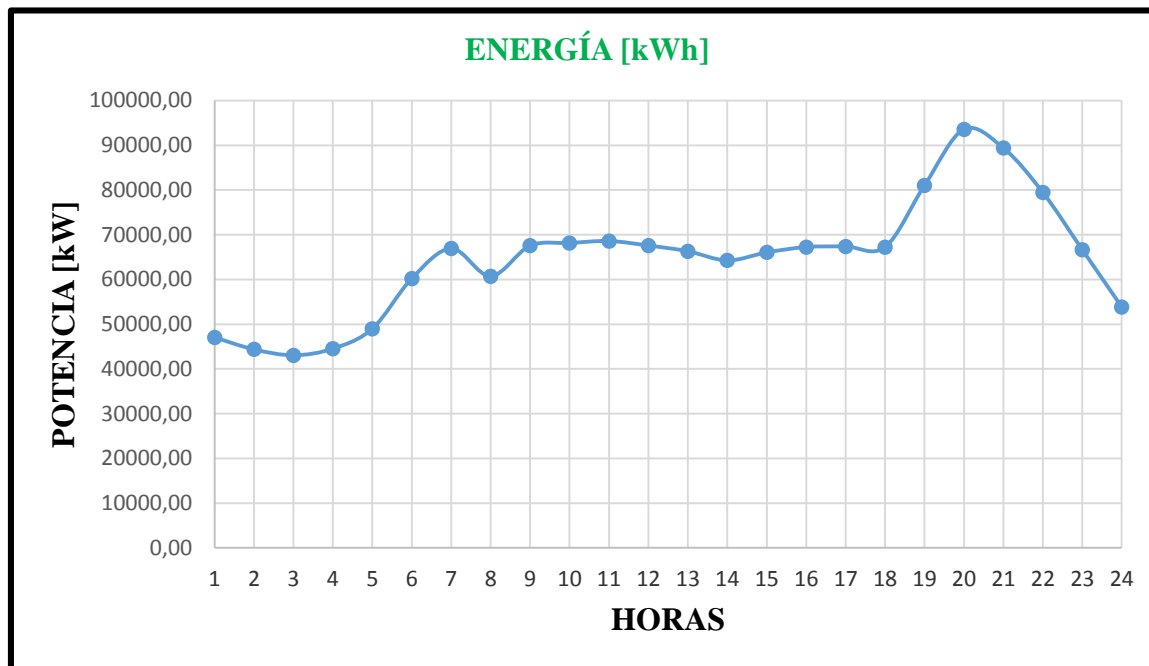


Tabla 72. Valores correspondientes al día 13 del mes de Noviembre de 2014.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	93 562.36	43 056.33	64 590.08	1 550 162
Hora	20:00	04:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento de la demanda para el mes de Diciembre de 2014.

Figura 103. Consumo energético mensual correspondiente al mes de Diciembre de 2014.

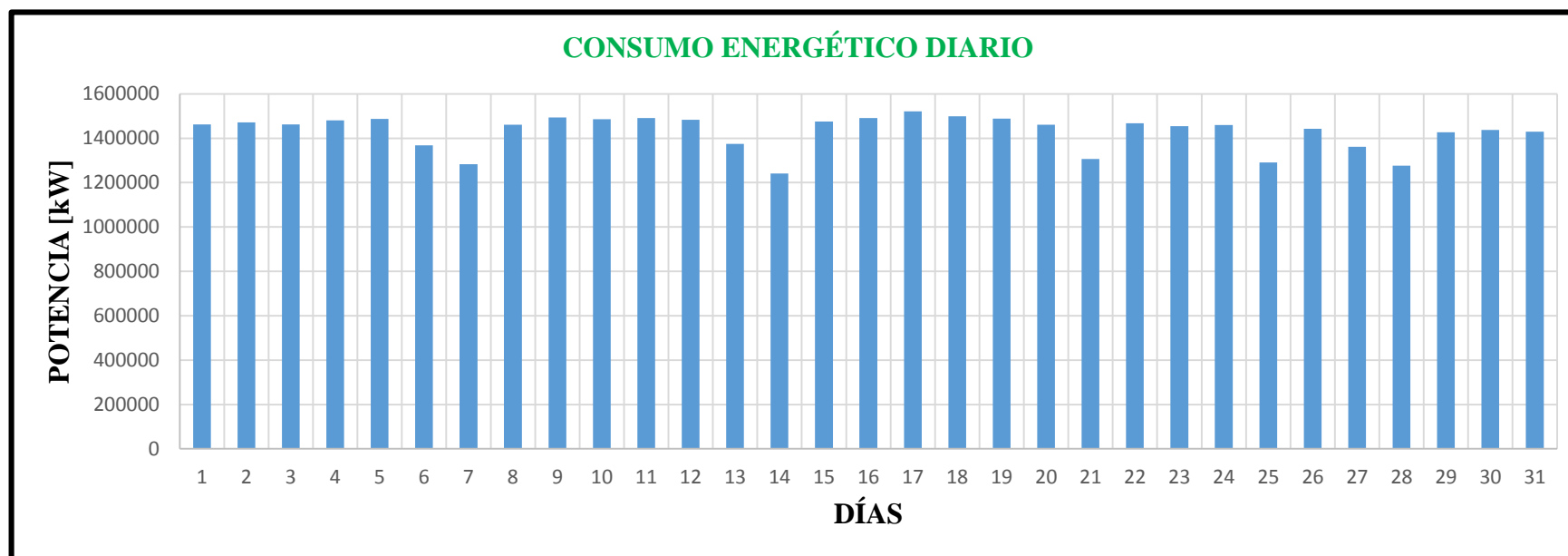


Tabla 73. Valores correspondientes al mes de Diciembre de 2014.

	Valor Max registrado	Valor Min registrado	Día de mayor consumo (crítico)	Día de menor consumo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	93 089	35 675	1 521 545	1 241 263	1 430 223	44 336 899
Hora (24 h)	20:00	04:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00	01:00 – 24:00
Día	15	14	17	14	-	Todo el mes

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Comportamiento del consumo energético durante el día 17 de Diciembre de 2014.

Figura 104. Curva del día de mayor consumo energético correspondiente al mes de Diciembre de 2014.

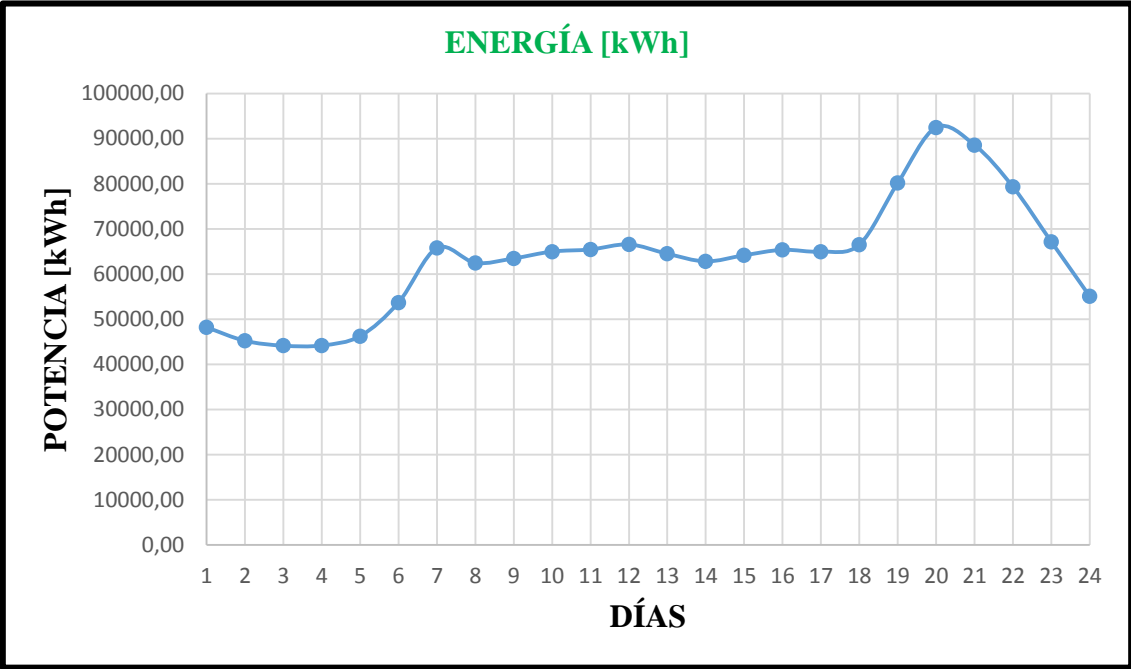


Tabla 74. Valores correspondientes al día 17 del mes de Diciembre de 2014.

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor promedio	Total
Energía [kWh]	92 449.28	44 137.62	63 397.72	1 521 545
Hora	20:00	03:00	-	01:00 – 24:00

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Crecimiento de la demanda energética.

Tabla 75. Valores correspondientes al crecimiento energético en relación a los meses de los últimos años.

Mes	Energía [kWh]			Incremento Porcentual %
	Consumo Energético		Diferencia	
	Año 2012	Año 2014	2012 - 2014	2012 - 2014
Enero	41 212 946,61	45 938 303,97	4 725 357,36	11,5
Febrero	37 518 070,02	42 350 636,13	4 832 566,11	12,9
Marzo	40 318 376,79	44 229 076,34	3 910 699,55	9,7
Abril	38 234 847,63	43 194 231,79	4 959 384,16	13,0
Mayo	40 831 414,06	44 655 755,83	3 824 341,77	9,4
Junio	39 010 781,52	46 094 478,27	7 083 696,75	18,2
Julio	39 929 286,05	45 562 606,44	5 633 320,39	14,1
Agosto	40 950 964,95	45 341 802,38	4 390 837,43	10,7
Septiembre	39 471 283,07	44 431 014,23	4 959 731,16	12,6
Octubre	41 431 653,41	44 431 014,23	2 999 360,82	7,2
Noviembre	39 939 011,11	42 726 350,58	2 787 339,47	7,0
Diciembre	41 024 556,78	44 336 899,44	3 312 342,66	8,1
Total	479 873 192	533 292 169,6	53 418 977,6	11,1

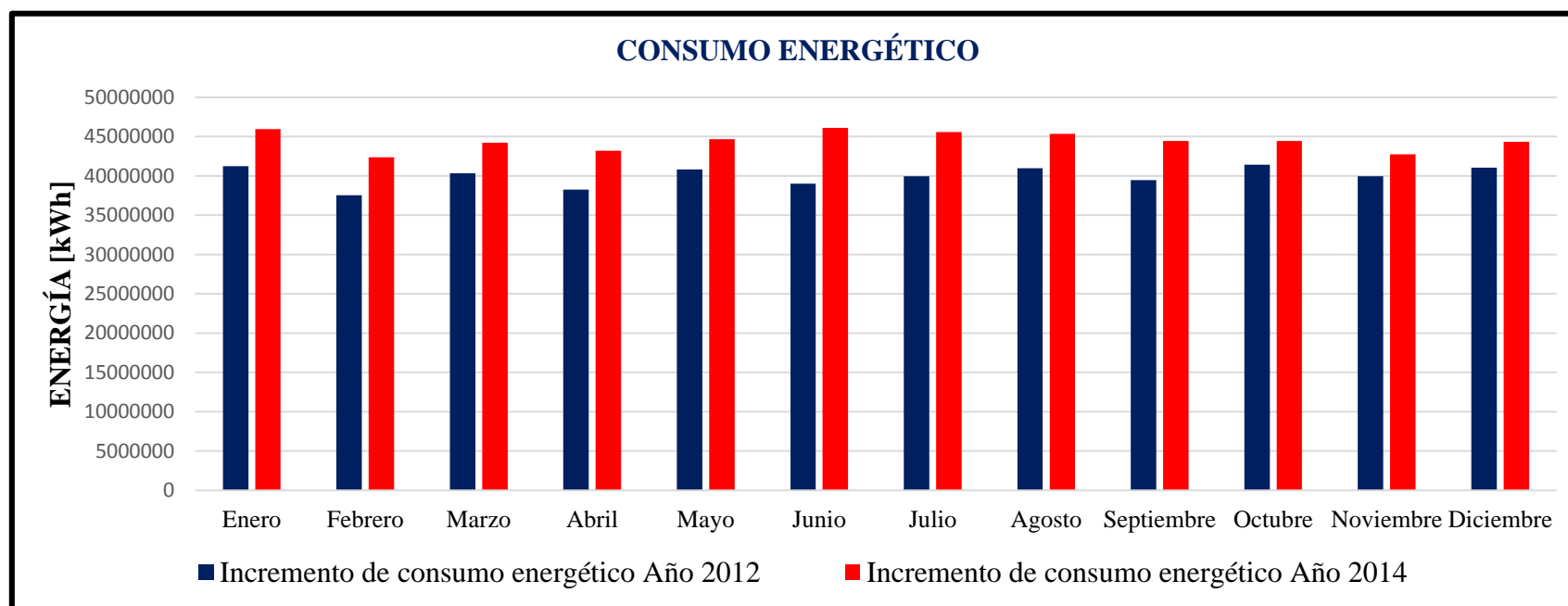
Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Como se mencionó al inicio del análisis de los datos proporcionados por Emelnorte S.A., toda la información correspondiente al año 2013 no es fiable debido a que existe información faltante y parte los datos presentes son inconclusos, esto conlleva a descartar la diferencia e incrementos porcentuales de dicho año.

En la tabla 75, es posible apreciar que en el año 2014 se presentó un incremento mínimo del 7% en comparación al año 2012, dicho incremento porcentual equivale a una diferencia igual a 2 787 339,47 [kWh] correspondiente al mes de Noviembre. El máximo incremento de consumo energético fue de 18,2%, porcentaje que equivale a una diferencia de 7 083 696,75 [kWh], dicho valor corresponde al mes de Junio, resultado de comparar los consumos de los años 2012 y 2014.

Concluyendo que el incremento porcentual de 2012 hasta 2014 fue igual al 11 % que equivale a 53 418 978 [kWh].

Figura 105. Crecimiento del consumo energético del año 2012 al año 2014.



Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Relación oferta – demanda en base a la potencia efectiva y el consumo energético.

El año 2014, para la ciudad de Ibarra cerró con los siguientes datos energéticos:

Potencia.

Tabla 76. Potencia máxima registrada en el sistema de Emelnorte S.A.

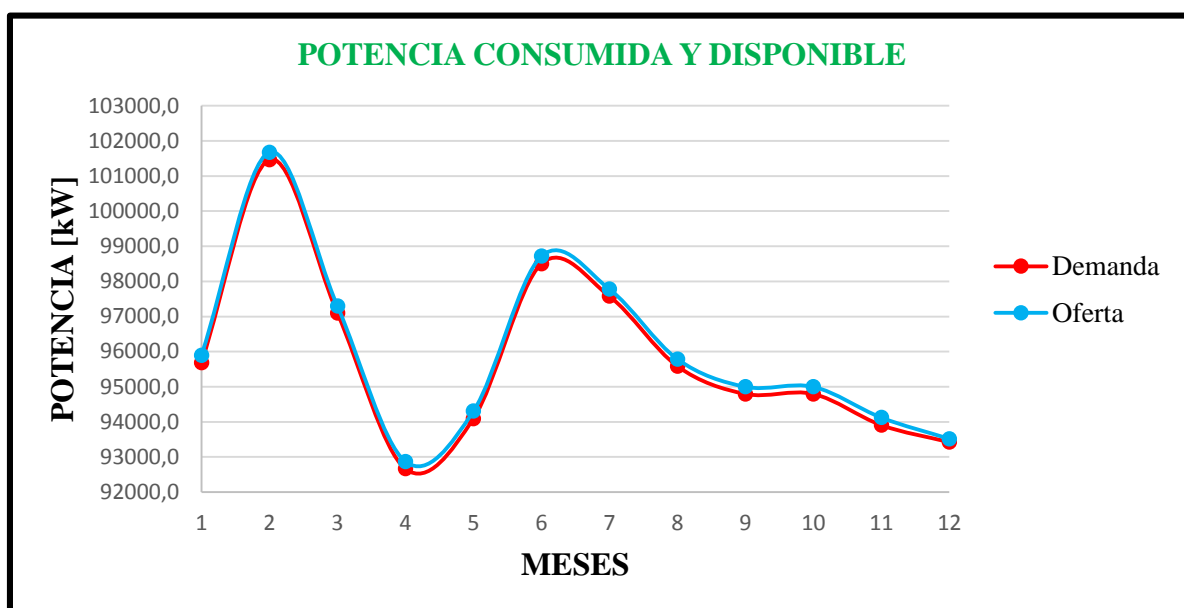
POTENCIA EFECTIVA DEL SISTEMA [kW]			
Mes	P. Consumida	P. Disponible	Diferencia
Enero	95 686,4	95 896,4	210
Febrero	101 466	101 676,5	210,6
Marzo	97 093,3	97 296,3	202,9
Abril	92 662,3	92 869,6	207,4
Mayo	94 092	94 302,8	210,8
Junio	98 503,4	98 714,6	211,2
Julio	97 575	97 777,8	202,8
Agosto	95 584	95 785,9	201,9
Septiembre	94 794	94 996,9	202,9
Octubre	94 794	94 996,9	202,9
Noviembre	93 905,7	94 120,5	214,8
Diciembre	93 420,8	93 515,8	95
Total	1 149 576,9	1 151 950	2 373

Fuente: Emelnorte S.A., 2014 - Elaboración propia

La potencia efectiva presente en el sistema energético manejado por Emelnorte S.A., registró un máximo de potencial requerido (demanda) igual a 101 466 [kW], para lo cual el sistema dispuso de un total de potencia disponible (oferta) igual a 101 676,6 [kW]; todo ello registrado durante el mes de Febrero. En el mes de Abril fue donde se registró la menor demanda y oferta de potencial con valores iguales a 92 662,3 y 92 869, 6 [kW], respectivamente.

Para el año 2014, se registró un valor promedio en base a la potencia disponible (oferta) igual a 197,8 [kW] para cada mes del año.

Figura 106. Curva de la demanda y oferta de potencia.



Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Energía.

Tabla 77. Energía registrada en el sistema de Emelnorte S.A.

ENERGÍA EN EL SISTEMA [kWh]			
Mes	E. Consumida	E. Disponible	Diferencia
Enero	45 938 304,0	46 026 807,8	88 503,9
Febrero	42 350 636,1	42 430 267,4	79 631,2
Marzo	44 229 076,3	44 317 020,2	87 943,8
Abril	43 194 231,8	43 279 400,0	85 168,2
Mayo	44 655 755,8	44 744 726,6	88 970,7
Junio	46 094 478,3	46 178 747,3	84 269,1
Julio	45 562 606,4	45 646 969,8	84 363,4
Agosto	45 341 802,4	45 425 300,0	83 497,6
Septiembre	44 431 014,2	44 515 221,5	84 207,2
Octubre	44 431 014,2	44 515 221,5	84 207,2
Noviembre	42 726 350,6	42 813 365,4	87 014,8
Diciembre	44 336 899,4	44 429 265,5	92 366,1
Total	533 292 169,6	534 322 312,9	1 030 143,2

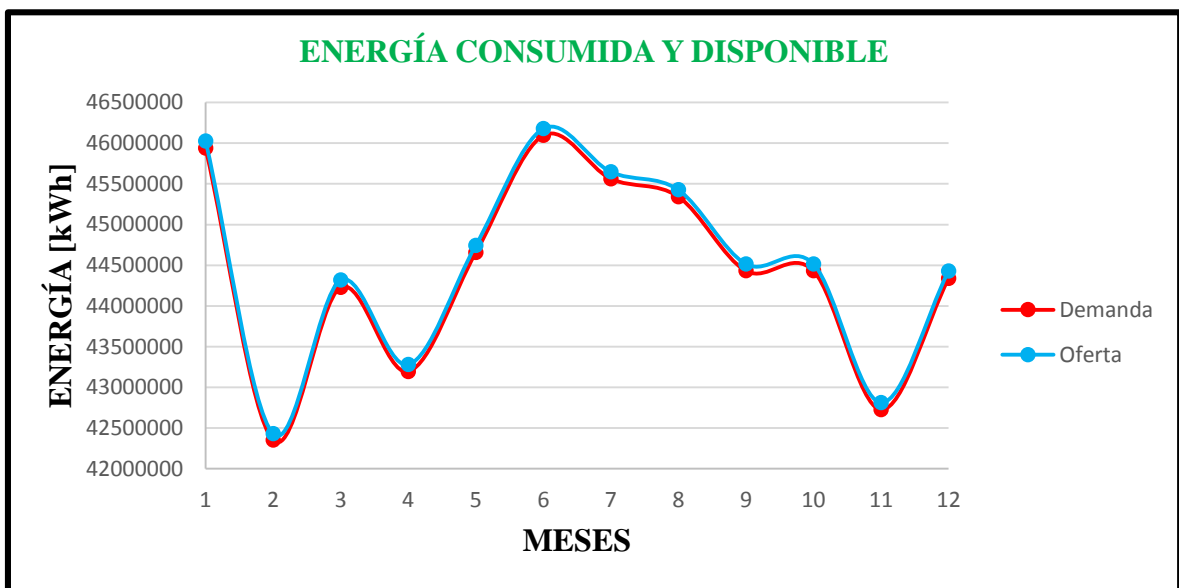
Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

La cantidad de energía presente en el sistema manejado por Emelnorte S.A., registró un máximo de consumo energético (demanda) igual a 46 094 478,8 [kWh], para lo cual el

sistema dispuso de un total de energía disponible (oferta) igual a 46 178 747,3 [kWh]; todo ello registrado durante el mes de Junio. En el mes de Febrero fue donde se registró la menor demanda y oferta de energía con valores iguales a 42 350 636,1 y 42 430 267,4 [kWh], respectivamente.

Para el año 2014, se registró un valor promedio en base a la energía disponible (oferta) igual a 85 845,3 [kWh] para cada mes del año.

Figura 107. Curva de la demanda y oferta de energía.



Fuente: Emelnorte S.A., 2014 – Elaboración propia

Hay que aclarar que los valores de potencia y energía no son iguales debido a que en la potencia, cada artefacto conectado a la red eléctrica opera bajo rangos de potencia distintos, dichos rangos son los responsables del comportamiento de la potencia registrada en el sistema.

El comportamiento del consumo energético está determinado por el tiempo en el cual un artefacto conectado a la red permanezca activo, siendo este el causante para el comportamiento de la energía en el sistema.

Análisis e interpretación de los resultados de la encuesta dirigida a los habitantes de la ciudad de Ibarra que disponen de un vehículo.

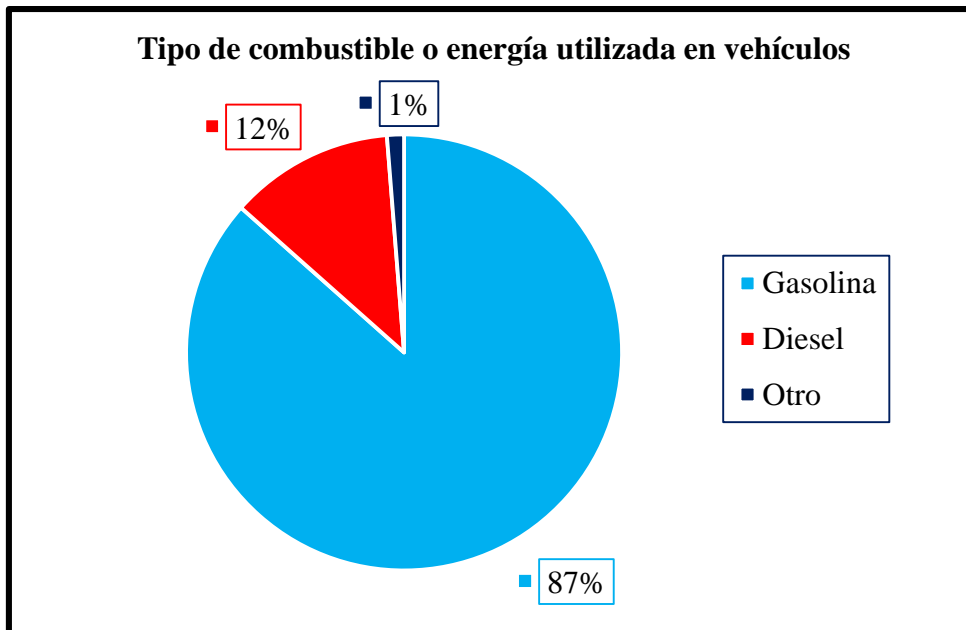
Primera pregunta.

¿Qué tipo de combustible o energía utiliza su vehículo?

Tabla 78. Primera pregunta.

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Gasolina	206	87
Diesel	29	12
Otro	3	1
Total	238	100

Figura 108. Primera pregunta.



Fuente: Elaboración propia

- De los propietarios de vehículos livianos encuestados, 206 de ellos, que equivale al 87% tienen vehículos a Gasolina. Cabe mencionar que de estos vehículos, la mayoría son automóviles y muy pocos son camionetas.

- De los 238 encuestados, 29 de ellos, que equivale al 12% corresponden a vehículos a diesel. Cabe mencionar que la mayoría de vehículos registrados corresponden a camionetas particulares.
- Dentro de los encuestados 3 de ellos, que equivale al 1% disponen de un vehículo liviano que utiliza sistemas y energías alternativas. En la mayoría de los casos este vehículo corresponde a un híbrido.
- ✚ En conclusión, se puede afirmar que la Gasolina es el combustible que mayor demanda registra por parte de los usuarios que disponen de un vehículo liviano en la ciudad de Ibarra.

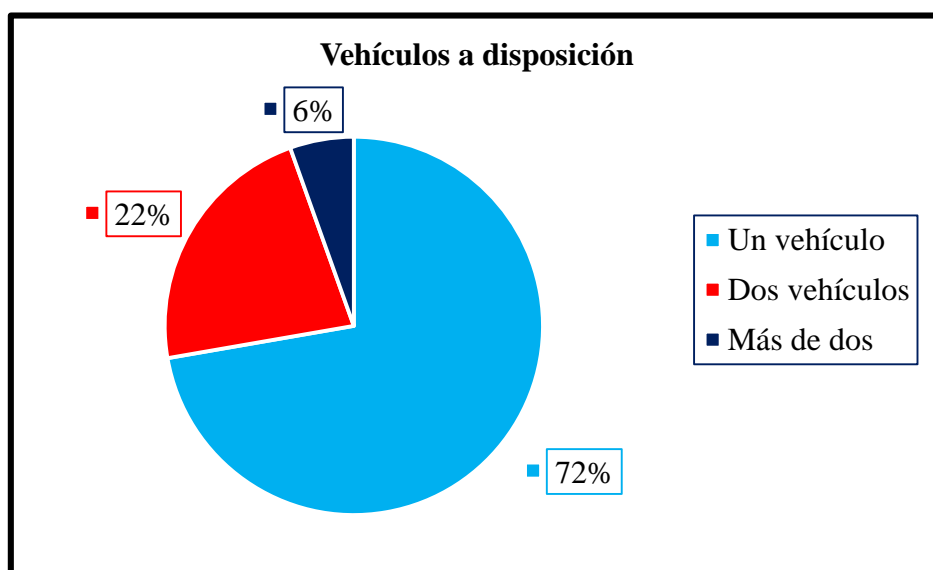
Segunda pregunta.

¿Cuántos vehículos tiene?

Tabla 79. Segunda pregunta.

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Un vehículo	172	72
Dos vehículos	53	22
Más de dos	13	6
Total	238	100

Figura 109. Segunda pregunta.



Fuente: Elaboración propia

- De los 238 encuestados, 172 de ellos, que equivale al 72% disponen actualmente de un solo vehículo. Esto indica que las personas que integran este grupo podrían

acceder a un vehículo eléctrico mediante un financiamiento, sin embargo, existen excepciones debido a que algunas de estas personas poseen un vehículo híbrido y por lo tanto no requerirían de dicho financiamiento.

- Para los 238 encuestados, 53 de ellos, que equivale al 22% disponen actualmente de dos vehículos. Para este caso, las posibilidades de adquirir un vehículo eléctrico se incrementan debido a que podrían vender uno o ambos vehículos para la adquisición del V.E.
 - Del total de encuestados, 13 de ellos, que equivale al 5% poseen más de dos vehículos. Con ello es posible afirmar que estas personas están en condiciones de adquirir un vehículo eléctrico, ya sea vendiendo uno de sus actuales vehículos o comprándolo sin necesidad de la acción antes mencionada.
- ✚ En conclusión, se puede afirmar que la mayoría de los encuestados estaría en posibilidades de adquirir un vehículo eléctrico, mediante un financiamiento, ya sea para su totalidad o para alcanzar el precio del vehículo eléctrico.

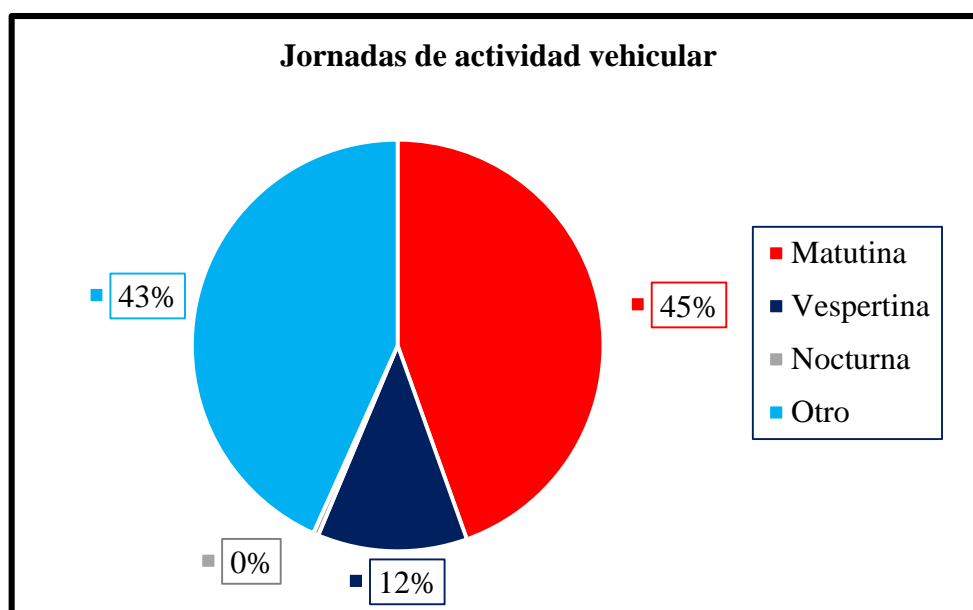
Tercera pregunta.

¿Durante qué jornadas su vehículo permanece activo?

Tabla 80. Tercera pregunta.

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Matutina	106	45
Vespertina	28	12
Nocturna	1	0
Otro	103	43
Total	238	100

Figura 110. Tercera pregunta.



Fuente: Elaboración propia

- Del total de encuestados, 106 de ellos, que corresponde al 45% utilizan su vehículo durante la jornada matutina, en un horario comprendido entre las 06:00 y 12:00 horas.

Cabe mencionar que durante esta jornada, las horas de uso varían en relación a las actividades de cada usuario. Además se registra congestión vehicular por horas pico durante esta jornada, comprendida a partir de las 06:30 hasta las 07:30 am.

- Para la jornada vespertina se registró un total de 28 personas que utilizan su vehículo durante esta jornada, esto equivale al 12% del total de los encuestados. El horario para esta jornada está comprendido entre las 12:00 y 19:00 horas.

Cabe mencionar que durante esta jornada se registra congestión vehicular por horas pico, mencionadas horas se comprenden a partir de las 12:30 hasta las 13:30 hora.

- Durante la jornada de actividad nocturna, comprendida en el horario de 19:00 a 23:00 horas, se registró un total de 1 usuario, el cual corresponden al 0% del total de encuestados.
- Dentro de la opción “otro”, se registró un total de 103 personas, correspondiente al 43% de los encuestados.

Cabe mencionar que este grupo registra el uso de su vehículo durante más de una jornada teniendo en común la mayoría de ellos, las jornadas matutina y vespertina. Existen casos en los cuales se registró el uso de vehículos durante todo el día, con la diferencia de que su jornada nocturna llega solo hasta las 07:30 pm.

- ✚ En conclusión, se puede afirmar que las jornadas matutina y vespertina, son las que registran una mayor actividad vehicular, esto indica que durante las horas de la noche y madrugada, son pocas las personas que utilizan su vehículo por lo cual se tendría una buena acogida por parte de los usuarios para realizar la recarga de los vehículos eléctricos durante estas horas.

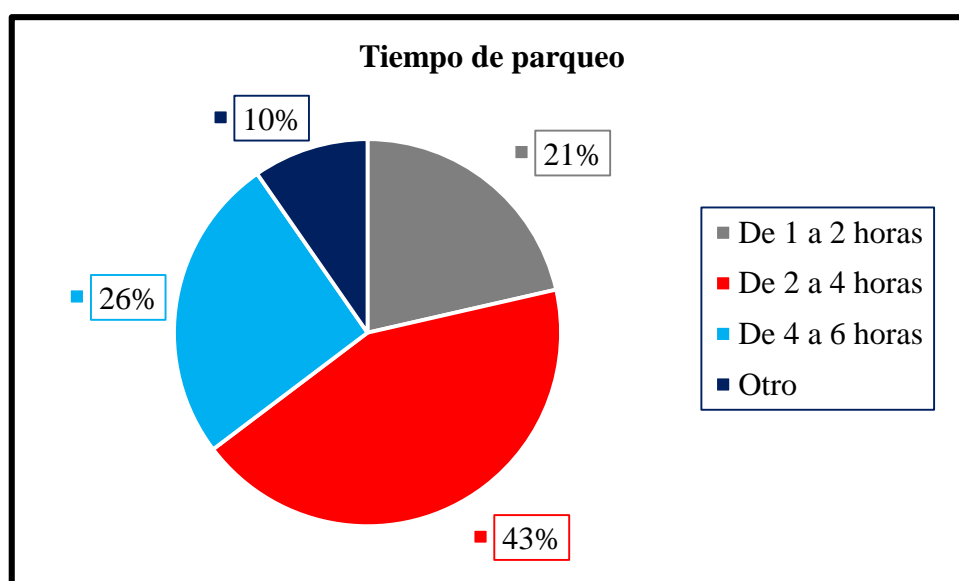
Cuarta pregunta.

¿Cuánto tiempo permanece su vehículo parqueado?

Tabla 81. Cuarta pregunta.

Variable	Frecuencia	Porcentaje
De 1 a 2 horas	51	21
De 2 a 4 horas	103	43
De 4 a 6 horas	61	26
Otro	23	10
Total	238	100

Figura 111. Cuarta pregunta.



Fuente: Elaboración propia

- Del total de encuestados, 51 de ellos, que corresponde al 21% parquean su vehículo de 1 a 2 horas. Las personas registradas en este grupo son aquellas que mantienen su vehículo activo la mayoría de horas del día, por lo general los casos corresponden a quienes realizan visitas a domicilio dentro de la ciudad o personas que se movilizan a otras ciudades, siendo la más común Otavalo.

- Se registró un total de 103 personas, que corresponde al 43% del total de encuestados, en este caso los vehículos permanecen parqueados de 2 a 4 horas. Los propietarios de estos vehículos registran una actividad vehicular moderada, es decir, que el uso que le dan a su vehículo es para realizar actividades específicas como el hecho de movilizarse de un lugar a otro durante ciertas horas del día.

- Para el tercer caso se registró un total de 61 personas, que equivale al 26% del total de encuestados, este grupo mantiene su vehículo parqueado de 4 a 6 horas. Las personas inmersas en él registran poca actividad vehicular, corresponde en la mayoría de los casos a personas que requieren hacer de entre dos a tres salidas de sus trabajos para realizar otras actividades.

- Dentro de la opción “otro”, se registró un total de 23 personas, que equivale al 10% de los encuestados, en este caso los vehículos permanecen parqueados por más de 6 horas. Para este caso en concreto, las personas registradas laboran en el sector administrativo de distintas instituciones o forman parte de su personal.

La actividad vehicular que ellas realizan al día es muy reducida, limitándose exclusivamente a la utilización de su vehículo de hasta tres veces durante el día; una en la mañana, al medía día y la última registrada a la hora en que finaliza su actividad laboral.

- ✚ En conclusión, es posible afirmar que sería factible ubicar puntos de recarga para vehículos eléctricos en los parqueaderos, ya que los vehículos permanecerían parqueados por varias horas permitiendo realizar la recarga, sin embargo, dichos puntos de recarga deberían ser ubicados en sitios estratégicos, considerando dentro de ellos los parqueaderos de centros comerciales y superdespensas de alimentos.

De igual manera es posible realizar la instalación de dichos puntos de recarga en aquellos parqueaderos de flotas de vehículos como taxis o cooperativas, entidades bancarias entre otros.

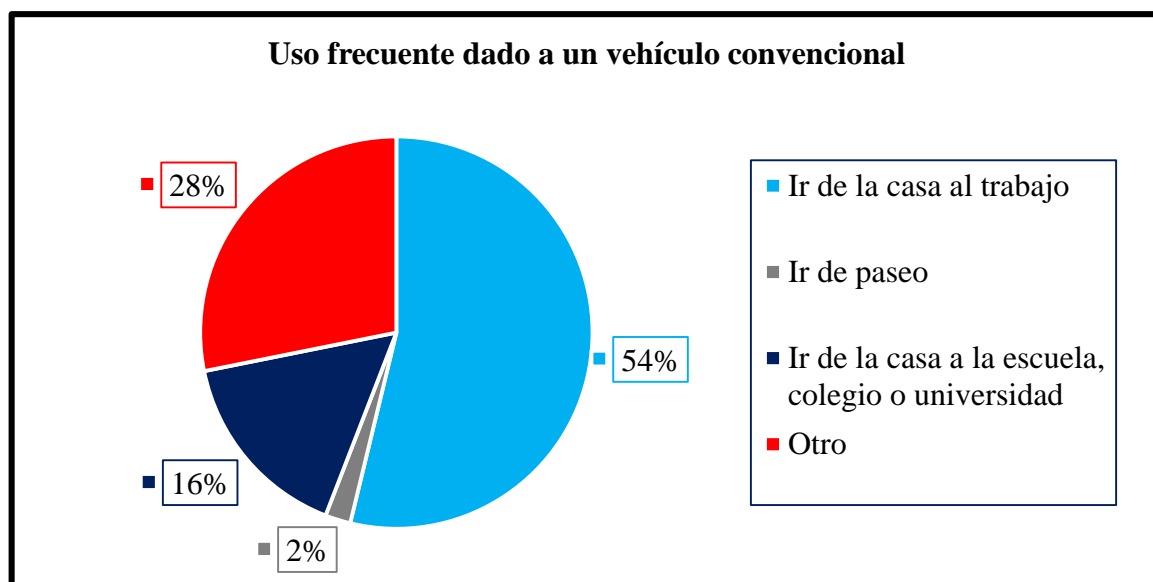
Quinta pregunta.

¿Para qué usualmente utiliza su vehículo?

Tabla 82. Quinta pregunta.

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Ir de la casa al trabajo	128	54
Ir de paseo	5	2
Ir de la casa a la escuela, colegio o universidad	38	16
Otro	67	28
Total	238	100

Figura 112. Quinta pregunta.



Fuente: Elaboración propia

- Del total de encuestados, 128 de ellos, que corresponde al 54% utilizan su vehículo para movilizarse desde sus hogares hasta su lugar de trabajo. En la mayoría de los casos se registró que el lugar de trabajo se ubicaba dentro de la ciudad de Ibarra, sin embargo, hubieron pocos casos en los que el lugar de trabajo se ubicaba fuera de la ciudad.
- Se registró un total de 5 personas, que equivale al 2% del total de los encuestados, los cuáles utilizan su vehículo para ir de paseo. Cabe mencionar que esta actividad es realizada en la mayoría de los casos únicamente los fines de semana o cuando existe un feriado.

- Con un total de 38 personas, que corresponde al 16% de los encuestados, se registró que este grupo de personas utiliza su vehículo para moverse desde su hogar hasta una escuela, un colegio o una universidad. Cabe mencionar que las personas que se movilizan a estos lugares lo hacen por dos motivos principales, el primero es para dejar o recoger estudiantes y el segundo es porque en estas instituciones, ellos laboran.
- Para la opción “otro”, se registró un total de 67 personas, que corresponde al 28% De los encuestados, este grupo utiliza su vehículo para varias actividades dentro de las que se encuentran las antes mencionadas.

En la mayoría de los casos se registró que las actividades correspondientes al uso común dado a un vehículo son: el ir desde el hogar hasta el lugar de trabajo y para ir de paseo.

- ✚ En conclusión, se puede afirmar que las actividades comunes realizadas con un vehículo son: ir desde el hogar hasta el lugar de trabajo y para realizar actividades de recreación, considerando que la primera es realizada en la mayoría de días de la semana y la otra únicamente los fines de semana o en feriados.

Además se registraron algunos casos en los cuales utilizan su vehículo para realizar viajes entre ciudades comúnmente por actividades laborales.

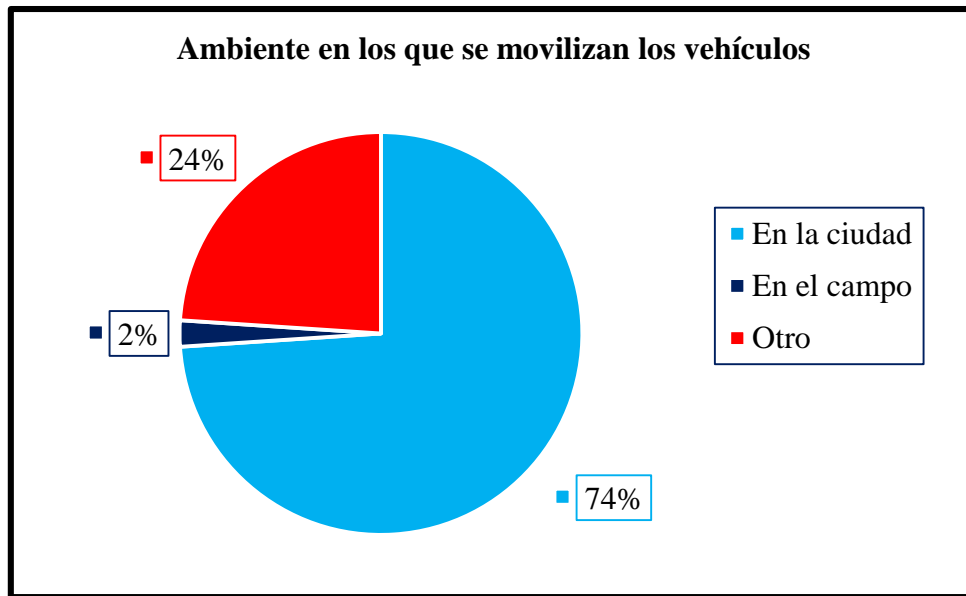
Sexta pregunta.

¿En qué lugares se moviliza con su vehículo?

Tabla 83. Sexta pregunta.

Variable	Frecuencia	Porcentaje
En la ciudad	176	74
En el campo	5	2
Otro	57	24
Total	238	100

Figura 113. Sexta pregunta.



Fuente: Elaboración propia

- Se obtuvo un total de 176 personas, que corresponde al 74% de los encuestados, ellos se movilizan con su vehículo dentro de la ciudad de Ibarra. Para este caso los lugares dentro de la ciudad por donde se movilizan, va en relación a las actividades de cada usuario.
 - Un total de 5 personas, que equivale al 2% de los encuestados, se movilizan en el campo. Para esta actividad se registró que algunas personas se movilizan a las afueras de la ciudad, a diferencia de otras que lo hacen fuera de la provincia, esto debido a dos razones principales, una de ellas es que poseen bienes en el sector rural o en sus alrededores y la otra es que realizan sus actividades laborales en estos sectores.
 - Para la opción de “otro”, se obtuvo un total de 57 personas, que corresponde al 24% de los encuestados. Para este caso se registró que los lugares en los que se movilizan con los vehículos, corresponde dentro de la ciudad y en el campo, esto se debe principalmente por sus actividades laborales. Además se registraron algunos casos en los cuáles la mayor parte del tiempo se movilizan por la panamericana debido a que realizan viajes.
- ✚ En conclusión, se puede afirmar que la mayoría de usuarios que dispone de un vehículo, lo utiliza para movilizarse dentro de la ciudad de Ibarra, con ello es posible determinar que la introducción de vehículos eléctricos dentro de la ciudad (por el momento) es factible para los usuarios y el medio ambiente de la misma.

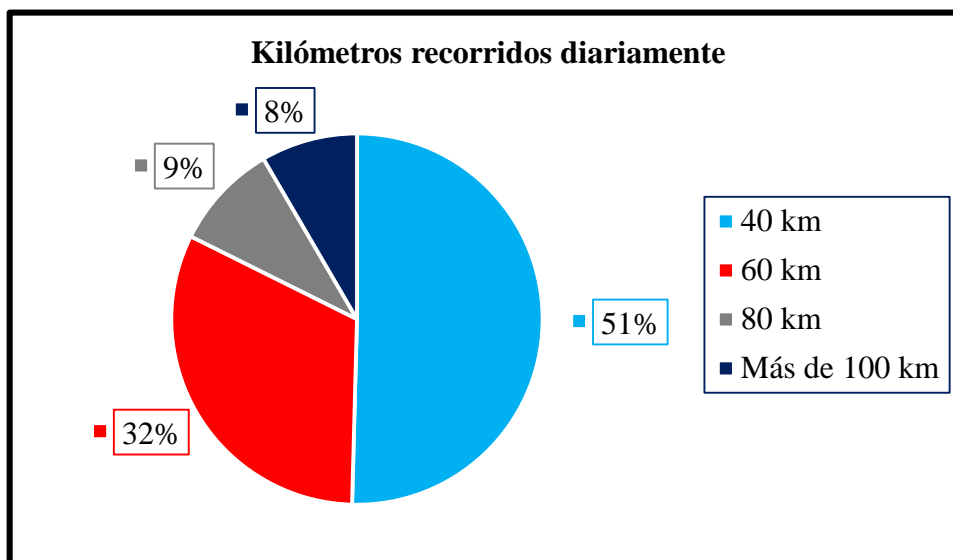
Séptima pregunta.

¿Qué distancia recorre diariamente con su vehículo?

Tabla 84. Séptima pregunta.

Variable	Frecuencia	Porcentaje
40 km	120	51
60 km	76	32
80 km	22	9
Más de 100 km	20	8
Total	238	100

Figura 114. Séptima pregunta.



Fuente: Elaboración propia

- Del total de encuestados 120 de ellos, que equivale al 50%, recorren diariamente alrededor 40 km. Cabe mencionar que la mayoría de los usuarios que seleccionaron esta opción manifestaron que recorren diariamente una distancia menor a 40 km.
- Un total de 76 personas, que corresponde al 32%, recorren diariamente alrededor de 60 km con su vehículo. Los usuarios justificaron esta distancia debido a dos razones principales, la primera se debe a que ellos tienen que movilizarse la mayoría del tiempo dentro de la ciudad por su trabajo y la otra es que para llegar a sus lugares de trabajo tienen que movilizarse por las afueras de la ciudad.

- De los encuestados, 22 de ellos, que corresponde al 9%, recorren al día 80 km. Para este caso los usuarios manifestaron que sus actividades son realizadas fuera de la ciudad, generalmente por actividades laborales.
- Un total de 20 personas, que equivale al 8%, recorren diariamente más de 100 km. Este grupo en particular recorre esta distancia debido a que diariamente tienen que realizar salidas fuera de la provincia, todos coinciden por actividades laborales.
- ✚ En conclusión, es posible afirmar que actualmente la autonomía ofrecida por los vehículos eléctricos podría satisfacer con creces la demanda diaria dentro de la ciudad de Ibarra, sin embargo, para el último caso en particular, existen vehículos cuya autonomía supera los 200 km, de recorrer una distancia mayor a los 250 km se requería de electrolineras en las vías. Cabe redundar que la finalidad de este estudio se limita a la introducción de vehículos eléctricos para recorridos urbanos.

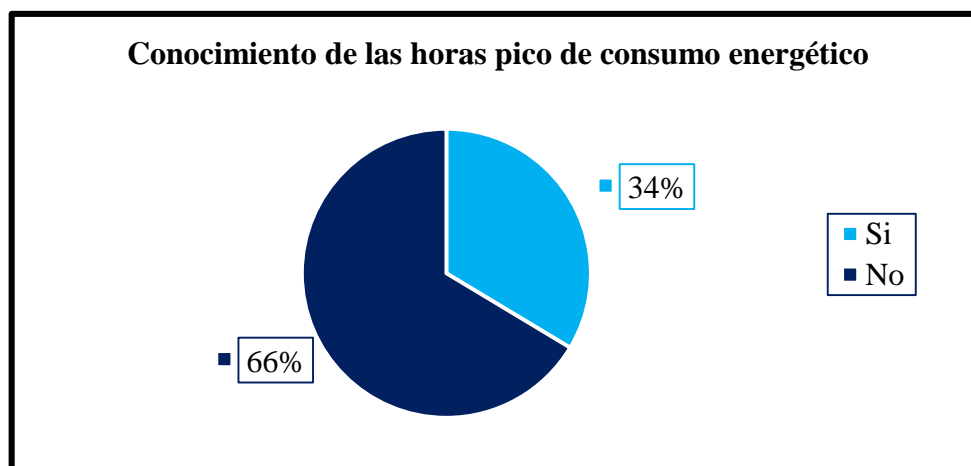
Octava pregunta.

¿Conoce usted el horario de las horas pico de consumo energético de la ciudad de Ibarra?

Tabla 85. Octava pregunta.

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Si	80	34
No	158	66
Total	238	100

Figura 115. Octava pregunta.



Fuente: Elaboración propia

- Del total de los encuestados 80 de ellos, que corresponde al 34%, mencionar que si conocen cuales son las horas pico de consumo energético de la ciudad de Ibarra. La mayoría de ellos señaló que las horas pico se registran al medio día (de 11:30 – 13:00) y en la noche (de 18:00 – 20:00).
 - Un total de 158 personas, que equivale al 66%, indicaron que no conocen cuales son las horas pico de consumo energético de la ciudad de Ibarra.
- ✚ En conclusión, es posible afirmar que la mayoría de los ciudadanos no conocen cuáles son las horas pico de consumo energético de la ciudad de Ibarra, las cuales corresponden al lapso comprendido a partir de las 18:00 hasta las 22:00 horas, de este lapso a las 20:00 horas es donde mayor demanda energética se registra.

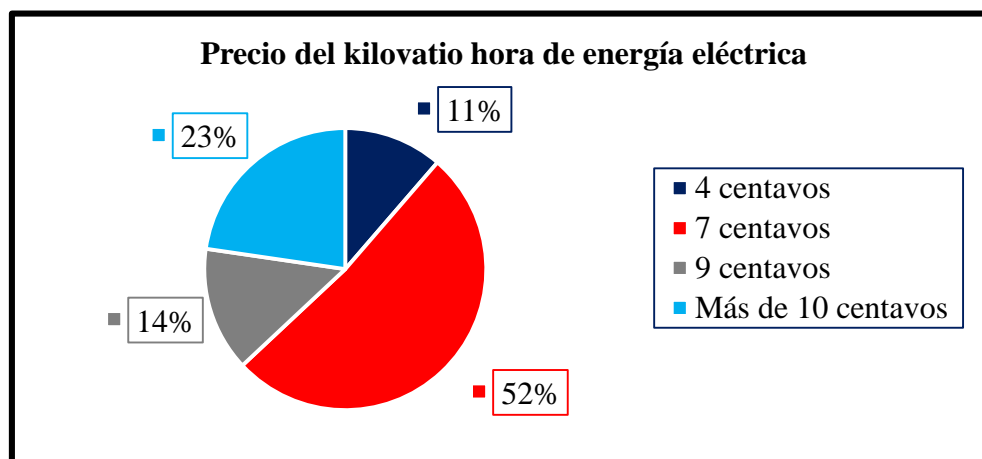
Novena pregunta.

¿Conoce usted el precio del kilovatio hora de energía eléctrica?

Tabla 86. Novena pregunta.

Variable	Frecuencia	Porcentaje
4 centavos	27	11
7 centavos	123	52
9 centavos	34	14
Más de 10 centavos	54	23
Total	238	100

Figura 116. Novena pregunta.



Fuente: Elaboración propia

- De los encuestados 27 de ellos, que corresponde al 11%, indicaron que el precio del kilovatio hora de energía tiene un valor de 4 centavos de dólar.
 - Un total de 123 personas, que equivale al 52%, indicaron que el precio del kilovatio hora de energía tiene un valor de 7 centavos de dólar.
 - Del total de encuestados 34 de ellos, que corresponde al 14%, indicaron que el precio del kilovatio hora de energía tiene un valor de 9 centavos de dólar.
 - Un total de 54 personas, que corresponde al 23%, indicaron que el precio del kilovatio hora de energía supera los 10 centavos de dólar.
- ✚ En conclusión, es posible afirmar que una considerable parte de los encuestados conoce el precio real del kilovatio hora, el cual está comprendido alrededor de los 7 centavos de dólar, siendo Ecuador uno de los países en los cuales el precio de la energía eléctrica es sumamente barata debido a que la mayor parte de la generación de energía eléctrica es hidráulica, suprimiendo costos en generación si lo comparamos con otros países.

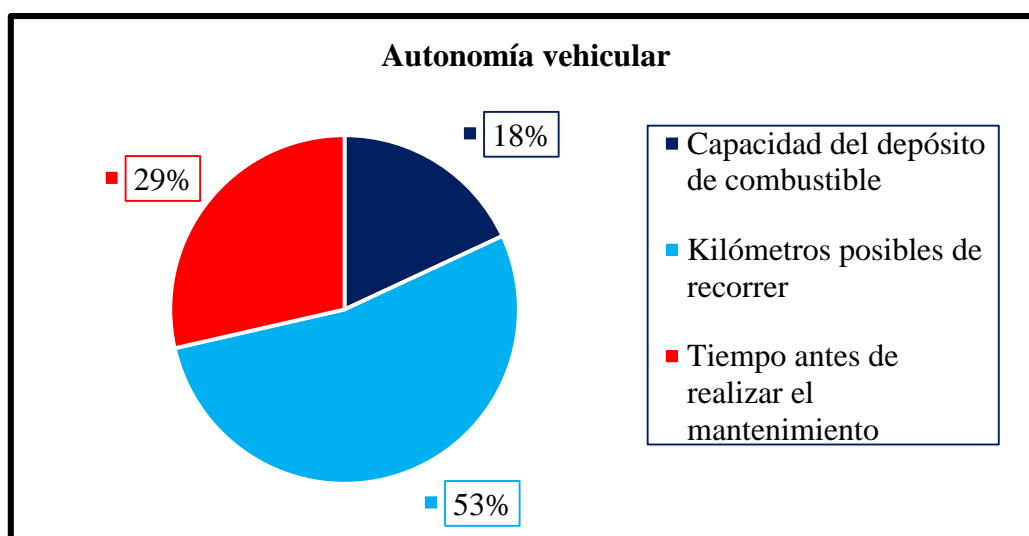
Décima pregunta.

¿Sabe usted qué es la autonomía de un vehículo?

Tabla 87. Décima pregunta.

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Capacidad del depósito de combustible	43	18
Kilómetros posibles de recorrer	127	53
Tiempo antes de realizar el mantenimiento	68	29
Total	238	100

Figura 117. Décima pregunta.



Fuente: Elaboración propia

- Del total de encuestados 43 de ellos, que corresponde al 18%, consideraron que la autonomía de un vehículo hace referencia a la capacidad del depósito de combustible.

- Un total de 127 personas, que equivale al 53% del total de los encuestados, consideraron que la autonomía de un vehículo hace referencia a los kilómetros posibles de recorrer.

- De los encuestados 68 de ellos, que corresponde al 29%, consideraron que la autonomía de un vehículo hace referencia al tiempo antes de realizar el mantenimiento.

- ✚ En conclusión, es posible afirmar que un grupo considerable de los encuestados tiene muy claro lo que representa la autonomía de un vehículo, la cual corresponde a los kilómetros posibles de recorrer con un vehículo.

Actualmente la autonomía ofrecida por los vehículos eléctricos supera los 200 km, dicha autonomía cubre perfectamente las distancias posibles de recorrer en el perímetro urbano de la ciudad de Ibarra.

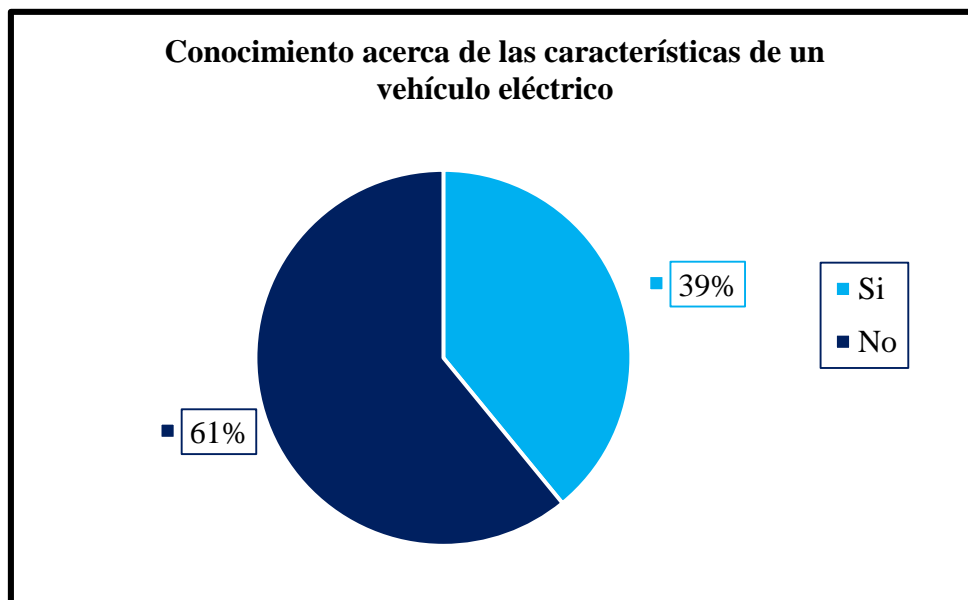
Décima primera pregunta.

¿Conoce usted las características de un vehículo eléctrico?

Tabla 88. Décima primera pregunta.

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Si	93	39
No	145	61
Total	238	100

Figura 118. Décima primera pregunta.



Fuente: Elaboración propia

- De los encuestados 93 de ellos, que corresponde al 39%, manifestaron conocer algunas de las características de los vehículos eléctricos. La mayoría de ellos mencionaron las siguientes:
 - Se suprime el uso de combustibles fósiles.
 - Utiliza un solo motor eléctrico.
 - Es amigable con el medio ambiente.

- Ofrece beneficios económicos al realizar la recarga por disponer de energía eléctrica de bajo costo en el país.
- Un total de 145 personas, que equivale al 61% de los encuestados, manifestaron no conocer las características que poseen los vehículos eléctricos. Cabe mencionar que hubo personas que indicaron que era la primera vez que escuchaban acerca de este tipo de vehículos.
- ✚ En conclusión, es posible afirmar que las características que conocen algunas personas son básicas, por lo cual se debería ofrecer a la ciudadanía información más detallada sobre estos vehículos para motivar su interés en los mismos.

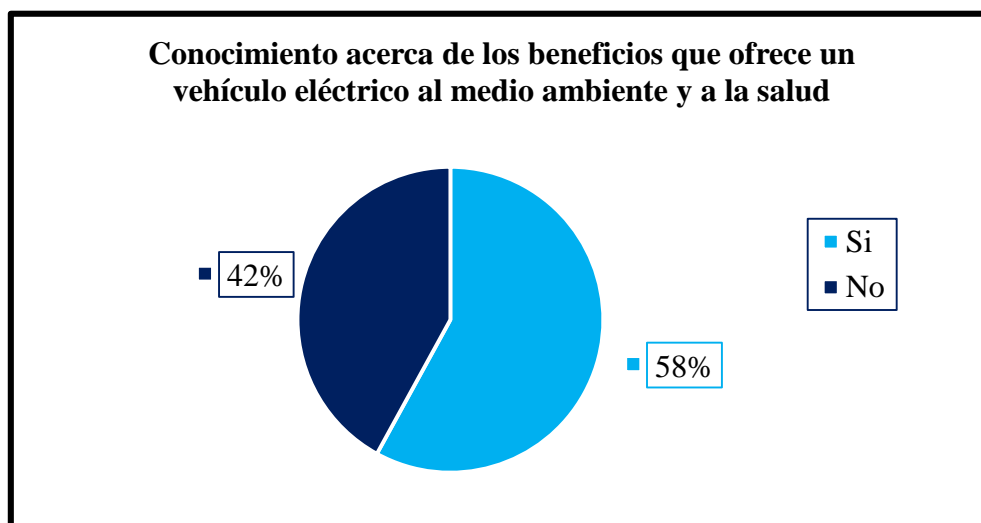
Décima segunda pregunta.

¿Sabía usted que los vehículos eléctricos no generan emisiones de CO₂, NO_x y tampoco generan contaminación acústica es decir que no producen ruido?

Tabla 89. Décima segunda pregunta.

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Si	138	58
No	100	42
Total	238	100

Figura 119. Décima segunda pregunta.



Fuente: Elaboración propia

- De los encuestados, 138 de ellos, que corresponde al 58%, indicaron que conocen los beneficios que ofrecen los vehículos eléctricos al medio ambiente.

Cabe mencionar que parte de los encuestados conocen acerca de estos beneficios porque lo habían escuchado en un medio de comunicación, otros encuestados manifestaron haberlos leído en medios de prensa.

- Un total de 100 personas, que equivale al 42% del total de encuestados, manifestaron no conocer los beneficios que un vehículo eléctrico ofrece. Dentro de este grupo la mayoría mencionó, no haber leído o escuchado sobre los beneficios ofrecidos por este tipo de vehículo.
- ✚ En conclusión, es posible afirmar que más de la mitad de los encuestados, mediante un medio de comunicación se ha informado acerca de los beneficios que un vehículo eléctrico puede ofrecer para con el medio ambiente y por lo tanto para con la salud de los seres humanos. Además entorno a esta pregunta se pudo evidenciar que la sociedad actual le ha dado mayor importancia al cuidado del medio ambiente.

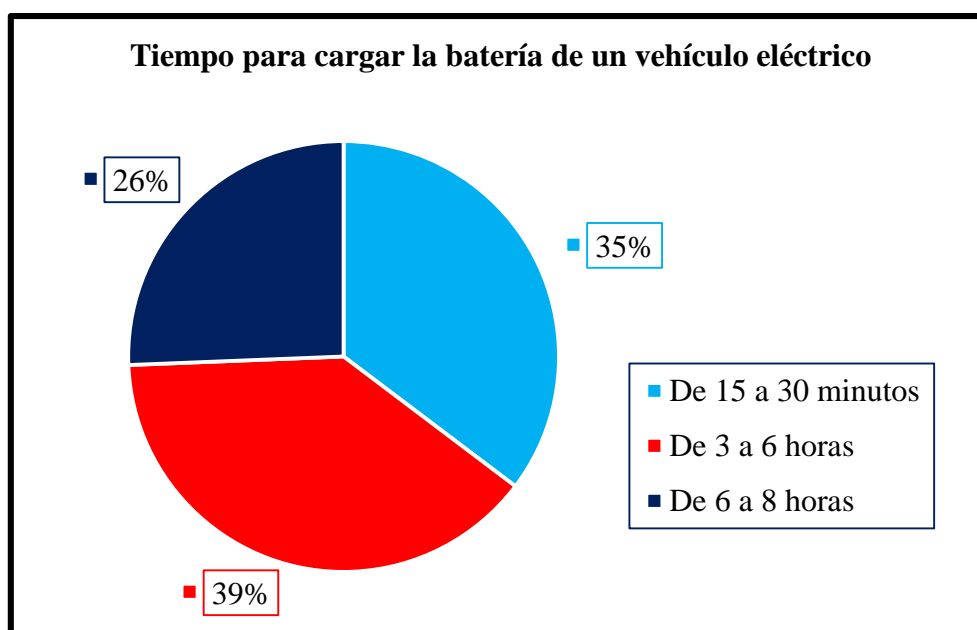
Décima tercera pregunta.

¿Conoce usted cuánto tiempo tarda la batería de un vehículo eléctrico en cargarse?

Tabla 90. Décima tercera pregunta.

Variable	Frecuencia	Porcentaje
De 15 a 30 minutos	84	35
De 3 a 6 horas	93	39
De 6 a 8 horas	61	26
Total	238	100

Figura 120. Décima tercera pregunta.



Fuente: Elaboración propia

- Del total de encuestados, 84 de ellos, que corresponde al 35%, indicaron que el tiempo que tarda la batería de un vehículo eléctrico en cargarse está comprendido de 15 a 30 minutos. En este caso las personas dentro de este grupo, no conocían este dato, sin embargo, ellos seleccionaron este rango de tiempo manifestando que ese sería un tiempo adecuado y aceptable de esperar mientras se recarga la batería de su vehículo, sugirieron además la creación de beneficios dentro de las estaciones de recarga (electrolíneas) como por ejemplo servicios de Internet gratuito, restaurante y/o salas de entretenimiento, entre otros.
- Un total de 93 personas, que corresponde al 39% de los encuestados, mencionaron que el tiempo que tarda la batería de un vehículo eléctrico en cargarse está comprendido de 3 a 6 horas. Las personas dentro de este grupo coincidieron en una inquietud en relación a esta pregunta, manifestando si existe la posibilidad de cargar un vehículo eléctrico en sus hogares, en vista de que obtuvieron una respuesta favorable a su inquietud ellos asumieron que el tiempo estimado para cargar la batería de un vehículo eléctrico está comprendido en lapso de tiempo antes mencionado.
- De los encuestado, 61 de ellos, que corresponde al 26%, indicaron el tiempo que tarda la batería de un vehículo eléctrico en cargarse está comprendido de 6 a 8 horas. Cabe mencionar que para este caso en particular los encuestados hicieron relación al tamaño de la batería de un vehículo eléctrico, comparándola con la de otros gadgets,

como fue el caso de los teléfonos celulares y laptops, así como el tiempo que tardaban en cargarse las baterías de estos últimos.

✚ En conclusión, es posible afirmar que la mayoría de los encuestados consideraron de gran importancia este aspecto, sin embargo, los usuarios no están informados acerca de este particular y que para responder la pregunta requirieron ayuda del encuestador o se vieron en la necesidad de relacionar la batería de un vehículo eléctrico con la de otro gadget. Cabe mencionar que para recargar la batería de un vehículo eléctrico se presentan actualmente tres opciones de recarga, estas son:

- Recarga rápida, comprendida de 5 hasta 24 minutos, ofrecida únicamente por electrolíneas.
- Recarga semi-rápida, comprendida de 3 a 4 horas, ofrecida en parqueaderos o realizada en hogares.
- Recarga lenta, comprendida de 6 a 8 horas, posible de realizar en hogares.

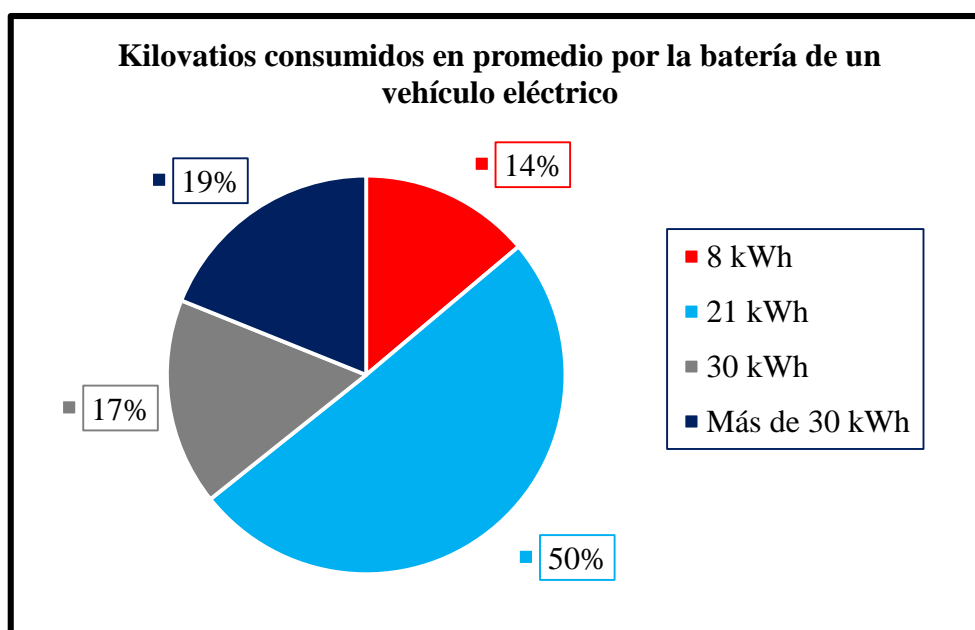
Décima cuarta pregunta.

¿Conoce usted cuántos kilovatios hora consume la batería de un vehículo eléctrico?

Tabla 91. Décima cuarta pregunta.

Variable	Frecuencia	Porcentaje
8 kWh	33	14
21 kWh	120	50
30 kWh	40	17
Más de 30 kWh	45	19
Total	238	100

Figura 121. Décima cuarta pregunta.



Fuente: Elaboración propia

- Del total de encuestados, 33 de ellos, que equivale al 14%, indicaron que la cantidad de kilovatios hora consumidos por la batería de un vehículo eléctrico corresponde a 8 kWh.

En este caso la batería de un Renault Twizy consume 8 kWh, por lo tanto la recarga total de la batería de este vehículo costaría 56 centavos de dólar, asumiendo que el valor del kilovatio hora es de 7 centavos de dólar.

- Un total de 120 personas, que equivale al 50% de los encuestados, manifestaron que la cantidad de kilovatios hora consumidos por la batería de un vehículo eléctrico corresponde a 21 kWh. En este caso, 21 kWh es un valor promedio de los siguientes vehículos: Ford Focus Electric 23 kWh, Renault Kangoo 22 kWh y Chevrolet Spark EV 21,3 kWh. La recarga total de la batería de un vehículo que consume 21 kWh costaría 1.47 dólares, asumiendo que el valor del kilovatio hora es de 7 centavos de dólar.
- De los encuestados 40 de ellos, que equivale al 17%, mencionaron que la cantidad de kilovatios hora consumidos por la batería de un vehículo eléctrico corresponde a 30 kWh. Para este caso dentro de los vehículos con mayor comercialización no se registra uno que consuma esta cantidad de kilovatios hora, sin embargo, es posible mencionar a aquellos modelos que se acercan a este consumo, estos son: Kia Soul 27 kWh y Nissan Leaf 24 kWh. La recarga total de la batería para un vehículo que

consume 30 kWh tendría un costo de 2.10 dólares, asumiendo que el valor del kilovatio hora es de 7 centavos de dólar.

- Un total de 45 personas, que equivale al 19% del total de encuestados, ellos indicaron que la cantidad de kilovatios hora consumidos por la batería de un vehículo eléctrico supera los 30 kWh.

En este caso los vehículos que consumen una cantidad superior a los 30 kWh corresponden a aquellos vehículos de altas prestaciones como es el caso del Tesla Model S cuyo consumo es de 85 kWh debido a que cuenta con 2 motores, mencionando además que este modelo ofrece una autonomía de (270 millas) 435 km aproximadamente. La recarga total de la batería para el vehículo antes mencionado cuyo consumo es de 85 kWh tendría un costo de 5.95 dólares, asumiendo que el valor del kilovatio hora es de 7 centavos de dólar.

- ✚ En conclusión, es posible afirmar que el punto tratado en esta pregunta tuvo gran interés por parte de los encuestados. Además es posible apreciar que el costo generado por los distintos tipos de vehículos es sumamente menor en comparación al costo generado al adquirir combustibles fósiles.

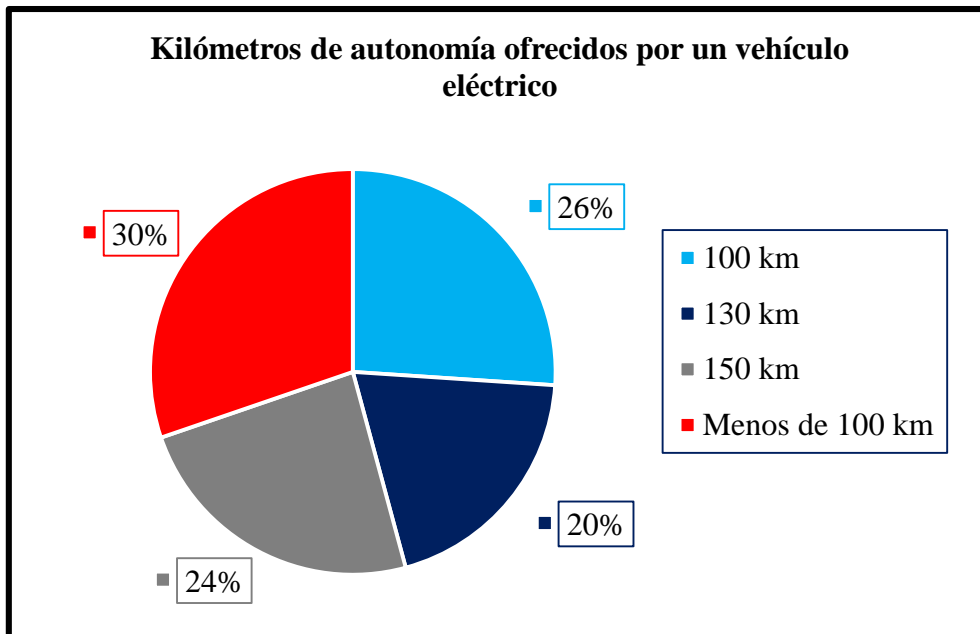
Décima quinta pregunta.

¿Conoce usted cuántos kilómetros de autonomía ofrece un vehículo eléctrico?

Tabla 92. Décima quinta pregunta.

Variable	Frecuencia	Porcentaje
100 km	62	26
130 km	47	20
150 km	57	24
Menos de 100 km	72	30
Total	238	100

Figura 122. Décima quinta pregunta.



Fuente: Elaboración propia

- Del total de encuestados, 62 de ellos, que equivale al 26%, indicaron que un vehículo eléctrico ofrece una autonomía de 100 km.

Para este caso se tomó como referencia a uno de los vehículos eléctricos más comercializados, como es el caso del Renault Twizy, un modelo biplaza que puede alcanzar una velocidad máxima de 80 km/h.

- Un total de 47 personas, que equivale al 20% de los encuestados, manifestaron que un vehículo eléctrico ofrece una autonomía de 130 km.

Para este caso se tomó como referencia a uno de los vehículos eléctricos más comercializados, como es el caso del Chevrolet Spark EV, un modelo que puede alcanzar una velocidad máxima de 144 km/h.

- De los encuestados, 57 de ellos, que corresponde al 24%, mencionaron que un vehículo eléctrico ofrece una autonomía de 150 km. Para este caso se tomó como referencia al Volkswagen E-Golf, vehículo que puede alcanzar una velocidad máxima de 140 km/h.

Cabe mencionar que existen otros modelos muy comercializados en los mercados de otros países como es el caso del Renault Kangoo cuya autonomía es de 170 km, con una velocidad máxima de 130 km/h, otro caso es el Nissan Leaf cuya autonomía es

de 200 km, con una velocidad máxima de 145 km/h, otro de los vehículos es el Kia Soul cuya autonomía es de 212 km, con una velocidad máxima de 145 km/h.

- Un total de 72 personas, que corresponde al 30% de los encuestados, indicaron que un vehículo eléctrico ofrece una autonomía por debajo de los 100 km.

En este caso la mayoría de los encuestados, asumieron que con un vehículo eléctrico no es posible recorrer una distancia considerable, factor que está completamente errado por falta de información de los usuarios.

- ✚ En conclusión, es posible afirmar que la mayoría de los usuarios desconoce la autonomía que ofrecen los vehículos eléctricos, siendo este uno de los principales motivos para no adquirir este tipo de vehículo, sin embargo, como se puede apreciar, la autonomía ofrecida por estos vehículos, es considerable y cubre sin ninguna duda la demanda de kilómetros recorridos dentro de la ciudad.

Décima sexta pregunta.

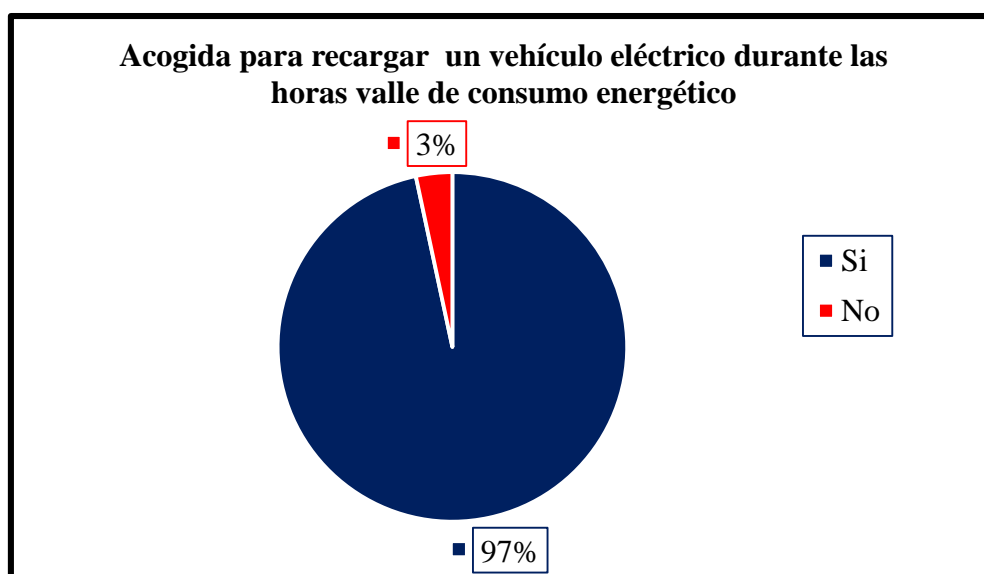
Según estudios se ha determinado que las horas propicias para recargar un vehículo eléctrico están comprendidas a partir de las 22:00 pm hasta las 6:00 am mediante un cargador inteligente programable el cual le permite al usuario asignar la hora de inicio y fin de la recarga.

¿Si dispusiera de un vehículo eléctrico y de un cargador inteligente se acogería a esta medida para realizar la recarga?

Tabla 93. Décima sexta pregunta.

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Si	230	97
No	8	3
Total	238	100

Figura 123. Décima sexta pregunta.



Fuente: Elaboración propia

- Del total de encuestados, 230 de ellos, que corresponde al 97%, indicaron que acogerían la medida de realizar la recarga de un vehículo eléctrico durante las horas valle (18:00 - 22:00 horas). Esto indica que no habría problemas en el sistema energético.
 - Un total de 8 personas, que corresponde al 3% de los encuestados, manifestaron que no acogerían la medida de realizar la recarga de un vehículo eléctrico durante las horas valle de consumo energético. La mayoría indico que tomaría esta acción debido a que si por un imprevisto se quedaran sin batería, se verían obligados a recargar en horas que están fuera del lapso que comprende las horas valle.
- ✚ En conclusión, es posible afirmar que si se realiza una adecuada campaña, en donde se manifieste cuáles son las horas más propicias del día para realizar la recarga a los vehículos eléctricos, se tendría una favorable respuesta por parte de los usuarios.

Décima séptima pregunta.

¿Según el siguiente cuadro compraría usted un vehículo eléctrico?

Vehículo	V. Unitario	V. Capacidad total	Kilómetros
Kia Soul (Eléctrico kWh)	8 ctvs./kWh	2.16 USD (27 kWh)	212
Chevrolet Aveo (Gasolina Extra)	1.48 USD/Gal	16.28 USD (11 Gal)	530

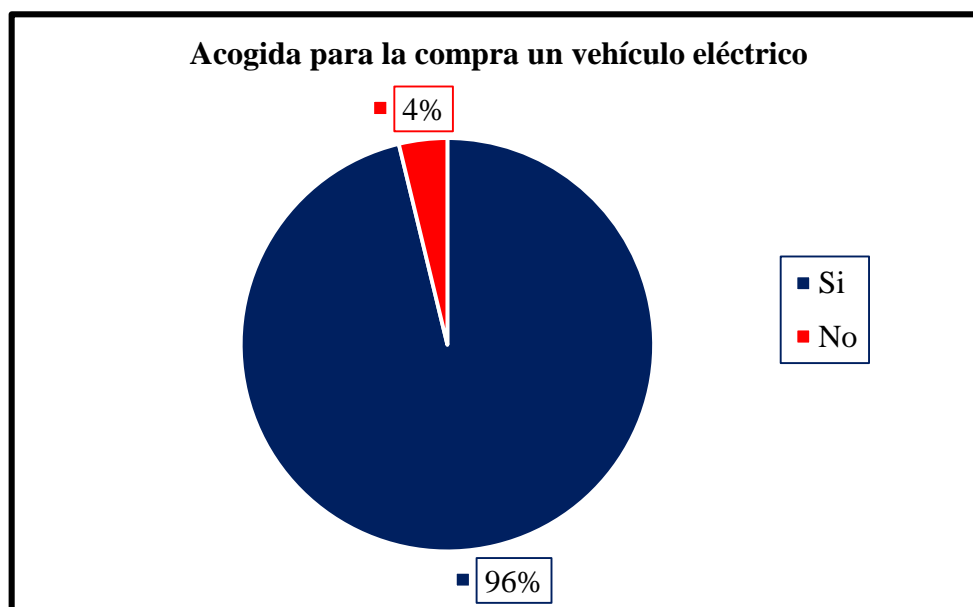
Para que el vehículo eléctrico recorra los 530 km se requiere:

Vehículo	Valor	Kilómetros
Kia Soul (Eléctrico kWh)	5.4 USD	530

Tabla 94. Décima séptima pregunta.

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Si	229	96
No	9	4
Total	238	100

Figura 124. Décima séptima pregunta.



Fuente: Elaboración propia

- Del total de los encuestados, 229 de ellos, que corresponde al 96%, indicaron que si comprarían un vehículo eléctrico. Cabe mencionar que la principal razón manifestada por los usuarios para acceder a la compra de este tipo de vehículo, es el beneficio económico representado en el costo al momento de realizar la recarga del mismo.
- Un total de 9 personas, que corresponde al 4% de los encuestados, manifestaron que no comprarían un vehículo eléctrico. Los usuarios tomarían esta acción debido a que desconocen ciertas características de estos vehículos, como es el caso de la autonomía, el mantenimiento a realizar, entre otros.

- ✚ En conclusión, es posible afirmar que la introducción de los vehículos eléctricos tendría aceptación por parte de los usuarios, siempre y cuando se informe adecuadamente acerca de las características y beneficios ofrecidos por estos vehículos. El factor económico comprendido al realizar la recarga, es uno de los puntos a favor de este tipo de vehículo. Cabe mencionar que esta pregunta en particular causó agrado a la mayoría de los encuestados.

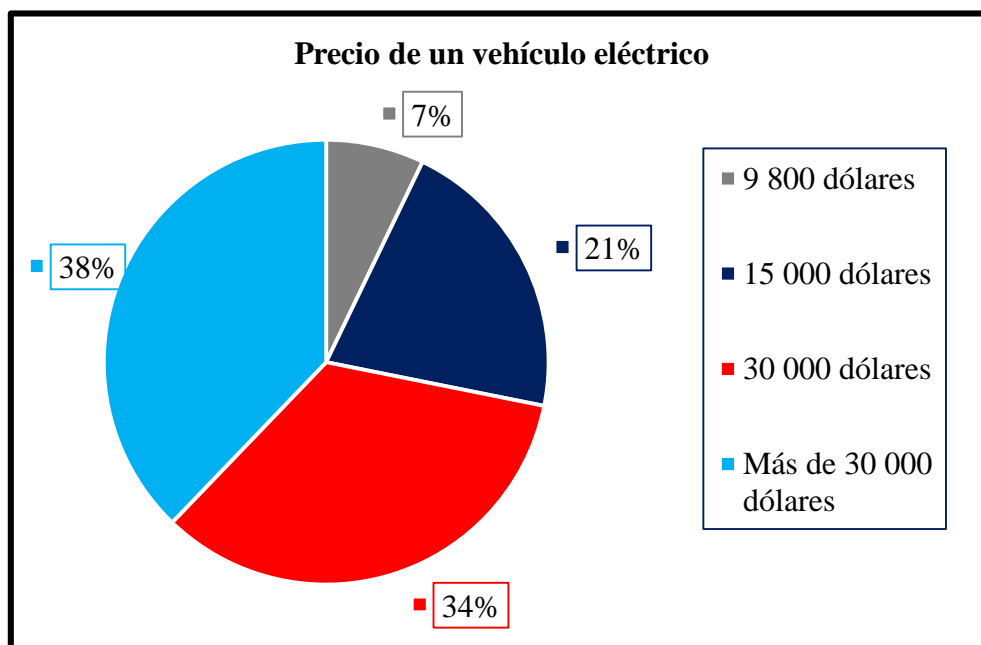
Décima octava pregunta.

¿Conoce usted cuál es el precio de un vehículo eléctrico?

Tabla 95. Décima octava pregunta.

Variable	Frecuencia	Porcentaje
9 800 dólares	17	7
15 000 dólares	50	21
30 000 dólares	81	34
Más de 30 000 dólares	90	38
Total	238	100

Figura 125. Décima octava pregunta.



Fuente: Elaboración propia

- Del total de encuestados, 17 de ellos, que corresponde al 7%, indicaron que el precio de un vehículo eléctrico es de 9 800 dólares. Para este caso se tomó como referencia al Renault Twizy, modelo que ofrece una autonomía de 100 km.
 - Un total de 50 personas, que equivale al 21% del total de encuestados, indicaron que el precio de un vehículo eléctrico es de 15 000 dólares. Para este caso se tomó como referencia al Nissan Denki Cube, modelo que ofrece una autonomía de 160 km.
 - De los encuestados, 81 de ellos, que corresponde al 34%, indicaron que el precio de un vehículo eléctrico es de 30 000 dólares. Para este caso se tomó como referencia al Nissan Leaf y al Renault Kangoo, modelos que ofrecen una autonomía de 200 y 170 km respectivamente.
 - Un total de 90 personas, que equivale al 38%, indicaron que el precio de un vehículo eléctrico supera los 30 000 dólares. Para este caso se tomó como referencia al Chevrolet Volt, Opel Ampera y Tesla Model S; estos modelos ofrecen una autonomía que supera fácilmente los 300 km.
- ✚ En conclusión, es posible afirmar que los usuarios tienen muy claro que el precio de un vehículo eléctrico va en relación a las prestaciones del mismo, destacando de todas ellas la autonomía que ofrece el vehículo. A pesar de ello, hubo muchas personas que manifestaron no tener inconvenientes con los valores mostrados, ya que se ven justificados por los múltiples beneficios ofrecidos por estos vehículos.

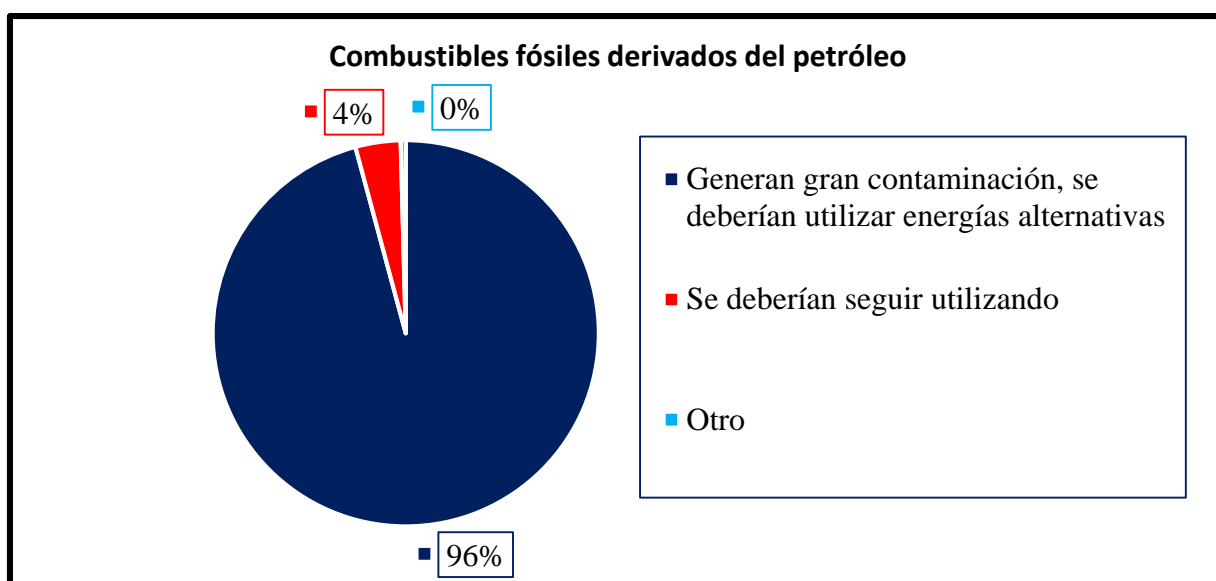
Décima novena pregunta.

¿Cuál es su opinión acerca de la dependencia a los combustibles fósiles derivados del petróleo?

Tabla 96. Décima novena pregunta.

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Generan gran contaminación, se deberían utilizar energías alternativas	228	96
Se deberían seguir utilizando	9	4
Otro	1	0
Total	238	100

Figura 126. Décima novena pregunta.



Fuente: Elaboración propia

- Del total de encuestados, 228 de ellos, que corresponde al 96%, manifestaron que los combustibles fósiles generan gran contaminación ambiental y por lo tanto se deberían reemplazar por energías alternativas. Cabe mencionar que dentro de dichas energías alternativas, en el país se presentan actualmente varias opciones, sin embargo, la generación de energía eléctrica limpia (hidroeléctricas) es la que mayor acogida tiene dentro del país, esto gracias a los recursos presentes en el territorio Ecuatoriano.
 - Un total de 9 personas, que equivale al 4% del total de encuestados, indicaron que se debería continuar utilizando los combustibles fósiles para el sector automotriz. Cabe mencionar que las personas adjuntas a esta respuesta, mencionaron ser aficionados a la potencia de los motores y asumieron que un vehículo eléctrico no tendría el mismo rendimiento que uno a gasolina o diesel.
 - De los encuestados, 1 de ellos, que corresponde al 0% del total de encuestados, mencionaron que no se debería reemplazar a los combustibles fósiles, indicando que se debería refinar a estos últimos de mejor manera y ofrecer combustibles fósiles de mejor calidad. Otra de las sugerencias indica que se deberían impulsar proyectos de investigación para combustibles alternativos o mejor conocidos como biocombustibles.
- ✚ En conclusión, es posible afirmar que la sociedad hoy en día ya es consciente de las consecuencias ocasionadas al medio ambiente y a su salud por el uso diario de los combustibles fósiles derivados del petróleo, es por esta razón que ellos consideran urgente el reemplazo de estos y más aún cuando existen energías alternativas que

pueden cumplir e incluso superar en algunos casos las prestaciones ofrecidas por dichos combustibles.

Vigésima pregunta.

Si el gobierno promoviera facilidades de financiamiento y ofreciera beneficios tales como:

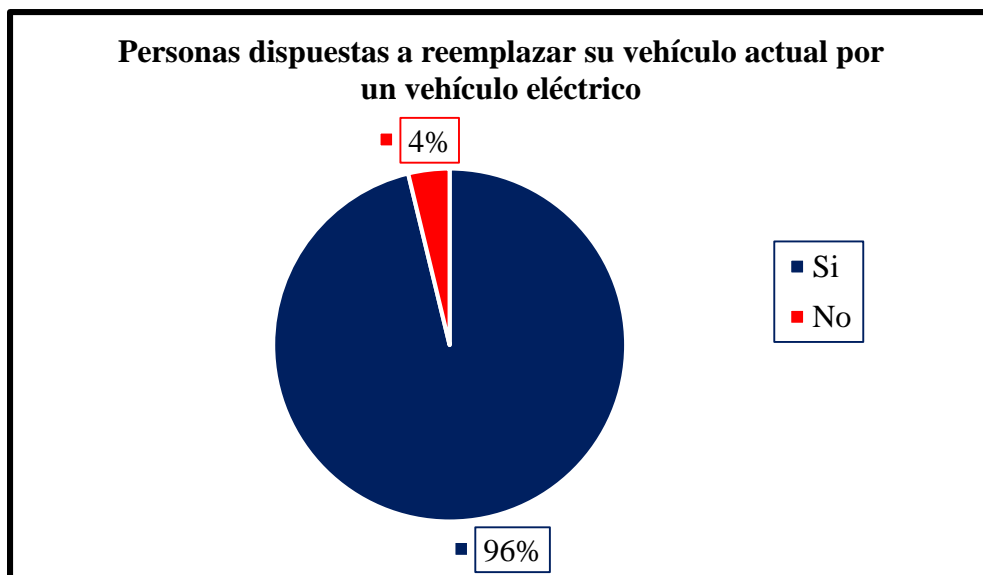
- Peajes libres.
- Reducción del valor de la matrícula.
- Parqueaderos gratuitos.
- Descuento de la tarifa eléctrica.

¿Reemplazaría su vehículo actual por un eléctrico?

Tabla 97. Vigésima pregunta.

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Si	229	96
No	9	4
Total	238	100

Figura 127. Vigésima pregunta.



Fuente: Elaboración propia

- Del total de encuestados, 229 de ellos, que corresponde al 96%, indicaron que si reemplazarían su vehículo actual por un eléctrico.

Cabe mencionar que las personas dentro de este grupo comprenden que de promoverse los beneficios mencionados, estos no serán permanentes, sin embargo, tienen muy presente que la energía eléctrica en el país es de bajo costo y a largo tiempo eso representa un gran beneficios para ellos como usuarios.

- Un total de 9 personas, que equivale al 4% del total de encuestados, manifestaron que no reemplazarían su vehículo actual por un eléctrico. Las personas indicaron que tomarían esta medida principalmente por la siguiente razón:
 - Ausencia de información acerca de las características de vehículos eléctricos.

✚ En conclusión, es posible afirmar que uno de los puntos en contra de la introducción de vehículos eléctricos, es la poca o equivocada información que tiene la mayoría de las personas acerca de estos vehículos, sin embargo, se considera que al facilitar al usuario una adecuada información se incrementaría la demanda para la introducción de este tipo de vehículo.

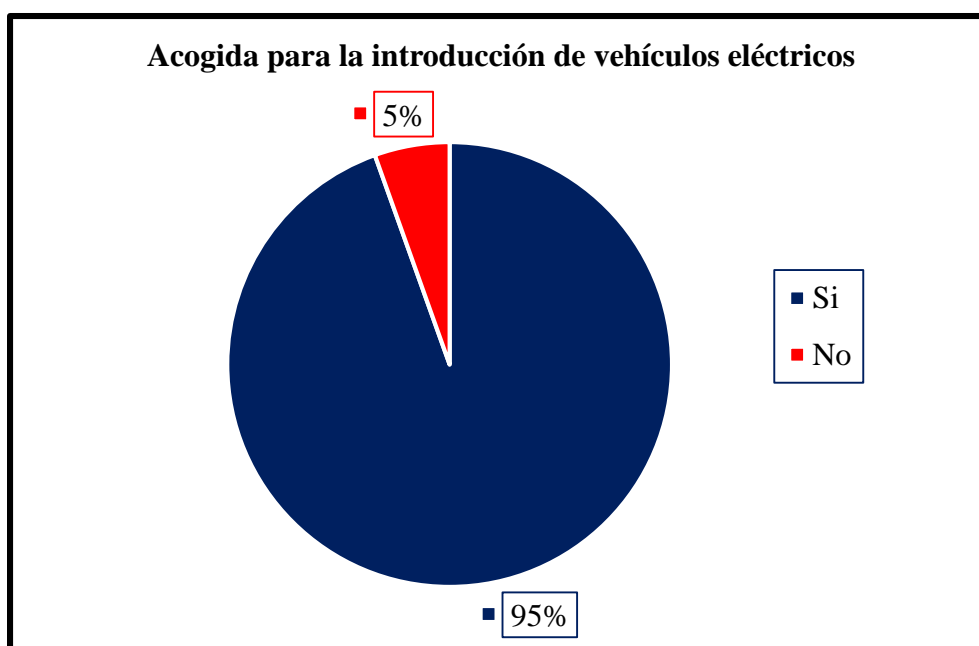
Vigésima primera pregunta.

¿Estaría de acuerdo con que se introdujeran vehículos eléctricos en el mercado automotriz de la ciudad de Ibarra?

Tabla 98. Vigésima primera pregunta.

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Si	225	95
No	13	5
Total	238	100

Figura 128. Vigésima primera pregunta.



Fuente: Elaboración propia

- Del total de encuestados, 225 de ellos, que corresponde al 95%, indicaron que están de acuerdo con que se introduzcan vehículos eléctricos en el mercado automotriz de la ciudad de Ibarra. Cabe mencionar que durante el desarrollo de la encuesta la mayoría de los encuestados asimiló información de suma importancia, ayudándoles a comprender los beneficios que este tipo de vehículo puede generar tanto para el medio ambiente, para la salud de las personas, pero sobre todo para ellos como usuarios.

Además dentro de las principales razones mencionadas por los encuestados a favor de la introducción de este tipo de vehículo se encuentran:

- Salud.
 - Ecología.
 - Economía.
 - Movilidad segura.
- Un total de 13 persona, que equivale al 5% de los encuestados, manifestaron que no estarían de acuerdo con que se introdujeran vehículos eléctricos en el mercado automotriz de la ciudad de Ibarra. La razón que motiva a los usuarios a tomar esta

decisión radica en la equivocada información que ellos tienen acerca de este tipo de vehículos.

- ✚ En conclusión, es posible afirmar que la introducción de vehículos eléctricos dentro del mercado automotriz de la ciudad de Ibarra tendría una respuesta favorable, esto debido a que los beneficios ofrecidos por estos vehículos son múltiples, además existen factores en el país que favorecen la introducción de estos vehículos, uno de ellos es el mejoramiento de la generación energética gracias a los distintos proyectos que actualmente se encuentran en ejecución, el mismo precio de la energía eléctrica, entre otros.

Cabe mencionar que de darse una introducción de vehículos eléctricos a nivel nacional, estos tendrían una gran acogida por parte de los usuarios, siempre y cuando estos sean informados previamente de todos y cada uno de los beneficios que este tipo de vehículo ofrece.

Comparación entre las características y los costos de vehículos eléctricos.

Tabla 99. Características de los vehículos eléctricos más comercializados.

Marca - Modelo	Velocidad Máxima (km/h)	Velocidad 0 - 100 km (s)	Potencia (CV)	Par Motor (Nm)	Autonomía (km)	Capacidad Batería (kWh)	Costo por recarga (USD)	Precio del vehículo (USD)
Kia Soul	145	12	110	285	212	27	2,16	30 000
Nissan Leaf	145	11,9	107	280	200	24	1,92	28 000
Renault Kangoo ZE	130	20,3	60	226	170	22	1,76	28 000
Renault Twizy	80	6,1 (0 - 45)	16,2	57	100	8	0,64 ctvs.	17 000
Renault Fluence	135	13,7	95	226	160	22	1,76	31 000
BYD E6	140	14	122	450	300	61	4.88	50 260
Mitsubishi i-MiEV	130	15,9	67	180	150	16	1,28	32 000
Tesla Model S P85D	250	3,2	700	931	435	85	6.8	110 000

Fuente: Elaboración propia

Comparación de los costos entre combustibles fósiles y energía eléctrica.

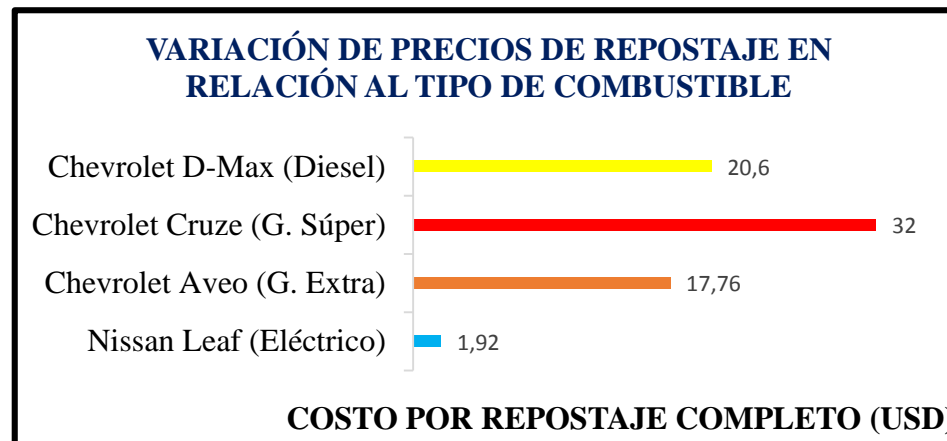
Tabla 100. Comparación entre los costos de energía eléctrica y combustible al realizar un repostaje completo.

Vehículo	Precio del vehículo (USD)	Precio de la energía o combustible	Capacidad total	Costo por repostaje (USD)	Autonomía (km)
Nissan Leaf (Eléctrico)	28 000	8 ctvs./kWh	24 kWh	1,92	200
Chevrolet Aveo (G. Extra)	16 000	1,48 USD/Gal	12 Gal	17,76	530
Chevrolet Cruze (G. Súper)	30 000	2 USD/Gal	16 Gal	32	700
Chevrolet D-Max (Diesel)	26 690	1,03 USD/Gal	20 Gal	20,6	800

Fuente: Elaboración propia

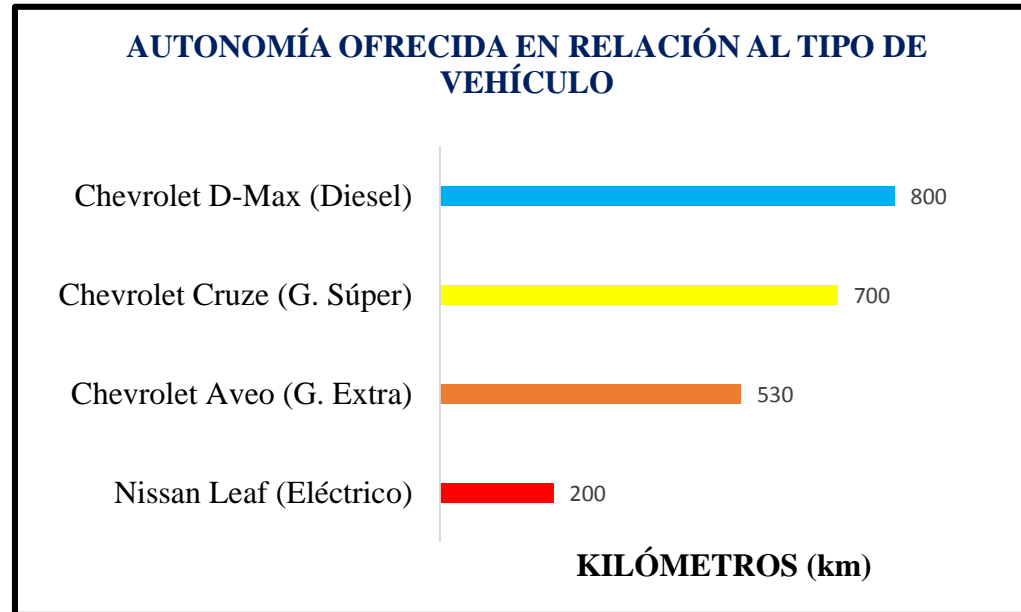
Comparación de costos de repostaje y autonomía.

Figura 129. Costos de repostaje en relación al tipo de energía o combustible usado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 130. Variación de la autonomía en relación al tipo de vehículo.



Fuente: Elaboración propia

Consumo de vehículos eléctricos (costos) y la cantidad de V.E. que pudo haber ingresado en 2014 sin ocasionar problemas al sistema eléctrico.

En la tabla 101, se muestra una proyección de los costos de repostaje para algunos vehículos eléctricos, en donde la referencia para el recorrido es de 40 km diarios, que se recorre en promedio en la ciudad de Ibarra, dato obtenido a partir de la encuesta aplicada. Además se indica

la cantidad de vehículos eléctricos que pudieron haber ingresado en el año 2014 sin causar inconvenientes en el sistema eléctrico de Emelnorte, esto en base a la cantidad de energía sobrante de la oferta presentada para dicho año, la cual fue de 1030143 [kWh].

Tabla 101. Costos por repostaje y V.E. posibles de ingresar.

Marca - Modelo	Consumo por kilómetro (kWh/km)	Consumo mensual (kWh) al recorrer 1 200 km/mes	Costo del repostaje mensual (USD)	Consumo anual (kWh) al recorrer 14 400 km/año	Costo del repostaje anual (USD)	Unidades de V.E. posibles de ingresar
Kia Soul	0,13	153	12,2	1 834	146,7	562
Nissan Leaf	0,12	144	11,5	1 728	138,2	596
Renault Kangoo ZE	0,13	155	12,4	1 864	149,1	553
Renault Twizy	0,08	96	7,6	1 152	92,1	894
Renault Fluence	0,14	165	13,2	1 980	158,4	520
BYD E6	0,20	244	19,5	2 928	234,2	352
Mitsubishi i-MiEV	0,11	128	10,2	1 536	122,8	671
Tesla Model S P85D	0,20	234	18,7	2 814	225,1	366

Fuente: Elaboración propia

Consumo de vehículos convencionales.

En la tabla 102, se exponen los costos por repostaje para tres vehículos convencionales que emplean los tres tipos de combustibles que hay en el mercado Ecuatoriano (G. Extra, G. Súper y Diesel). Se consideró el mismo dato de referencia de 40 km, realizando con ello la proyección del costo mensual y anual.

El vehículo eléctrico (Nissan Leaf) presente en la tabla 102 sirve como referencia.

Tabla 102. Costos por repostaje de vehículos convencionales.

Vehículo	Consumo por kilómetro (Gal/km)	Consumo mensual (Gal) al recorrer 1 200 km/mes	Costo del repostaje mensual (USD)	Consumo anual (Gal) al recorrer 14 400 km/año	Costo del repostaje anual (USD)
Nissan Leaf (Eléctrico)	0,12 (kWh/km)	144 (kWh/mes)	11	1 728 (kWh/año)	138
Chevrolet Aveo (G. Extra)	0,02	27	40	326	483
Chevrolet Cruze (G. Súper)	0,02	27	55	329	658
Chevrolet D-Max (Diesel)	0,03	30	31	360	371

Fuente: Elaboración propia

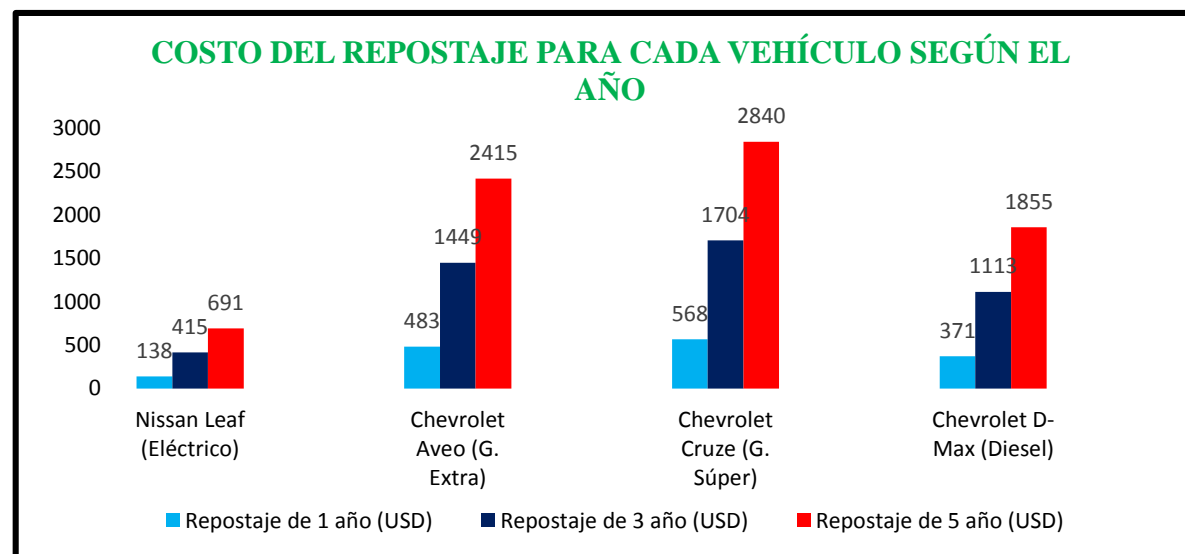
Como se puede apreciar en la tabla 102, el costo generado por el repostaje de los vehículos convencionales, es mayor al generado por el vehículo eléctrico, teniendo así un incremento adicional de 3 veces en relación al de gasolina extra, un incremento de 4.5 veces en relación al de gasolina súper (incremento más alto) y un incremento de 2.1 veces en relación al de diésel.

Proyección de los costos de repostaje, en relación a un vehículo que opera con electricidad, gasolina extra, gasolina súper y diesel.

Tabla 103. Costo del repostaje en relación a los años.

Repostaje	Nissan Leaf (Eléctrico)	Chevrolet Aveo (G. Extra)	Chevrolet Cruze (G. Súper)	Chevrolet D-Max (Diesel)	Recorrido (km)
Repostaje en 1 año (USD)	138	483	568	371	14 400
Repostaje en 3 año (USD)	415	1 449	1 704	1 113	43 200
Repostaje en 5 año (USD)	691	2 415	2 840	1 855	72 000

Figura 131. Comparación de los costos de repostaje según el tipo de vehículo y el año.



Fuente: Elaboración propia

Beneficio económico en relación al repostaje.

En la tabla 104, se muestran los valores que un usuario podría ahorrar, si este, usara un vehículo eléctrico (Nissan Leaf).

Tabla 104. Valores económicos posibles de ahorrar con un V.E.

Repostaje	V.E. vs Chevrolet Aveo (G. Extra)	V.E. vs Chevrolet Cruze (G. Súper)	V.E. vs Chevrolet D- Max (Diesel)	Recorrido (km)
Ahorro en 1 año (USD)	345	430	233	14 400
Ahorro en 3 año (USD)	1 035	1 290	699	43 200
Ahorro en 5 año (USD)	1 725	2 150	1 165	72 000

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar los valores posibles de ahorrar son significativos. Sin lugar a duda los beneficios ofrecidos por los vehículos eléctricos son muchos y la idea de adquirir uno de ellos resultaría muy factible.

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones.

- Un vehículo eléctrico en comparación a un vehículo convencional (con motores de combustión interna e híbridos), ofrece varios beneficios entre los que se destacan: la eficiencia, menor contaminación tanto por emisiones como acústicas, reducción de costo en cada repostaje gracias al bajo costo de la energía eléctrica y la reducción del costo de mantenimiento debido a la disminución de componentes.
- El usuario de un vehículo eléctrico se beneficiaría económicamente en cada repostaje. Si el combustible usado fuera gasolina extra, la cantidad posible de ahorrar sería de 345 USD/año, si el combustible fuera gasolina súper el ahorro sería de 430 USD/año y si el combustible fuera diesel la cantidad ahorrada sería 233 USD/año.
- La autonomía que actualmente ofrecen los vehículos eléctricos, satisface con creces la distancia recorrida por los usuarios dentro de la ciudad de Ibarra. Además con gran acierto es posible afirmar que dicha autonomía será suficiente para aquellos usuarios que residen en ciudades más grandes que Ibarra, durante sus recorridos diarios.
- El horario de horas pico de consumo energético en la ciudad de Ibarra, se comprende a partir de las 18:00 hasta las 22:00 horas, esto indica que las horas propicias para recargar un vehículo eléctrico sin ocasionar sobrecargas y daños en el sistema, inician a partir de las 22:00 horas y culmina a las 06:00 horas, teniendo con ello un total aproximado de 9 horas durante parte de la noche y madrugada para realizar la recarga.

- Para todos los años, el mes de Febrero será el mes que registre el menor consumo energético, debido a que es el mes con menos días en comparación al resto de meses del año.
- El mes que registre el mayor consumo energético no es fijo, y aunque parezca que el mes de Diciembre es donde se debería registrar un mayor consumo de energía, las cifras no lo indican así, o al menos no en los últimos tres años.
- Con el sistema energético actual manejado por Emelnorte S.A. y en base a su oferta es posible afirmar que el sistema permitiría una introducción de 600 vehículos eléctricos en promedio.
- Una introducción a gran escala incrementaría considerablemente la demanda energética, la cual no podría ser solventada por el sistema, sin embargo a partir del año 2017, Ecuador será un país energéticamente desarrollado, debido a que para entonces los múltiples proyectos energéticos (actualmente en desarrollo) ya se encontraran terminados y operando. Con un cambio en marcha de la matriz energética, la introducción de vehículos eléctricos para un futuro es factible no únicamente en la ciudad de Ibarra sino a nivel nacional.

Recomendaciones.

- Realizar un estudio para adecuar en algunos casos y crear en otros, subestaciones, tendido eléctrico y acometidas basadas en el soporte a vehículos eléctricos, sin que esto ocasione daños en el sistema energético o en los mismos vehículos.
- Determinar la factibilidad de implementar por parte del gobierno de turno, los beneficios ofrecidos a aquellos usuarios al momento de adquirir un vehículo eléctrico.
- Realizar un estudio dentro de la ciudad de Ibarra para determinar sitios estratégicos donde se debería ubicar puntos de repostaje (electrolineras) para vehículos eléctricos.
- Realizar un estudio para determinar la factibilidad que tendría el sustituir a gran escala los vehículos de servicio público (taxis) dentro de las ciudades.
- Realizar a mediano plazo un estudio del avance energético del país, pensando en una introducción de vehículos eléctricos a nivel nacional.

- Realizar un convenio con los fabricantes, para que estos sean los encargados de darle el tratamiento adecuado a las baterías de los vehículos eléctricos una vez que estas hayan culminado su vida útil.

- Determinar la factibilidad de realizar convenios con empresas o fabricantes, con la finalidad de especializar al personal destinado al mantenimiento de este tipo de vehículos en particular y la adecuación de la infraestructura destinada para dicho fin.

Anexos.

Encuesta presentada a los habitantes de la ciudad de Ibarra que disponen de un vehículo

- 1. ¿Qué tipo de combustible o energía utiliza su vehículo?**
 - a) Gasolina.
 - b) Diesel.
 - c) Otro. Describa: _____

- 2. ¿Cuántos vehículos tiene?**
 - a) Un vehículo.
 - b) Dos vehículos.
 - c) Más de dos.
- 3. ¿Durante qué jornadas su vehículo permanece activo?**
 - a) Matutina (de 6:00 am hasta 12:00 pm).
 - b) Vespertina (de 12:00 pm hasta 7:00 pm).
 - c) Nocturna (de 7:00 pm hasta 11:00 pm).
 - d) Otro. Describa: _____

- 4. ¿Cuánto tiempo permanece su vehículo parqueado?**
 - a) De 1 a 2 horas.
 - b) De 2 a 4 horas.
 - c) De 4 a 6 horas.
 - d) Otro. Describa: _____

- 5. ¿Para qué, usualmente utiliza su vehículo?**
 - a) Ir de la casa al trabajo.
 - b) Ir de paseo.
 - c) Ir de la casa a la escuela, colegio o universidad.
 - d) Otro. Describa: _____

- 6. ¿En qué lugares se moviliza con su vehículo?**
 - a) En la ciudad.
 - b) En el campo.
 - c) Otro. Describa: _____

- 7. ¿Qué distancia recorre diariamente con su vehículo?**
 - a) 40 Km.
 - b) 60 Km.
 - c) 80 Km.
 - d) Más de 100 Km.
- 8. ¿Conoce usted el horario de las horas pico de consumo energético de la ciudad de Ibarra?**
 - a) Si.
Detalle: _____
 - b) No.

- 9. ¿Conoce usted el precio del kilovatio hora de energía eléctrica?**
 - a) 4 centavos.
 - b) 7 centavos.
 - c) 9 centavos.
 - d) Más de 10 centavos.

- 10. ¿Sabe usted qué es la autonomía de un vehículo?**
 - a) Capacidad del depósito de combustible.
 - b) Kilómetros posibles de recorrer.
 - c) Tiempo antes de realizar mantenimiento.

- 11. ¿Conoce usted las características y beneficios de un vehículo eléctrico?**
 - a) Si. Describa: _____
 - b) No.
- 12. ¿Sabía usted que los vehículos eléctricos no generan emisiones de CO₂, NO_x y tampoco generan contaminación acústica es decir que no producen ruido?**
 - a) Si.
 - b) No.

- 13. ¿Conoce usted cuánto tiempo tarda la batería de un vehículo eléctrico en cargarse?**
 a) De 15 a 30 minutos. b) De 3 a 6 horas. c) De 6 a 8 horas.
- 14. ¿Conoce usted cuántos kilovatios hora consume la batería de un vehículo eléctrico?**
 a) 8 kWh. b) 21 kWh. c) 30 kWh.
 d) Más de 30 kWh
- 15. ¿Conoce usted cuántos kilómetros de autonomía ofrece un vehículo eléctrico?**
 a) 100 Km. b) 130 Km. c) 150 Km.
 d) Menos de 100 km.

- 16. Según estudios se ha determinado que las horas propicias para recargar un vehículo eléctrico están comprendidas a partir de las 22:00 pm hasta las 6:00 am mediante un cargador inteligente programable el cual le permite al usuario asignar la hora de inicio y fin de la recarga. ¿Si dispusiera de un vehículo eléctrico y de un cargador inteligente se acogería a esta medida para realizar la recarga?**
 a) Si. b) No.

- 17. ¿Según el siguiente cuadro compraría usted un vehículo eléctrico?**

VEHÍCULO	V. UNITARIO	V. CAPACIDAD TOTAL	KILÓMETROS
Kia Soul (Eléctrico kWh)	8 ctvs./kWh	2.16 USD (27 kWh)	212
Chevrolet Aveo (Gasolina Extra)	1.48 USD/Gal	16.28 USD (11 Gal)	530

Para que el vehículo eléctrico recorra los 530 Km usted deberá gastar:

VEHÍCULO	VALOR	KILÓMETROS
Kia Soul Eléctrico (kWh)	5.4 USD	530

- a) Si.
 b) No.

- 18. ¿Conoce usted cuál es el precio de un vehículo eléctrico?**
 a) 9 800 Dólares. b) 15 000 Dólares. c) 30 000 Dólares.
 d) Más de 30 000 dólares.

- 19. ¿Cuál es su opinión acerca de la dependencia a los combustibles fósiles derivados del petróleo?**
 a) Generan gran contaminación ambiental, se debería utilizar energías alternativas (Energía eléctrica).
 b) Se deberían seguir utilizando.
 c) Otro. Describa: _____

- 20. Si el gobierno promoviera facilidades de financiamiento y ofreciera beneficios tales como:**
 - Peajes libres.
 - Parqueaderos gratuitos.
 - Reducción del valor de la matrícula.
 - Descuentos en la tarifa eléctrica.

¿Reemplazaría usted su vehículo actual por un vehículo eléctrico?

- a) Si.
 b) No.

- 21. ¿Estaría de acuerdo con que se introdujeran vehículos eléctricos en el mercado automotriz de la ciudad de Ibarra?**
 a) Si. ¿Por qué? _____
 b) No.

Oficio presentado a Emelnorte S.A.

Ibarra, 5 de Noviembre 2014

Eco. Marcelo Moreno

PRESIDENTE EJECUTIVO DE EMELNORTE

Yo Cristhian Fernando Bolaños Portilla portador de la cedula de identidad # 040161371-6 de nacionalidad Ecuatoriana me permito dirigirme hacia usted con la finalidad de pedirle de la manera más comedida se digne en facilitarme las curvas de oferta y demanda de energía eléctrica de los años 2012/2013/2014 tanto diarias, semanales, mensuales y anuales de los sectores residenciales, industriales y comerciales, información que será utilizada para la sustentación de mi tesis de grado que corresponde al tema de "ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACION DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN LA CIUDAD DE IBARRA" de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte.

De ante mano reitero mi agradecimiento por la favorable respuesta.



Cristhian Bolaños

Estudiante de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz

Oficio presentado al Ilustre Municipio de la Ciudad de Ibarra.

Ibarra, 12 de Enero del 2015

Ingeniero.

Álvaro Castillo

ALCALDE DEL ILUSTRE MUNICIPIO DE SAN MIGUEL DE IBARRA

Yo Cristhian Fernando Bolaños Portilla portador de la cédula de identidad # 040161371-6 de nacionalidad Ecuatoriana me permito dirigirme hacia usted con la finalidad de pedirle de la manera más comedida se digne en facilitarme la siguiente información:

- La cantidad total de los vehículos livianos matriculados en la ciudad de Ibarra según su último registro (en donde se detalle la cantidad exacta de automóviles y camionetas respectivamente).

La información será utilizada para la sustentación de mi tesis de grado que corresponde al tema de "ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN LA CIUDAD DE IBARRA" de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte.

De ante mano reitero mi agradecimiento por la favorable respuesta.



Cristhian Bolaños

Estudiante de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz

Fotografías de la realización de la encuesta.

Parqueadero del Gran Akí



Parqueadero de los comedores en Yahuarcocha



Alrededores del Parque Céntrica Bulevar



Referencias bibliográficas.

- ✚ Albendea D. (2011). *Estrategias de control para la integración de vehículos eléctricos en la red de distribución*. Leganés - España.
- ✚ Arauz M. (1967). *Red de distribución eléctrica para la ciudad de Ibarra*. Ecuador.
- ✚ Bianchi E. (2010). *Elementos de electroquímica: Electrólisis y acumuladores reversibles*. Chile.
- ✚ Castaneda V. (2005). *Auto reciclado con tracción eléctrica*. Chile.
- ✚ Ceña A. (2009). *El coche eléctrico: el futuro del transporte, la energía y el medio ambiente*. España.
- ✚ Chamorro J. (2011). *Auditoría eléctrica en Editorial Ecuador*. Ecuador.
- ✚ CONELEC. (2005). *Fundamentación teórica sostenibilidad energética, estado actual y tendencias en el Ecuador*. Ecuador.
- ✚ CONELEC. (2009). *Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 2009 – 2020 (Demanda eléctrica)*. Ecuador.
- ✚ EMELNORTE. (2006). *El sistema eléctrico de EMELNORTE S.A.* Ecuador.
- ✚ Endesa. (2012). *El uso de la electricidad*. España.
- ✚ FITSA, IDEA. (2008). *Nuevos combustibles y tecnologías de propulsión: Situación y perspectivas para automoción*. Sedán oficina de imaginación. Madrid, España.
- ✚ Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. (2007). *Guía del vehículo eléctrico*. España.
- ✚ Guerrero V. (2012). *Estudio sobre los gestores de cargas para vehículos eléctricos*. Leganés (España).
- ✚ Guzman R. (1993). *Sistemas Scada en distribución de energía eléctrica*. Ecuador.
- ✚ I.D.A.E. (2012). *El vehículo eléctrico para flotas*. España. Clem.
- ✚ I.D.A.E. (2012). *Mapa tecnológico de la movilidad eléctrica*. España.
- ✚ I.N.E.C. (2010). *Fascículo provincial Imbabura*. Ecuador.

- ✚ Larminie J. (2003). *Electric vehicle technology explained*. EE.UU.
- ✚ López J. (2007). *El medio ambiente y el automóvil*. Editoriales Dossat. España.
- ✚ Rega P. (2011). *Motores eléctricos*. Santa Fé – Argentina.
- ✚ Rodríguez J. & Lafoz M. (2013). *La tecnología de los motores eléctricos en vehículos*. España.