

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA**



**“Efecto de la implementación de la electro movilidad en la reducción de
GEI y en la planilla energética siderúrgica, Chimbote-Perú”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN ENERGÍA**

AUTOR:

Bach. Real Nuñuvero, Angie Zuleima

ASESOR:

Mg. Rojas Flores, Amancio

Código ORCID: 0000-0003-4897-7585

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

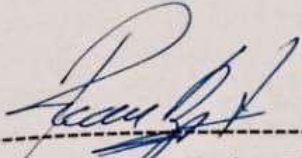
CONFORMIDAD DEL ASESOR

La presente Tesis ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando en cuadrado dentro de las áreas y líneas de investigación conforme al reglamento general para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa de acuerdo a la denominación siguiente:

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN
ENERGÍA**

**“EFECTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ELECTRO MOVILIDAD EN LA
REDUCCIÓN DE GEI Y EN LA PLANILLA ENERGÉTICA SIDERÚRGICA, CHIMBOTE-
PERÚ”**

AUTOR : Bach. Angie Zuleima Real Nuñuvero



Mg. Amancio Rojas Flores

Asesor

DNI: 32806031

Código ORCID: 0000-0003-4897-7585

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

El presente Jurado Evaluador da la conformidad del presente informe, desarrollado en cumplimiento del objetivo propuesto y presentado con forme al Reglamento General para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, titulado:

**“EFECTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ELECTRO MOVILIDAD EN LA
REDUCCIÓN DE GEI Y EN LA PLANILLA ENERGÉTICA SIDERÚRGICA, CHIMBOTE-
PERÚ”**

AUTOR:

Bach. Angie Zuleima Real Nuñuvero

Revisado y evaluado por el siguiente Jurado Evaluador:

Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo

PRESIDENTE

DNI: 17890841

CÓD. ORCID: 0000-0001-7514-9908

M.Sc. Hugo Rolando Calderón Torres

SECRETARIO

DNI: 32913914

CÓD. ORCID: 0000-0002-0210-5565

Mg. Amancio Ramiro Rojas Flores

INTEGRANTE

DNI: 32806031

CÓD. ORCID: 0000-0003-4897-7585



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 10:00 a.m., del día miércoles 23 del mes de julio del año dos mil veinticinco, en el Aula E-4 de la Escuela Profesional de Ingeniería en Energía, en cumplimiento al Art. 68 del Reglamento General de Grados y Títulos, aprobado con Resolución N°337-2024-CU-R-UNS de fecha 12.04.24, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante **Resolución N° 304-2025-UNS-CFI** de fecha 19.06.2025., integrado por los siguientes docentes:

- Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo : Presidente
- M.Sc. Hugo Rolando Calderón Torres : Secretario
- Mg. Amancio Ramiro Rojas Flores : Integrante
- Mg. Carlos Macedonio Montañez Montenegro : Accesitario

Y según la **Resolución Decanal N°472-2025-UNS-FI de fecha 17.07.2025**, se **DECLARA EXPEDITO** a la bachiller para dar inicio a la sustentación y evaluación de Tesis, titulada: **"EFECTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ELECTRO MOVILIDAD EN LA REDUCCIÓN DE GEI Y EN LA PLANILLA ENERGÉTICA SIDERÚRGICA, CHIMBOTE - PERÚ"**, perteneciente a la bachiller: **REAL NUÑUVERO ANGIE ZULEIMA**, código de matrícula N° **0201611008**, teniendo como asesor al docente **Mg. Amancio Ramiro Rojas Flores**, según Resolución Decanal N° 169-2024-UNS-FI de fecha 10.04.2024.

Terminada la sustentación del bachiller, respondió las preguntas formuladas por los miembros del jurado y el público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, en concordancia con el artículo 73° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, declara:

BACHILLER	PROMEDIO	PONDERACIÓN
REAL NUÑUVERO ANGIE ZULEIMA	19.0	Excelente

Siendo las 11:00 a.m. del mismo día, se da por terminado el acto de sustentación, firmando los integrantes del jurado en señal de conformidad.


Dr. Gualberto Antenor Mariños Castillo
PRESIDENTE


M.Sc. Hugo Rolando Calderón Torres
SECRETARIO


Mg. Amancio Ramiro Rojas Flores
INTEGRANTE



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Angie Real Nuñuvero
Título del ejercicio: Tesis1
Título de la entrega: TESIS- REAL NUÑUVERO ANGIE.docx
Nombre del archivo: TESIS-_REAL_NUÑUVERO_ANGIE.docx
Tamaño del archivo: 7.16M
Total páginas: 79
Total de palabras: 12,796
Total de caracteres: 75,705
Fecha de entrega: 19-sept-2025 08:40a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2755674756

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



"Efecto de la implementación de la electro movilidad en la reducción de GEI y
en la planilla energética siderúrgica, Chimbote-Perú"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN ENERGÍA

AUTOR:

Bach. Angie Zuleima Real Nuñuvero

ASESOR:

Mg. Amancio Rojas Flores
Código ORCID: 0000-0003-4897-7585

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ
2025

TESIS- REAL NUÑUVERO ANGIE.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

11%	10%	3%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe	3%
	Fuente de Internet	
2	estudiosdetransporte.org	1%
	Fuente de Internet	
3	Submitted to ITESM: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	1%
	Trabajo del estudiante	
4	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	
5	repositorio.lamolina.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
6	repositorio.udd.cl	<1%
	Fuente de Internet	
7	es.readkong.com	<1%
	Fuente de Internet	
8	docplayer.es	<1%
	Fuente de Internet	
9	termica.uc3m.es	<1%
	Fuente de Internet	
10	dspace.uazuay.edu.ec	<1%
	Fuente de Internet	
11	vdocuments.site	<1%
	Fuente de Internet	
12	Submitted to Universidad Europea de Madrid	<1%
	Trabajo del estudiante	

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis tíos Feliciano Real y Raúl Gómez, porque sin su apoyo nada de esto hubiera sido posible. A mi madre, Vilma por ser mi ejemplo de fortaleza, a mis hermanos que siempre me acompañan y a mi padre Eber en cielo.

Angie Real N.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por ser mi guía y fuente de inspiración para lograr mis metas. Extiendo un agradecimiento especial a mi asesor, Mg. Amancio Rojas, por acompañarme y guiarme a lo largo de este proceso, su conocimiento y compromiso fueron clave para realizar este proyecto de investigación.

Agradecer a mi familia por su apoyo constante, su comprensión y confianza a lo largo de estos años. A Steven, por su compañía incondicional, a Gia y Flor.

Agradecer también a la Universidad Nacional Del Santa, mi alma mater, por brindarme la formación y conocimientos necesarios. Ala escuela de Ingeniería en Energía, así como a los docentes, cuyo apoyo fue fundamental para mi formación académica.

Angie Real N.

Índice general

Índice	iii
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCION	1
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2. ENUNCIADO DEL PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. FORMULACION DE LA HIPOTESIS.....	3
1.5. JUSTIFICACIÓN.....	4
II. MARCO TEORICO	6
2.1. ANTECEDENTES.....	6
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	12
2.2.1. Buses convencionales.....	12
2.2.2. Motor de combustión interna.....	12
2.2.3. Electromovilidad	14
2.2.4. Tipos de buses eléctricos.....	15
2.2.5. Principales componentes de los buses eléctricos.....	19
2.2.6. Métodos de recarga de buses eléctricos	21
2.2.7. Infraestructura de recarga para los buses eléctricos.....	24
2.2.8. Comparación entre motores eléctricos y diésel	25
2.2.9. Gases de efecto invernadero-GEI	26
2.2.10. Plantas siderúrgicas	28
2.2.11. Planilla energética	29
III. METODOLOGIA.....	30
3.1. Método de investigación	30
3.2. Diseño	31
3.3. Población y muestra.....	31
3.4. Variables	32
3.5. Técnicas e instrumentos para recolección de datos.....	32
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de los resultados	33

3.7.	Procedimiento de la investigación	34
3.8.	Límites de la investigación	35
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1.	Análisis del parque automotor de planta siderúrgica en Chimbote.....	36
4.2.	Análisis de consumo de combustible por turno.....	36
4.3.	Análisis de los buses eléctricos propuestos	37
4.4.	Análisis de buses pertenecientes al servicio del turno administrativo.....	38
4.5.	Análisis de buses pertenecientes al servicio de turno rotativo	40
4.6.	Análisis de buses pertenecientes al servicio interno.....	43
4.7.	Determinación del ahorro de combustible	45
4.8.	Estimación del incremento de la demanda de energía eléctrica	46
4.9.	Cálculo de emisión de GEI (gases de efecto invernadero).....	47
4.10.	Condiciones necesarias para la implementación de puntos de carga	48
4.11.	Cálculo del tiempo de retorno de la inversión.....	52
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
5.1.	CONCLUSIONES	54
5.2.	RECOMENDACIONES	55
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	56
VII.	ANEXOS.....	63

Índice de figuras

Figura 1 <i>Vehículo eléctrico a batería (BEV)</i>	16
Figura 2 <i>Vehículo eléctrico híbrido (HEV)</i>	17
Figura 3 <i>Vehículo eléctrico híbrido enchufable (PHEV)</i>	18
Figura 4 <i>Vehículo eléctrico de celdas de combustible (FCEV)</i>	19
Figura 5 <i>Kilómetros recorridos por bus, según turno</i>	36
Figura 6 <i>Curva de ahorro económico por tipo de bus empleado para el turno administrativo</i>	40
Figura 7 <i>Curva de ahorro en combustible por tipo de bus empleado para el turno rotativo</i>	42
Figura 8 <i>Curva de ahorro en combustible por tipo de bus empleado para el servicio interno</i>	44
Figura 9 <i>Comparación de consumo anual de combustible proyectado sin electromovilidad y con electromovilidad</i>	45
Figura 10 <i>Comparación de consumo anual de energía eléctrica proyectado sin electromovilidad y con electromovilidad</i>	46
Figura 11 <i>Comparación de emisión anual de tCO₂ por consumo de combustible proyectado sin electromovilidad y con electromovilidad</i>	48
Figura 12 <i>Área disponible para la implementación de puntos de carga para buses eléctricos en la planta siderúrgica de Chimbote</i>	49
Figura 13 <i>Diseño frontal de estaciones de carga para buses eléctricos en la planta siderúrgica de Chimbote</i>	52

Índice de tablas

Tabla 1 Consumo actual de combustible Diésel por tipo de servicio.....	37
Tabla 2 Consumo de energía eléctrica para el bus eléctrico modelo Foton BJ681 6EV	37
Tabla 3 Consumo de energía para el bus eléctrico modelo HT6117EVGA.....	38
Tabla 4 Consumo de energía eléctrica por ruta para el turno administrativo	38
Tabla 5 Consumo de combustible Diésel de forma descendiente para el turno administrativo.....	39
Tabla 6 Ahorro total en el pago de combustible, dependiendo la conjugación de buses empleados para el turno administrativo	39
Tabla 7 Consumo de energía eléctrica por ruta para el turno rotativo.....	40
Tabla 8 Consumo de combustible Diésel de forma descendiente para el turno rotativo	41
Tabla 9 Ahorro total en el pago de combustible, dependiendo la conjugación de buses empleados para el turno rotativo.....	41
Tabla 10 Consumo de energía por ruta del servicio interno.....	43
Tabla 11 Consumo de combustible Diésel de forma descendiente para el servicio interno	43
Tabla 12 Ahorro total en el pago de combustible, dependiendo la conjugación de buses empleados para el servicio interno	44
Tabla 13 Emisiones de tCO ₂ e totales para los 3 turnos, en condiciones actuales, empleando combustible Diésel	47
Tabla 14 Emisiones de tCO ₂ e totales para los 3 turnos, empleando buses eléctricos – sistema a baterías	47
Tabla 15 Tiempo de carga de los buses eléctricos para el turno Administrativo.....	50
Tabla 16 Tiempo de carga de los buses eléctricos para el turno rotativo	50
Tabla 17 Tiempo de carga de los buses eléctricos para el servicio interno	51
Tabla 18 Tiempo total de carga por punto para la flota de buses eléctricos de los 3 turnos	51
Tabla 19 Cuadro de inversión inicial total.....	52
Tabla 20 Tiempo de retorno de la inversión en base a la inversión inicial total y el ahorro anual	53

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar el efecto de la implementación de la electromovilidad en la reducción de GEI (gases de efecto invernadero) y en la planilla energética siderúrgica de Chimbote, es del tipo descriptiva, deductiva, correlacional y cuantitativa, con diseño pre experimental. Se realiza una estimación del ahorro de energía primario, la demanda de energía eléctrica, la reducción de emisiones y las condiciones necesarias para la implementación de buses eléctricos. Determinando que con la implementación de 18 buses eléctricos con tecnología BEV, se genera un ahorro de energía primaria de 62,395.79 galones de diésel lo que representa el 27% del total actual. Por otro lado, el incremento de la demanda de energía eléctrica es el 0.16%. Finalmente se obtiene una reducción de GEI del 27% lo que es 637.8 tCO₂e para la planta siderúrgica de Chimbote. Así mismo se establece que se deberán instalar 3 estaciones de carga para satisfacer la demanda de los buses eléctricos. Al implementar la electromovilidad se estima un retorno de la inversión total en 11.1 años. Lo que se considera aceptable debido a que se trata de un proyecto de índole medioambiental.

PALABRAS CLAVE: electromovilidad, GEI, planilla energética siderúrgica.

ABSTRACT

This research aims to determine the effect of the implementation of electromobility on the reduction of GHG (greenhouse gases) and on the energy bill of the Chimbote steel plant. It is descriptive, deductive, correlational, and quantitative, with a pre-experimental design. An estimate of primary energy savings, electricity demand, emissions reduction, and the necessary conditions for the implementation of electric buses is made. It is determined that with the implementation of 18 electric buses with BEV technology, a primary energy saving of 62,395.79 gallons of diesel is generated, which represents 27% of the current total. On the other hand, the increase in electricity demand is 0.16%. Finally, a GHG reduction of 27% is obtained, which is 637.8 tCO₂e for the Chimbote steel plant. It is also established that 3 charging stations must be installed to meet the demand of the electric buses. The total return on investment for implementing electromobility is estimated at 11.1 years, which is considered acceptable given the environmental impact of this project.

KEY WORDS: electromobility, GHG, steel energy plan.

I. INTRODUCCION

1.1.REALIDAD PROBLEMÁTICA

Desde el nacimiento del automóvil en el año 1886 hasta la actualidad, hemos observado cambios significativos en el tipo de tecnologías empleadas para su funcionamiento. De la mano de estos avances tecnológicos han surgido necesidades reflejadas en el diseño de los vehículos, creándose en el año 1895 el primer autobús en el mundo con espacio para 8 personas.

Con el paso de los años se han hecho cambios en el modo de alimentación y funcionamiento de los motores, predominando por mucho tiempo y hasta la actualidad los motores de combustión interna los cuales emplean combustible para el arranque del motor. En los últimos años se han optado medidas para la reducción de consumo buscando nuevos combustibles, es así como en 1934 se introduce al mercado el GLP como una nueva alternativa. Creciendo exponencialmente el consumo de este.

El sector transporte ha pasado por varios tropiezos en la búsqueda de combustibles económicos y rentables. Sin embargo, en las últimas décadas, conscientes de los problemas de cambio climático que el mundo viene afrontando. Se han realizado avances en la tecnología empleada por los vehículos, logrando introducir nuevas propuestas que tienen como principal objetivo cambiar la matriz del sector transporte enfocada a la disminución de emisiones generadas, ya que actualmente este sector es el segundo mayor generador de CO₂ a nivel mundial.

En el Perú, la ATU 2023 (Autoridad de transporte Urbano de Lima y Callao) indica que el parque automotor causa el 58% de la contaminación del aire. Indicando también que un alto

porcentaje de vehículos entre taxis y buses tiene más de 15 años de antigüedad lo que genera mayores emisiones debido a la tecnología antigua que estos emplean.

Según AAP (Asociación Automotriz Del Perú) indica que en el último año a disminuido en un 7.7% la adquisición de buses y minibuses a nivel nacional, por otro lado, la compra de vehículos electrificados ha tenido un incremento de 67.3% (AAP,2023). Mientras que otros países en Latinoamérica cuentan con más de 100 unidades de buses eléctricos en el Perú solo existen 4 en circulación y 13 que brindan servicios a empresas privadas para el transporte de personal.

Conscientes de la realidad ambiental por la que atraviesa el Perú y el mundo en general, surge la necesidad de buscar nuevas alternativas para contribuir de manera activa en la reducción de emisión de gases de efecto invernadero. Para lo cual se debe aprovechar al máximo el potencial de fuentes renovables con la que cuenta el país, tales como la potencia solar y eólica. Y de igual manera adoptar tecnologías que en otros países vecinos se viene empleando, como la electromovilidad.

Partiendo de un punto local, en Chimbote, las principales fuentes de empleo son la pesca y la siderurgia, estas empresas cuentan con una flota de vehículos medianos, buses y minibuses para el traslado de su personal. Por lo que se plantea una iniciativa de cambio en el concepto del transporte que respalde su compromiso con el medio ambiente, debiendo integrar nuevas tecnologías que contribuyan a la reducción de emisiones gases de efecto invernadero. Siendo la implementación de la electromovilidad un posible cambio que contribuya a este fin.

1.2. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, se plantea el siguiente enunciado del problema:

¿Qué efecto tendrá la implementación de la electro movilidad en la reducción de GEI y en la planilla energética siderúrgica en Chimbote?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Diagnosticar los efectos de la implementación de la electro movilidad en la reducción de GEI y en la panilla energética siderúrgica en Chimbote.

1.3.2. Objetivos específicos

- Tasar el ahorro de energía primaria debido a la sustitución de buses convencionales por buses eléctricos en planta siderúrgica, Chimbote- Perú.
- Estimar el incremento de la demanda de energía eléctrica en la planilla energética siderúrgica.
- Valorar la reducción de GEI obtenidos del reemplazo de buses convencionales por buses eléctricos de la planta siderúrgica.
- Determinar las óptimas condiciones para la implementación de buses eléctricos en la planta siderúrgica de Chimbote para el transporte interno y externo del personal.

1.4. FORMULACION DE LA HIPOTESIS

La implementación de la electromovilidad en la planta siderúrgica de Chimbote, producirá una reducción del 20% la emisión de GEI generados por Diésel y aumentará el consumo de energía eléctrica en menos del 1% en la planilla energética siderúrgica de Chimbote.

1.5.JUSTIFICACIÓN

La investigación se justifica debido a la actual preocupación sobre el alarmante avance del cambio climático, se están tomando medidas orientadas a diversos sectores a nivel global promoviendo la eficiencia energética y el cuidado del medio ambiente. Según el Foro Económico Mundial (2024) Suecia, Dinamarca, Finlandia y Siza, lideran el índice de transición energética a nivel mundial. Dentro de las nuevas tecnologías adoptadas en el mundo, la electromovilidad representa la oportunidad de un futuro sostenible, pues presentan una mayor eficiencia y aportan a la reducción de emisiones y ruido local, ya que el sector transporte es uno de los principales emisores de gases de efecto,

Perú ha comenzado a desarrollar políticas orientadas al ahorro energético y a fomentar la electromovilidad como una estrategia clave para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. La Ley N.º 27345 establece el marco normativo para promover el uso eficiente de la energía en sectores productivos, de servicios y domésticos (Congreso de la República del Perú, 2022). En cuanto a la electromovilidad, el país ha implementado beneficios como la exoneración del Impuesto Selectivo al Consumo (ISC) y la posibilidad de aplicar una depreciación acelerada del 50 % para vehículos eléctricos e híbridos adquiridos en 2023 y 2024 (Gobierno Digital del Perú, 2023). Asimismo, el Plan Nacional de Electromovilidad plantea una hoja de ruta con incentivos regulatorios y económicos, además de la creación de una comisión técnica multisectorial encargada de su implementación (Ministerio del Ambiente, 2023). A pesar de estos avances, aún se requiere consolidar una legislación específica y expandir la infraestructura de carga, pues solo se han instalado poco más de 40 estaciones a nivel nacional (Mobility Portal, 2023).

Actualmente la única siderúrgica en la ciudad de Chimbote en busca de la certificación como empresa sostenible, tiene en la implementación de la electromovilidad una oportunidad para lograr un avance hacia este fin. Sin embargo, se deben tener en cuenta la realidad local respecto al desarrollo de esta tecnología ya que esta implementación viene acompañada de diversos factores como la demanda de energía que generará en la planilla energética siderúrgica y las condiciones necesarias para la implementación de la estación de carga.

El trabajo es de relevante importancia debido a que, en Perú, con la inauguración del puerto chancay, se ha abierto una puerta estratégica para la entrada masiva de vehículos eléctricos, lo que acelera el proceso de transición hacia un transporte más limpio. Sin embargo, esto también expone ciertas brechas estructurales; si bien ahora existe una vía más eficiente para importar estos vehículos, aun falta una red robusta de infraestructura para soportarlos, como estaciones de carga suficientes, una adecuada gestión de la demanda de energía y políticas públicas que acompañen esta transformación. Por ello más allá de facilitar la importación, el puerto chancay representa un reto: lograr que esta tecnología se inserte en un sistema preparado para recibirla y aprovecharla.

II. MARCO TEORICO

2.1.ANTECEDENTES

Barra, J. (2020), en su investigación titulada “Estrategia Nacional De Electromovilidad En El Sector Transporte En Chile” se basa en hacer de la promoción de los vehículos eléctricos una prioridad urgente de política pública, esto, para reducir los impactos del cambio climático provocado por el mal uso de los combustibles fósiles, afectando directamente la salud de las personas más vulnerables a las enfermedades respiratorias agudas. En este sentido, se espera que la promoción de vehículos eléctricos en el transporte reduzca los niveles de contaminación y limite el cambio climático. El propósito de este estudio es utilizar un enfoque cualitativo para analizar los posibles impactos sociales y ambientales de la Estrategia Nacional de Vehículos Eléctricos sobre su uso en el sector transporte chileno, identificando las principales barreras como: el valor de los coches eléctricos, la baja autonomía de las baterías, la falta de estaciones de carga y la falta de información, pero señalan que las cuestiones medioambientales son una situación grave que debe abordarse.

Jandásek et al (2022), presentaron su artículo de investigación titulado “Smart Grid And Electromovility” el cual trata sobre las tecnologías Smart Grid y sus aplicaciones en la electromovilidad. Se detalla la principal necesidad para el establecimiento de estas tecnologías y describe de forma general el Smart Grid con sus ventajas y desventajas. Se mencionan los proyectos piloto en la Unión Europea y la estrategia planificada en República Checa. Así mismo se presenta el sistema de control de ondas que permiten controlar la estabilidad de la red eléctrica. Una tecnología muy prometedora e importante en términos de vehículos eléctricos conectados a Smart Grid es el Vehicle-to everything (V2X), que se analiza con la

información básica como principios, ventajas y desventajas. Posteriormente, se describe la aplicación de V2X para demostrar una utilización real de esta tecnología.

Navarrete, R. (2022) en investigación sobre “análisis de la evolución, situación actual y perspectivas para dinamizar la comercialización del vehículo eléctrico en el Ecuador, periodo 2018-2020” elabora un análisis de la situación actual y evolución así como las perspectivas de la comercialización de vehículos eléctricos en el Ecuador, utiliza como principal fuente de datos las encuestas realizadas a través de muestras poblacionales segmentadas, y se incluyen entrevistas ya existentes sobre electromovilidad como complemento, lo que permitió comprender las preferencias de los potenciales consumidores de los vehículos antes mencionados, así como su posible dinamismo y dinámica de comercialización en el país, recalcando sus aspectos positivos (oportunidades) y negativos (amenazas).

Basso et al (2024) en su artículo de investigación titulado “The Impact Of Electromobility In Public Transport: An Estimation Of Energy Consumption Using Disaggregated Data In Santiago, Chile” tiene como objetivo principal promover la reducción de la contaminación ambiental. Este artículo estima el consumo de energía de todos los buses eléctricos que circulan en la ciudad de Santiago, Chile, durante el período estudiado utilizando datos GPS completamente desagregados y mediciones empíricas en algunos buses eléctricos sensorizados. La metodología considera una fase de selección de características y el desarrollo de modelos de predicción del consumo de energía utilizando enfoques basados en la física y el aprendizaje automático. Se comparan las prestaciones de ambos modelos entre sí y luego se utiliza el mejor para medir el impacto de la electromovilidad en la ciudad. Este análisis permite tomar decisiones que orienten la inversión determinando los autobuses con mayores ahorros de consumo de energía frente a restricciones presupuestarias.

Eirin, M., et al. (2022) en su investigación titulada “Estudio sobre políticas energéticas para la promoción de las energías renovables en apoyo a la electromovilidad”. Identifica políticas y mecanismos para incrementar la participación de energías renovables en la red, con base en información proporcionada por organizaciones especializadas y publicaciones académicas, así como otras fuentes de información. El objetivo principal es identificar las condiciones que mejorarán la configuración del sector eléctrico para que pueda aprovechar la energía renovable para hacer frente a las eventuales necesidades energéticas que surgirán del aumento esperado de las flotas de vehículos eléctricos. En este sentido, se espera que las ventas totales de vehículos eléctricos crezcan un 70% para 2040, creando una clara demanda de sistemas eléctricos en todo el mundo. Por lo tanto, las demandas futuras requieren no sólo una mayor renovabilidad de las redes regionales, sino también más energías renovables para lo que se incluyen mecanismos, instrumentos y tecnologías que faciliten una penetración más activa de las fuentes renovables, lo que se traduce a serios desafíos desde la perspectiva de la operación del sistema eléctrico. Por lo tanto, el documento también se centra en identificar políticas que hayan abordado con éxito los desafíos técnicos y operativos de la infraestructura eléctrica.

Saka, F., Tamblay, S. y Gsehwenner, A. (2021), en su artículo de la revista Estudios de Transporte titulado “Electromovilidad En El Transporte Público: La Experiencia De Santiago De Chile” donde describe el avance masivo en la incorporación de buses eléctricos, así mismo detalla que gracias a las menores emisiones de contaminantes y ruido, los usuarios consideran los buses eléctricos como un nuevo estándar de calidad. se relata que próximamente se asentará este cambio, formalizándose en los procesos de licitación de suministro y operación de buses en Santiago. Se espera también avanzar en otras ciudades de Chile con este nuevo estándar. Finalmente, abren interesantes interrogantes para el futuro, tanto en relación con

otras tecnologías limpias como a la profundización de la comprensión y análisis de las nuevas tecnologías implementadas. En los últimos años de la década 2010-2020 Santiago incorporó masivamente buses eléctricos y buses Euro VI, todos ellos con un nuevo estándar de diseño: aire acondicionado, asientos más cómodos, cargadores USB y WiFi, entre otros atributos de calidad para los usuarios. Este artículo presenta este avance y discute las lecciones aprendidas, entre las que destacan la importancia de las fases de pilotaje, de generar alianzas público-privadas adecuadas y modelos de negocio apropiados. La incorporación de estos nuevos buses no solo ha tenido un impacto positivo para la comunidad, en general gracias a las menores emisiones de contaminantes y ruido, sino que también ha sido bien evaluado por los usuarios, quienes han valorado los servicios con nuevo estándar de bus con una nota aproximadamente un punto mayor que cuando tenían buses del estándar anterior.

Villanueva, N. (2022), en “Análisis de oportunidad para la introducción de la electromovilidad en el transporte público, en el marco del triple valor, en lima metropolitana para el periodo 220-2030” desarrolla un comparativo entre buses convencionales, a gas, diésel, para conocer la forma en el que se desarrollan en la ciudad de Lima. De igual manera analiza el contexto actual para la introducción de la electromovilidad y las futuras oportunidades de inversión en el sector transporte, donde los componentes involucrados, a través de una visión sistémica, interactúen con otros sectores de interés. Así mismo se centra plantear nuevas propuestas de soluciones para el sector transporte (publico), se analizan los buses anteriormente señalados comprendidos en tres ejes: ambiental, social y económico. El principal objetivo fue analizar las variables que están directamente comprometidas para que exista la implementación de nuevas tecnologías. Se determino, finalmente, que los buses eléctricos son una alternativa con indicadores favorables y con el menor impacto en el medio ambiente. Sin embargo, en

cuestiones financieras tiene una posición menos atractiva respecto a los otros tipos de buses. La inversión con perspectivas hacia tecnologías nuevas debe estar acompañada de mejoras en la normatividad de planes estratégicos.

Carbajal, V. y Acosta, A. (2021) en su trabajo “La electromovilidad y su efecto en el mercado de energía del Perú”. Busca estimar las tecnologías de vehículos eléctricos en Perú y sus principales características tecnológicas, la reducción de costos, el ahorro de energía primaria y la disminución de GEI por la sustitución de movilidad convencional por automóviles eléctricos. Del mismo modo se realiza la estimación del efecto de la demanda y consumo de energía eléctrica del parque automotor eléctrico y su proyección al corto plazo en el SEIN. Obteniendo que la tecnología BEV dio paso al ahorro de energía primaria entre 8,28.6 galones de GLP a 31,304.3 m³ de GNV, lo que se traduce en directamente a un ahorro económico desde 29.1 % con respecto a auto con GNV hasta 66.3 % con respecto a un auto a Gasohol. Por otro lado, se reduce 40.11 tCO₂/año para el servicio particular y de 150.8 tCO₂/año para el servicio público. Por otro lado, el consumo de energía de 172 kW asociada a la recarga representa tan solo el 0.0023 % de la demanda del SEIN.

Koman, G. et al. (2021) en su artículo “Electromobility in the World and in Slovakia” donde aborda las características fundamentales de la electromovilidad, que representa una tendencia importante hoy en día con énfasis en la ecología y la reducción de emisiones. La electromovilidad está presente en todas las formas de transporte, pero la más discutida es su utilización en el transporte por carretera, que produce la mayor cantidad de emisiones de carbono en comparación con otros modos de transporte. Un aspecto clave de la implementación de la electromovilidad es la construcción de estaciones de carga dentro de la infraestructura de la región. La electromovilidad trae varias soluciones innovadoras que

representan un desafío para las entidades comerciales. Este artículo también contiene ejemplos específicos, una breve descripción de la situación en el campo de la electromovilidad en Eslovaquia, así como una descripción del concepto de electromovilidad a partir de la información obtenida y un análisis de fuentes de datos secundarias relacionadas con el tema investigado.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Buses convencionales

Los buses convencionales son vehículos de transporte terrestre que operan principalmente dentro del sistema vial urbano sin requerir infraestructura exclusiva, como carriles segregados o estaciones elevadas. Estos vehículos, en su mayoría propulsados por motores de combustión interna que utilizan diésel, tienen una capacidad aproximada de 70 a 80 pasajeros y cumplen un rol clave tanto en el transporte público como en servicios privados (Universidad Nacional de Cuyo, 2017). Su funcionamiento implica una operación programada en rutas establecidas, con paradas definidas y frecuencias que se adaptan a la demanda urbana, lo que los hace flexibles, pero también vulnerables a la congestión y a la variabilidad del tráfico (JICA, 2005). Además, estos buses requieren sistemas de gestión para el cobro de tarifas, mantenimiento regular y planificación logística, lo que representa un desafío en términos de eficiencia energética y sostenibilidad, especialmente considerando su impacto ambiental por emisiones de gases contaminantes (Changing Transport, 2020).

2.2.2. Motor de combustión interna

Los motores de combustión interna (MCI) funcionan al generar una explosión controlada de una mezcla de aire y combustible en el interior del cilindro, lo que produce una expansión de gases que impulsa un pistón y genera energía mecánica. Según lo explica la Universidad Técnica de Cotopaxi (s.f.), este proceso ocurre en cuatro tiempos: admisión, compresión, combustión y escape.

Existen varias clasificaciones de motores de combustión interna, pero una de las más utilizadas es la que los divide según el ciclo termodinámico y el tipo de combustible empleado.

Uno de los más conocidos es el motor de ciclo Otto, el cual funciona con gasolina. Según Kimerius (s.f.), este tipo de motor opera mediante encendido por chispa, en el cual una bujía genera la chispa que inflama la mezcla de aire y combustible. Su alta eficiencia en vehículos ligeros y facilidad de fabricación lo han convertido en el más común en automóviles particulares. Por otro lado, el motor diésel se caracteriza por funcionar mediante encendido por compresión, es decir, no utiliza bujía, sino que el aire se comprime a tal punto que se eleva su temperatura y, al inyectarse el combustible, este se inflama automáticamente. Ifema Madrid (2021) indica que estos motores, aunque más ruidosos, ofrecen mayor eficiencia térmica y son más duraderos, razón por la cual se emplean ampliamente en transporte pesado, buses y maquinaria industrial. Menos común pero técnicamente interesante es el motor rotativo tipo Wankel, que, en lugar de pistones, utiliza un rotor que gira dentro de una cámara ovalada. Según explica la Universidad Técnica de Cotopaxi (s.f.), su diseño compacto y liviano permite altas revoluciones, aunque presenta desventajas en cuanto a consumo de combustible y emisiones. Finalmente, existen los motores de combustión interna del tipo turbina de gas, que funcionan haciendo pasar aire comprimido por una cámara de combustión donde se mezcla con combustible. La expansión de los gases mueve una turbina conectada al eje de salida. Aunque más usados en aeronaves, algunas variantes industriales también han sido aplicadas a sistemas de generación eléctrica (Kimerius, s.f.).

Ifema Madrid (2021) también señala que, a pesar de sus diferencias estructurales, todos los tipos de MCI comparten el principio de aprovechar la expansión de gases generados por la combustión para producir trabajo mecánico. Este tipo de motores ha sido históricamente el pilar de la industria automotriz y del transporte convencional debido a su eficiencia energética relativa y facilidad de abastecimiento de combustible.

2.2.3. Electromovilidad

De acuerdo a Ramírez (2022), la electromovilidad tiene el fin de cambiar a la sociedad mundial por completo. Se trata de una verdadera alternativa para reducir el cambio climático.

El transporte sustentable se refiere al esfuerzo de encontrar alternativas para minimizar los impactos medioambientales negativos los cuales vienen siendo causados por en el sector transporte, esto debido a que la mayoría de los vehículos funcionan a base de energía proveniente de combustibles fósiles.

Por tanto, un vehículo eléctrico es un modo que permite transportar personas o mercancías que en lugar de un motor de combustión interna utiliza un motor eléctrico alimentado por baterías de almacenamiento que impulsa su movimiento. La sociedad piensa que los coches eléctricos son un hecho reciente, aunque realmente esto es un hecho que lleva mucho tiempo en desarrollo gracias a la investigación y los avances tecnológicos. La electromovilidad es un término que busca describir el uso y desarrollo de vehículos eléctricos; su difusión a nivel mundial se traduce en diversas razones, siendo su principal objetivo una rápida respuesta frente al cambio climático y su relación con la contaminación, tales como eficiencia energética, fomento productivo, investigación y desarrollo, innovación, entre otras (García, 2019).

Los buses eléctricos se refieren al uso de buses que utilizan fuentes de energía alternativas propulsados por uno o más motores eléctricos. No obstante, los vehículos eléctricos son un concepto más amplio que incluye varios tipos: vehículos 100% eléctricos, PHEV, y vehículos de pila de combustible que incluyen vehículos de dos y Vehículos de tres ruedas, turismos, furgonetas comerciales ligeras, autobuses, camiones, entre otros.

La evolución tecnológica de los vehículos eléctricos ha sido espectacular en los últimos años. Ya que se ha permitido la aplicación de los motores de inducción, los cuales eliminan el problema de desgaste de los colectores y escobillas de los primeros motores de corriente continua. Otro punto importante es el control de velocidad en los vehículos eléctricos, el cual a sido sustituido por los rectificadores de silicio y los tiristores, lo cual da paso a un ajuste de velocidad fino y eficaz. De igual manera debido a los microprocesadores se a logrado mejorar el sistema del control de los vehículos eléctricos.

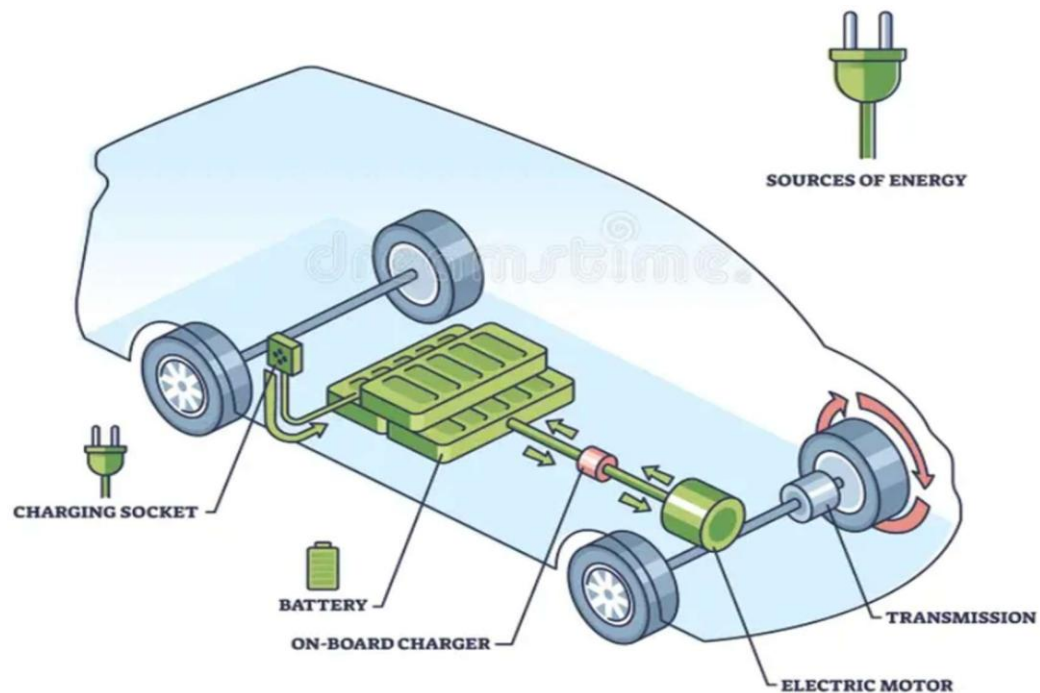
2.2.4. Tipos de buses eléctricos

Los buses eléctricos, al igual que otros vehículos eléctricos, se clasifican principalmente según su tipo de propulsión y fuente de energía. Según la International Energy Agency (IEA, 2023), existen cuatro tipos principales de vehículos eléctricos que actualmente se utilizan en la movilidad urbana y de transporte público.

a) Vehículos Eléctricos de Batería (BEV): Estos vehículos funcionan exclusivamente con energía eléctrica almacenada en baterías recargables, sin incorporar un motor de combustión interna. Según Larminie y Lowry (2003), los BEV utilizan motores eléctricos para la propulsión y se recargan conectándolos a una fuente de energía eléctrica.

Figura 1

Vehículo eléctrico a batería (BEV)

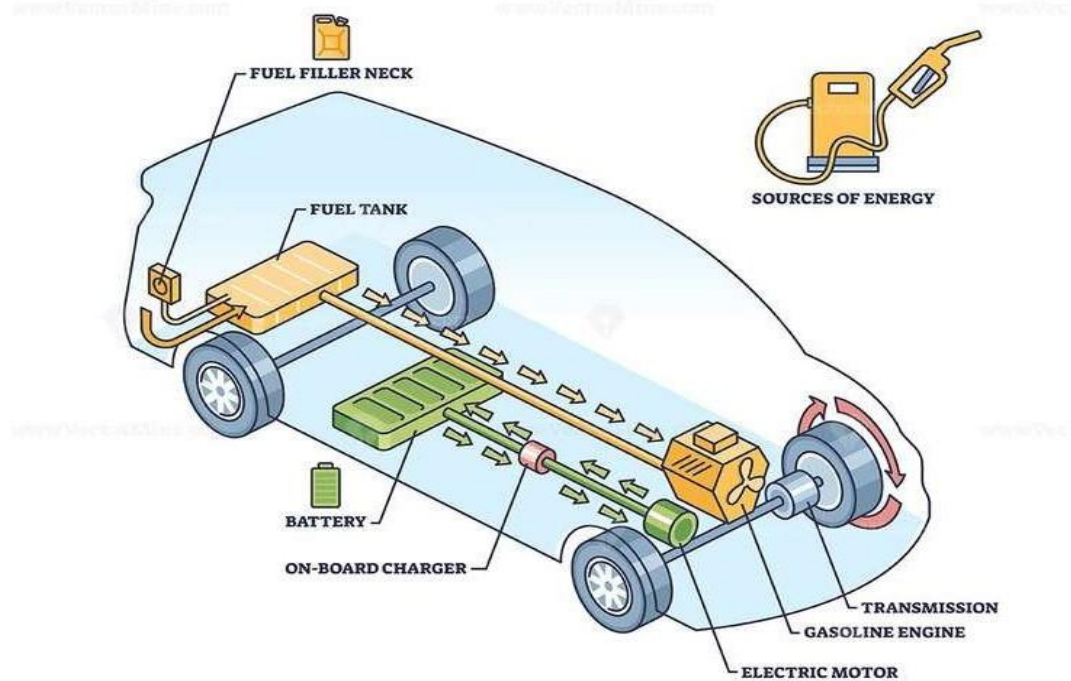


Nota: tomado de Vector Mine (n.d)

- b) Vehículos Eléctricos Híbridos (HEV):** Combinan un motor de combustión interna con uno o más motores eléctricos. La energía eléctrica se genera a bordo y no se puede recargar externamente. Larminie y Lowry (2003) explican que los HEV utilizan la energía del motor de combustión y la frenada regenerativa para cargar la batería, mejorando la eficiencia del combustible en comparación con los vehículos convencionales.

Figura 2

Vehículo eléctrico híbrido (HEV)

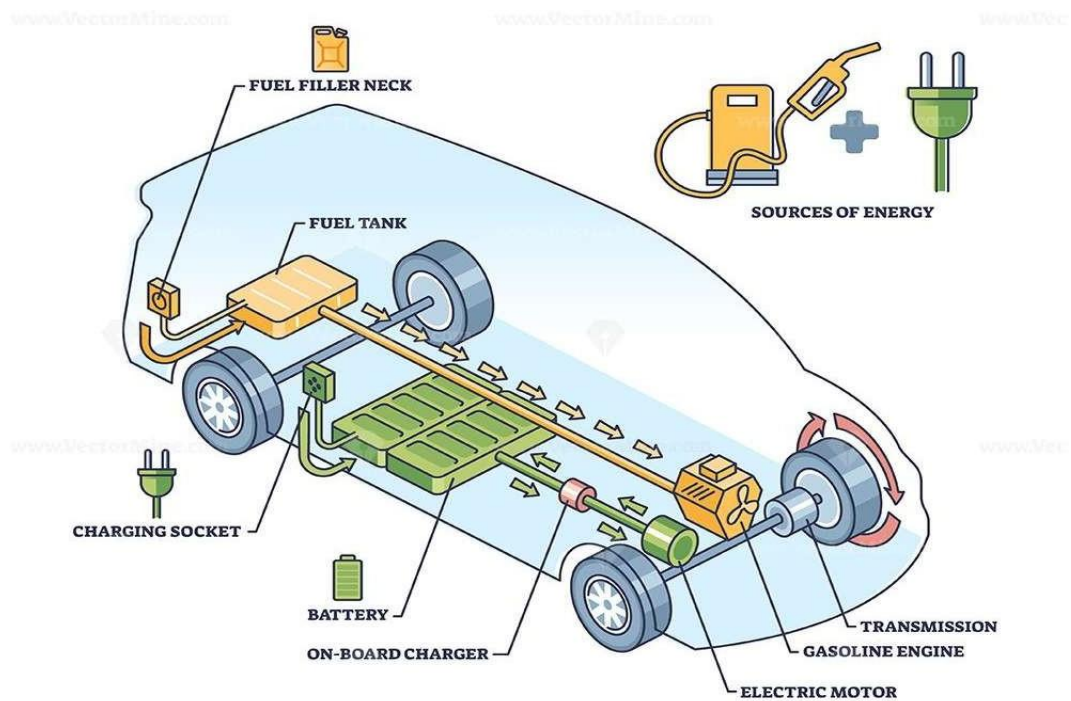


Nota: tomado de Vector Mine (n.d)

- c) **Vehículos Eléctricos Híbridos Enchufables (PHEV):** Similares a los HEV, pero con la capacidad adicional de recargar la batería mediante una fuente externa de electricidad. Esto permite que los PHEV operen en modo totalmente eléctrico durante distancias cortas antes de que el motor de combustión interna entre en funcionamiento. Según Larminie y Lowry (2003), esta configuración ofrece flexibilidad y eficiencia energética.

Figura 3

Vehículo eléctrico híbrido enchufable (PHEV)

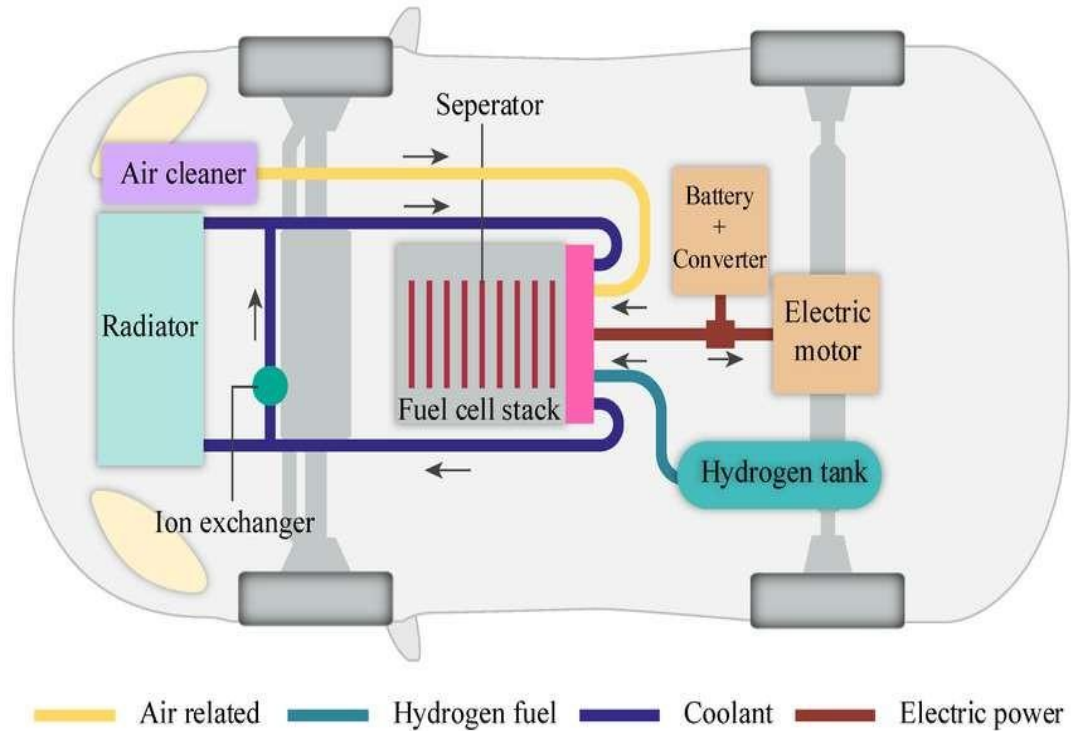


Nota: tomado de Vector Mine (n.d)

- d) Vehículos Eléctricos de Celdas de Combustible (FCEV):** Utilizan hidrógeno como fuente de energía para generar electricidad a través de una celda de combustible, emitiendo solo vapor de agua como subproducto. Larminie y Lowry (2003) señalan que los FCEV ofrecen tiempos de recarga rápidos y una autonomía comparable a la de los vehículos de combustión interna, aunque su infraestructura de recarga aún es limitada.

Figura 4

Vehículo eléctrico de celdas de combustible (FCEV)



Nota: tomado de Alzahrani, A. (2023).

Cada tipo de vehículo eléctrico presenta ventajas y desafíos específicos, y su adopción depende de factores como la infraestructura disponible, las necesidades del usuario y las políticas energéticas locales.

2.2.5. Principales componentes de los buses eléctricos

- a) Batería de tracción:** Según EV Resource, la batería de tracción es el principal componente de almacenamiento de energía en un vehículo eléctrico. Usualmente, se emplean baterías de iones de litio por su alta densidad energética y eficiencia. Estas baterías suministran la energía necesaria para alimentar el motor eléctrico y otros sistemas, además de contar con sistemas de gestión térmica y monitoreo para un funcionamiento seguro y eficiente (EV Resource, s.f.).

- b) Motor eléctrico:** Como indica Exro Technologies, el motor eléctrico convierte la energía eléctrica almacenada en la batería en energía mecánica para mover el vehículo. Existen varios tipos, como motores de inducción y de imanes permanentes, seleccionados en función de la eficiencia, el costo y el rendimiento deseado (Exro Technologies, s.f.).
- c) Inversor:** De acuerdo con Monolithic Power Systems, el inversor transforma la corriente continua (DC) de la batería en corriente alterna (AC) para alimentar el motor. Además, durante el frenado regenerativo, convierte la corriente alterna generada por el motor en corriente continua para recargar la batería (Monolithic Power Systems, s.f.).
- d) Sistema de gestión de batería (BMS):** El sistema de gestión de la batería monitorea parámetros clave como voltaje, temperatura y estado de carga para garantizar seguridad y prolongar la vida útil, evitando condiciones dañinas para la batería, según Panasonic Industry (Panasonic Industry, s.f.).
- e) Sistema de control electrónico:** Exro Technologies señala que el sistema de control electrónico actúa como el cerebro del vehículo, coordinando la entrega de potencia al motor, la regeneración de energía y otras funciones críticas para el desempeño eficiente del vehículo (Exro Technologies, s.f.).
- f) Sistema de carga:** El sistema de carga, según EV Resource, permite recargar la batería desde fuentes externas, pudiendo incluir cargadores a bordo y sistemas de carga rápida, compatibles con distintos estándares y voltajes (EV Resource, s.f.).
- g) Sistema de transmisión:** Aunque menos complejo que en vehículos tradicionales, el sistema de transmisión transfiere la potencia del motor a las ruedas mediante engranajes

reductores y diferenciales para optimizar el rendimiento, de acuerdo con Exro Technologies (Exro Technologies, s.f.).

- h) Sistema de refrigeración:** Los componentes eléctricos generan calor durante su funcionamiento, por lo que un sistema de refrigeración mantiene la temperatura adecuada para preservar la eficiencia y durabilidad, como señala EV Resource (EV Resource, s.f.).
- i) Sistema de freno regenerativo:** El sistema de freno regenerativo recupera parte de la energía cinética durante el frenado, convirtiéndola en energía eléctrica para recargar la batería y mejorar la eficiencia del vehículo, según Wikipedia (Wikipedia, s.f.).
- j) Sistema de control de tracción y estabilidad:** Este sistema electrónico ayuda a mantener la estabilidad y evitar el deslizamiento ajustando la potencia y aplicando frenos selectivamente, como explica Exro Technologies (Exro Technologies, s.f.).

2.2.6. Métodos de recarga de buses eléctricos

Los buses eléctricos pueden recargarse mediante diferentes métodos, que varían en velocidad, potencia y forma de suministro energético. Según la literatura especializada, los principales métodos son:

- a) Recarga lenta o estándar:** Este método utiliza cargadores de baja potencia (generalmente entre 3.3 kW y 22 kW) y se emplea típicamente durante períodos largos, como durante la noche en depósitos de buses. La recarga lenta es ideal para baterías grandes y permite un mantenimiento adecuado de su vida útil (Sánchez et al., 2021).
- b) Recarga rápida:** Utiliza cargadores de alta potencia (hasta 150 kW o más) que permiten cargar la batería en un tiempo relativamente corto, usualmente entre 30 minutos y 2

horas. Este método es útil para flotas que necesitan una alta disponibilidad operativa y menor tiempo de parada (Li et al., 2020).

- c) **Recarga ultrarrápida o carga en oportunidad:** Es un método de carga muy rápida, con potencias superiores a 300 kW, que permite recargar parcialmente la batería durante paradas breves, como en terminales o paradas intermedias. Este sistema suele utilizar conexiones pantográficas (pantógrafos) que conectan el bus a la fuente de energía desde arriba, facilitando la carga sin necesidad de conectar cables manualmente (IEA, 2023).
- d) **Carga inalámbrica (inductiva):** Es una tecnología emergente que permite la recarga sin cables, mediante la transferencia de energía por campos electromagnéticos entre una bobina instalada en el suelo y otra en el vehículo. Aunque aún está en fase de desarrollo y prueba, promete mayor comodidad y reducción de desgaste de conectores (Kumar et al., 2022).

Tipos de cargadores

- Cargadores de CA (corriente alterna): Más comunes para cargas lentas y estándar, son menos costosos, pero requieren más tiempo.
- Cargadores de CC (corriente continua): Utilizados para cargas rápidas y ultrarrápidas, convierten directamente la corriente para la batería, permitiendo mayor velocidad de carga (Sánchez et al., 2021).

Consideraciones adicionales

La elección del método de recarga depende de la ruta, tiempo disponible para recarga, capacidad de la batería y la infraestructura instalada. Los sistemas de carga rápida y ultrarrápida son más caros, pero permiten mayor flexibilidad operativa, mientras que la carga lenta es más económica, pero limita la disponibilidad del bus (IEA, 2023).

Tipos de cargadores

- **Cargador Plug-in (enchufable):** Este es el método más común, donde el bus se conecta manualmente a un cargador mediante un cable y conector. Se utiliza principalmente para cargas lentas o semi-rápidas en depósitos o terminales. Es sencillo y eficiente, aunque requiere intervención manual para conectar y desconectar el cable (Sánchez et al., 2021).
- **Cargador Pantógrafo:** Este sistema utiliza un brazo mecánico (pantógrafo) que se conecta automáticamente desde la parte superior del bus a la estación de carga, permitiendo una carga rápida sin necesidad de manipular cables. Es muy usado en buses eléctricos urbanos con rutas fijas, facilitando la recarga durante paradas cortas en terminales o paradas estratégicas (IEA, 2023).
- **Carga por Inducción (inalámbrica):** Tecnología emergente que permite la transferencia de energía sin cables, mediante campos electromagnéticos entre una bobina instalada en el suelo y otra en el vehículo. Ofrece comodidad y reduce el desgaste de conectores, aunque actualmente está en etapa de desarrollo y pruebas piloto (Kumar et al., 2022).
- **Cargadores de alta potencia en corriente continua (CC):** Aunque es un tipo de cargador eléctrico, su tecnología permite recargas rápidas y ultrarrápidas, que pueden usarse con conectores plug-in o pantógrafos. Su ventaja principal es la reducción significativa del tiempo de carga, crucial para flotas en operación continua (Li et al., 2020).

2.2.7. Infraestructura de recarga para los buses eléctricos

Para implementar una infraestructura de recarga eficiente para buses eléctricos, es necesario considerar diversos requerimientos técnicos, operativos y de seguridad. Según la International Energy Agency (2023), uno de los elementos esenciales es garantizar una potencia eléctrica adecuada, ya que los cargadores de buses eléctricos, sobre todo los de carga rápida, requieren una capacidad instalada elevada, muchas veces superior a 150 kW por unidad. Además, como señala Li et al. (2020), se debe asegurar la compatibilidad entre el tipo de cargador y el bus, lo que implica seleccionar entre sistemas plug-in, pantógrafo o inductivo, en función de la operación. También es indispensable contar con espacios de maniobra y estacionamiento adecuados, permitiendo el acceso y posicionamiento preciso del vehículo durante el proceso de carga. Otro requisito crítico es el sistema de gestión energética, el cual permite monitorear y optimizar la demanda eléctrica, reduciendo picos y mejorando la eficiencia operativa (Sánchez et al., 2021). Finalmente, Kumar et al. (2022) subrayan la importancia de cumplir con normas de seguridad eléctrica, conectividad inteligente, y sistemas de respaldo ante fallos o cortes de energía, especialmente en operaciones continuas o urbanas de alto tráfico.

Puntos de recarga para buses eléctricos en Perú

En la actualidad, el Perú cuenta con aproximadamente 64 estaciones de recarga para vehículos eléctricos, de las cuales 51 son de tipo corriente alterna (AC) y 13 de corriente continua (DC), siendo estas últimas las únicas que permiten una recarga rápida del vehículo (Mobility Portal Latinoamérica, 2024).

La capital, Lima, alberga más del 50% de los cargadores disponibles a nivel nacional, sumando 33 puntos, de los cuales 15 son de acceso público y 18 de uso privado. En contraste, otras ciudades como Cusco, Arequipa y Puno registran menos de 10 estaciones de carga cada una (Mobility Portal Latinoamérica, 2024).

Además, la mayoría de estas instalaciones de carga son privadas, con 40 estaciones, frente a solo 24 de carácter público. Usualmente, estos puntos de recarga se encuentran ubicados en centros comerciales, hoteles o instituciones académicas (Mobility Portal Latinoamérica, 2024).

Respecto a la infraestructura de carga rápida, el país solo dispone de 13 estaciones de este tipo, lo que representa un desafío importante para ampliar el uso de vehículos eléctricos a nivel nacional (Mobility Portal Latinoamérica, 2024).

A pesar de estas limitaciones, el mercado automotriz eléctrico en Perú ha tenido un crecimiento sostenido. Durante el 2024, se registró la venta de 6,602 vehículos electrificados, un incremento del 47.2% en comparación al año anterior (Surtidores LATAM, 2024).

2.2.8. Comparación entre motores eléctricos y diésel.

Eficiencia: Los motores eléctricos destacan por su alta eficiencia, convirtiendo entre el 90% y el 95% de la energía eléctrica en movimiento útil. Esta eficiencia se debe a la menor cantidad de partes móviles y a la reducción de pérdidas por fricción y calor. En contraste, los motores diésel alcanzan una eficiencia máxima de alrededor del 45%, ya que gran parte de la energía del combustible se pierde en forma de calor y fricción interna (Grupo Sia, 2020).

Emisiones de gases contaminantes: Aunque la fabricación de vehículos eléctricos genera aproximadamente un 50% más de emisiones de CO₂ que la de vehículos diésel, debido principalmente a la producción de baterías, este impacto inicial se compensa durante la vida útil del vehículo. En promedio, los vehículos eléctricos emiten menos CO₂ por kilómetro recorrido que los vehículos diésel, especialmente cuando la electricidad proviene de fuentes renovables (Yale Climate Connections, 2024).

Costos operativos y de mantenimiento: Los motores eléctricos suelen tener menores costos operativos y de mantenimiento en comparación con los motores diésel. Esto se debe a que los vehículos eléctricos tienen menos componentes móviles, lo que reduce la necesidad de mantenimiento regular, como cambios de aceite o reemplazo de filtros. Además, el costo de la electricidad por kilómetro recorrido suele ser inferior al del diésel, lo que representa un ahorro significativo a largo plazo (Enel X, 2024).

2.2.9. Gases de efecto invernadero-GEI

Los gases de efecto invernadero (GEI) son componentes atmosféricos, tanto naturales como generados por actividades humanas, que tienen la capacidad de absorber y emitir radiación infrarroja, permitiendo que la Tierra retenga parte del calor proveniente del Sol. Este proceso, conocido como efecto invernadero, es esencial para mantener una temperatura media adecuada para la vida en el planeta (IPCC, 2007).

Sin embargo, la intensificación de este fenómeno debido al aumento de concentraciones de GEI, principalmente por la quema de combustibles fósiles, el uso de fertilizantes y la deforestación, ha generado un desequilibrio en el sistema climático terrestre. Esta acumulación adicional de gases como el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxidos de nitrógeno (NO_x), potencia el calentamiento global al atrapar mayor cantidad de calor en

la atmósfera (EPA, s.f.). De acuerdo con la NASA, sin el efecto invernadero natural, la temperatura promedio de la superficie terrestre sería aproximadamente 33 °C más baja, lo que haría inviable la existencia de muchas formas de vida. No obstante, el exceso de estos gases en la atmósfera actúa como una manta adicional que intensifica el calentamiento, acelerando el cambio climático global (NASA, s.f.).

La relación entre los gases de efecto invernadero (GEI) y el aumento de la temperatura media global en los últimos años es clara y está respaldada por múltiples estudios científicos y organismos internacionales. Los GEI, como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O), atrapan el calor en la atmósfera, intensificando el efecto invernadero natural y provocando un calentamiento adicional del planeta.

Según la NASA, la temperatura promedio de la superficie terrestre ha aumentado aproximadamente 1,47 °C en 2024 en comparación con los niveles preindustriales (1850-1900), siendo los últimos diez años los más cálidos registrados. Este aumento de temperatura está directamente relacionado con las crecientes concentraciones de GEI en la atmósfera.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) confirmó que 2024 fue el año más cálido registrado, con una temperatura global que superó en 1,55 °C los niveles preindustriales. Este incremento se atribuye principalmente a las emisiones antropogénicas de GEI, especialmente el CO₂, cuyas concentraciones han aumentado un 11,4 % en los últimos 20 años.

Además, la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (EPA) señala que entre 1990 y 2023, el efecto de calentamiento total de los GEI añadidos por los humanos a la atmósfera aumentó en un 51 %, siendo el CO₂ responsable de un incremento del 42 % en este efecto.

Estos datos evidencian la estrecha relación entre las emisiones de GEI y el calentamiento global, subrayando la necesidad urgente de reducir dichas emisiones para mitigar los impactos del cambio climático.

2.2.10. Cálculo de tCO₂e

tCO₂e (toneladas de CO₂ equivalente) es una unidad de medida que se usa para expresar cuanto contribuyen los distintos gases de efecto invernadero en el cambio climático, expresados en dióxido de carbono, es decir expresar la emisión de metano o óxido nítrico en CO₂, para facilitar el cálculo total de emisiones.

Para calcular los factores de emisión en ton CO₂e/MMBTU, se debe calcular el equivalente en CO₂, para el metano y para el óxido nítrico, para posteriormente sumar las equivalencias y obtener el factor de emisión equivalente.

Siendo que para:

- Emisiones de metano (tCO₂e) = 28* CH₄
- Emisiones de óxido nítrico (tCO₂e) = 265* N₂O

Posteriormente se procesa a sumar las emisiones de CO₂+ emisiones de metano (tCO₂e) +emisiones de óxido nítrico (tCO₂e)

El resultado obtenido se le llama toneladas de dióxido de carbono equivalente tCO₂e.
(Anexo 6)

2.2.11. Plantas siderúrgicas

Las plantas siderúrgicas son instalaciones industriales especializadas en la transformación del mineral de hierro en acero, a través de diversos procesos físico-químicos que incluyen la fundición, refinación y laminado del metal. Estas plantas suelen estar conformadas por una serie de unidades interconectadas, como altos hornos, convertidores y trenes de

laminación, que permiten obtener diferentes tipos y formas de acero según las necesidades del mercado. Además de producir un material fundamental para múltiples sectores como la construcción, el transporte y la fabricación de maquinaria, estas industrias tienen una alta demanda energética y generan un impacto ambiental considerable, por lo que en la actualidad muchas de ellas están implementando tecnologías más limpias y sostenibles para reducir sus emisiones y mejorar su eficiencia.

En Perú el mercado del acero es abastecido por dos empresas, corporación Aceros Arequipa y Empresa Siderúrgica del Perú. Esta última con su planta principal ubicada en la ciudad de Chimbote. Constituyendo así junto con la pesca los principales consumidores de energía de la ciudad.

2.2.12. Planilla energética

La planilla energética es una herramienta que permite registrar, organizar y analizar de manera sistemática toda la información relacionada con el consumo de energía en una empresa o instalación industrial. Este documento es fundamental para identificar los principales usos de la energía, evaluar el desempeño energético y detectar oportunidades de mejora en términos de eficiencia y sostenibilidad. Según el Ministerio de Energía y Minas del Perú (2021), la planilla energética también facilita el monitoreo continuo del uso de la energía y sirve como base para la toma de decisiones orientadas a la reducción del consumo y los costos energéticos, así como a la disminución de emisiones contaminantes.

III. METODOLOGIA

3.1. Método de investigación

El método de investigación, referido a los procedimientos y técnicas empleados con el objetivo de analizar un problema de investigación, generando conocimiento y buscando relaciones para llegar a conclusiones basadas en evidencia. Los métodos de investigación empleados en el presente trabajo son:

Descriptiva: Cuyo objetivo es presentar la situación actual y real con exactitud de acuerdo a los criterios establecidos. Esta investigación empleo el método descriptivo pues se recopiló información sobre la planilla energética de la planta siderúrgica de Chimbote, el consumo de combustibles fósiles, la demanda de energía eléctrica demandada y la emisión de gases de efecto invernadero en condiciones actuales. Posteriormente se evalúa la implementación de la electromovilidad para el transporte del personal de manera interna y externa. Finalmente, se evalúan los resultados obtenidos con y sin electromovilidad de manera económica y sostenible y se establecen las condiciones necesarias para la instalación de puntos de carga para buses eléctricos.

Deductivo: La investigación emplea el razonamiento para deducir conclusiones lógicas a partir de una serie de premisas o principios. En base a la necesidad de transportar al personal de manera interna y externa de la planta siderúrgica de Chimbote, y debido a la urgencia de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero se emplean bases fundamentales a cerca de electromovilidad, para establecer la demanda de energía eléctrica y los parámetros necesarios para la implementación de buses eléctricos.

Correlacional: Porque se busca conocer la relación entre dos o más variables; en nuestro caso la relación entre la electromovilidad y la planilla energética siderúrgica. Para nuestro caso,

primero se midió el consumo de combustible y energía eléctrica en la planilla energética siderúrgica y las emisiones de GEI (gases de efecto invernadero) generadas, se cuantifican, analizan y establecen las vinculaciones respecto a la implementación de la electromovilidad. Cuantitativa: Se emplean herramientas de análisis matemático y estadístico para predecir o explicar resultados cuantificables. En esta investigación se establecen resultados cuantificables en función al efecto de la electromovilidad en la disminución de los gases de efecto invernadero y planilla energética siderúrgica en Chimbote.

3.2. Diseño

Se empleará el diseño: Pre- experimental el cual proporciona la guía y la organización necesarias para llevar a cabo un estudio científico riguroso y responder a las preguntas de investigación planteadas (Ñaupas et al., 2018).



En donde:

G: Emisión de GEI (condición inicial) y Planilla energética siderúrgica. (condición inicial)

X: implementación de la electromovilidad

O: Emisión de GEI (condición final) y Planilla energética siderúrgica. (condición final)

3.3. Población y muestra

a) Universo

Buses convencionales en Perú

b) Población

Buses convencionales de la planta siderúrgica de Chimbote

c) Muestra

Flota de buses del parque automotor para traslado de personal de la Planta siderúrgica (siderperu) ubicado en Chimbote con un total de 18 buses con distintas rutas diarias. Dividiéndose por: turno administrativo, turno rotativo y servicio interno.

d) Tipo de muestreo

No probabilístico

3.4. Variables

Variable independiente: Electromovilidad

Variable dependiente: Emisión de GEI y planilla energética siderúrgica en Chimbote

3.5. Técnicas e instrumentos para recolección de datos

a) Técnicas

Observación: Se empleará la técnica de observación para constatar la situación actual de la flota de buses de planta siderúrgica, así mismo de la planilla energética de toda la planta.

Con este instrumento se recopilará la información referente a la flota de buses de la planta siderúrgica en Chimbote empleando instrumentos de recopilación como fichas bibliográficas. Se tomará nota de todos los datos relevantes para la presente investigación con lo cual se permitirá el cumplimiento de los objetivos.

Recopilación y análisis bibliográfico: Se basa en la recopilación de la información física y virtual relacionada a la flota de buses y minibuses con los que cuenta la planta siderúrgica así mismo de la planilla energética histórica, la cual recopila información de consumo, costos, y emisiones de toda la planta siderúrgica desde el año 2018 hasta el 2023. Datos que servirán de ayuda para encaminar la investigación.

b) Instrumentos

Fichas de registro de información, consiste en el instrumento de recopilación para la información requerida.

Ficha de recolección de datos de consumo de energéticos de planta siderúrgica: Consiste en la recopilación de datos de consumo de energía, petróleo y gas natural; obtenidos de la sala de control principal de la planta siderúrgica de Chimbote. (ver anexo 11)

Ficha de recolección de datos de km/días recorridos por bus: Consiste en la recopilación de km recorridos por bus y por ruta; así mismo se registra la cantidad de combustible consumido en cada recorrido, obtenidos en el parque automotor de la planta siderúrgica de Chimbote, mediante la lectura del tacómetro (ver anexo 8, 9 y 10)

Ficha técnica, este instrumento es usado para la recolección y registro de fuentes de información, referente a los modelos de buses escogidos para realizar los cálculos de consumo y determinación de reducción de emisiones. Así como también para determinar las características mínimas necesarias para el sistema de carga de los buses.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de los resultados

Se seguirá la siguiente secuencia para cálculo de los resultados de la investigación:

- Determinación de los buses eléctricos por los que se va a reemplazar los buses convencionales de la planta siderúrgica y sus principales características.
- Diagnosticar del ahorro de energía proveniente de combustibles fósiles.
- Estimación del incremento de la demanda de energía eléctrica necesaria para la implementación de la electromovilidad.
- Valorar de la reducción de gases de efecto invernadero obtenidos por el reemplazo de buses convencionales por buses eléctricos de la planta siderúrgica.

- Elaboración de las condiciones mínimas para la implementación de los buses eléctricos dentro de la planta siderúrgica.

Para el análisis de resultados de esta investigación se utilizarán las siguientes técnicas:

- Se identificarán los datos históricos de consumos de combustible a partir de la información recolectada. Para posteriormente realizar los cálculos necesarios a fin de cumplir con los objetivos propuestos.
- Se realizará un cálculo para identificar las dimensiones mínimas de una estación de carga, la cual se ubicará dentro del complejo siderúrgico, dando propuestas tanto para una red convencional como para una con sistema solar.
- Además, se hará un cálculo de análisis económico con el programa Microsoft Excel, en base al diseño para verificar su viabilidad tanto económica como técnica.

3.7. Procedimiento de la investigación

En primera instancia se recopiló la información mediante fichas de recolección de datos, sobre la flota de vehículos existentes y la planilla energética de la planta siderúrgica de Chimbote. Los principales datos recolectados fueron: kilómetros recorridos por bus y por turno, horarios de entrada y salida de los buses, consumo de combustible por bus, a partir de los datos se elaboró el perfil de consumo y autonomía de los buses. Seguidamente se recopilan datos históricos del consumo de combustible (petróleo diésel 2 y GN) y consumo de energía eléctrica. Con estos datos y los factores de emisión para cada energético se procede a calcular las emisiones de gases de efecto invernadero históricas.

Posteriormente se procede a analizar los modelos de buses eléctricos para su implementación, se valora el ahorro en combustible, la demanda de energía eléctrica y la diferencia en la

emisión de GEI proyectada, finalmente se establecen los parámetros necesarios para la instalación de puntos de carga.

Los resultados fueron representados mediante tablas y figuras explicativas, a partir de donde se obtienen conclusiones las cuales tienen relación con los objetivos principales planteados en la investigación y se establecen recomendaciones finales.

3.8. Límites de la investigación

Las principales limitaciones de la presente investigación son:

- La investigación se limita en considerar solo la flota de buses de la planta siderúrgica de Chimbote, las cuales tienen un recorrido y horario establecido.
- La investigación considera buses eléctricos a batería y propulsión, sin tener en cuenta los del tipo híbrido, pues se busca reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- En la ciudad no existen puntos públicos de recarga de batería para vehículos eléctricos, teniendo que instalarse dentro de la planta siderúrgica de Chimbote.

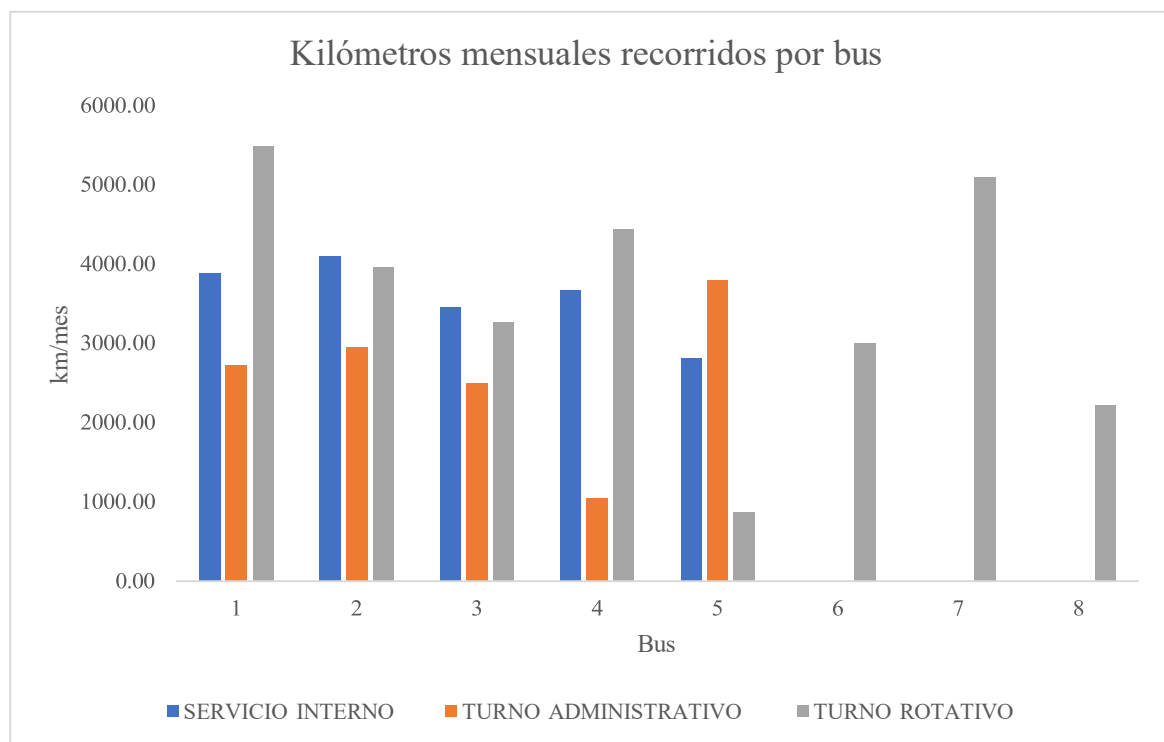
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis del parque automotor de planta siderúrgica en Chimbote

En base a los datos de recorrido en kilómetros diarios registrados, se obtiene un total mensual para cada ruta., la cual se visualiza en la figura 8.

Figura 5

Kilómetros recorridos por bus, según turno



Nota. La flota de buses esta conformado por 18 unidades divididas en 3 turnos, 5 para el turno administrativo, 8 para el turno rotativo y 5 para el servicio interno. Las rutas para cada bus de los distintos turnos son constantes durante todo el año.

4.2. Análisis de consumo de combustible por turno

Tenido en cuenta que:

- Consumo turno administrativo: 11.4 km/gal

- Consumo turno rotativo: 11.4 km/gal
- Consumo servicio interno: 11.4 km/gal
- Precio Diésel 2: 4 USD/gal (promedio de la planilla energética de siderperu)

Tabla 1

Consumo actual de combustible Diésel por tipo de servicio

Tipo de Servicio	km/mes	Consumo (gal/mes)	Pago de combustible
			USD/mes
Turno administrativo	13025.00	1142.54	4570.18
Turno rotativo	28323.00	2484.47	9937.89
Servicio interno	17928.00	1572.63	6290.53
TOTAL	59276.00	5199.65	20798.60

Nota. El consumo de combustible total mensual es de 5 199.65 galones, teniendo en cuenta el precio del combustible se obtiene un pago mensual de 20 798.60 USD/mes.

4.3. Análisis de los buses eléctricos propuestos

Tabla 2

Consumo de energía eléctrica para el bus eléctrico modelo Foton BJ681 6EV

TURNOS	Foton BJ681 6EV			Autonomía	Precio
	Capacidad	Sistemas	Capacidad	(kWh/Km)	USD
Servicio Interno					
+ Ruta 7 Y 8 Del	33	Sistema de	200.54	0.67	90000
Turno Rotativo		baterías	kWh		

Nota. El bus eléctrico BJ681 6EV será empleado para el servicio interno y la ruta 7 y 8 del turno rotativo, debido a la cantidad de pasajeros.

Tabla 3*Consumo de energía para el bus eléctrico modelo HT6117EVGA*

HT6117EVGA				Autonomía	Precio
Turno	Capacidad	Sistemas	Capacidad	(kWh/km)	USD
Turno					
Administrativo Y	50	Sistema de baterías	219 kWh	0.73	165000
Turno Rotativo					
(Ruta 1 al 6)					

Nota. El bus electrico HT6117EVGA sera empleado para el servicio administrativo y las ruta 1, 2, 3, 4, 5 y 6 del turno rotativo.

4.4. Análisis de buses pertenecientes al servicio del turno administrativo

Tabla 4*Consumo de energía eléctrica por ruta para el turno administrativo*

Consumo de energía eléctrica			
Turno Administrativo	km/mes	kWh/mes	USD/mes
Ruta 1	2725.00	1989.25	107.52
Ruta 2	2950.00	2153.50	116.40
Ruta 3	2500.00	1825.00	98.64
Ruta 4	1050.00	766.50	41.43
Ruta 5	3800.00	2774.00	149.93
Total	13025.00	9508.25	513.92

Tabla 5

Consumo de combustible Diésel de forma descendiente para el turno administrativo

Consumo de combustible Petróleo- Diésel 2			
Turno día	km/mes	Consumo total (gal/mes)	Combustible USD/mes
5 buses Diésel	13025.00	1142.54	4570.18
4 buses Diésel	9225.00	809.21	3236.84
3 buses Diésel	8175.00	717.11	2868.42
2 buses Diésel	5675.00	497.81	1991.23
1 buses Diésel	2725.00	239.04	956.14
0 buses Diésel	0.00	0.00	0.00

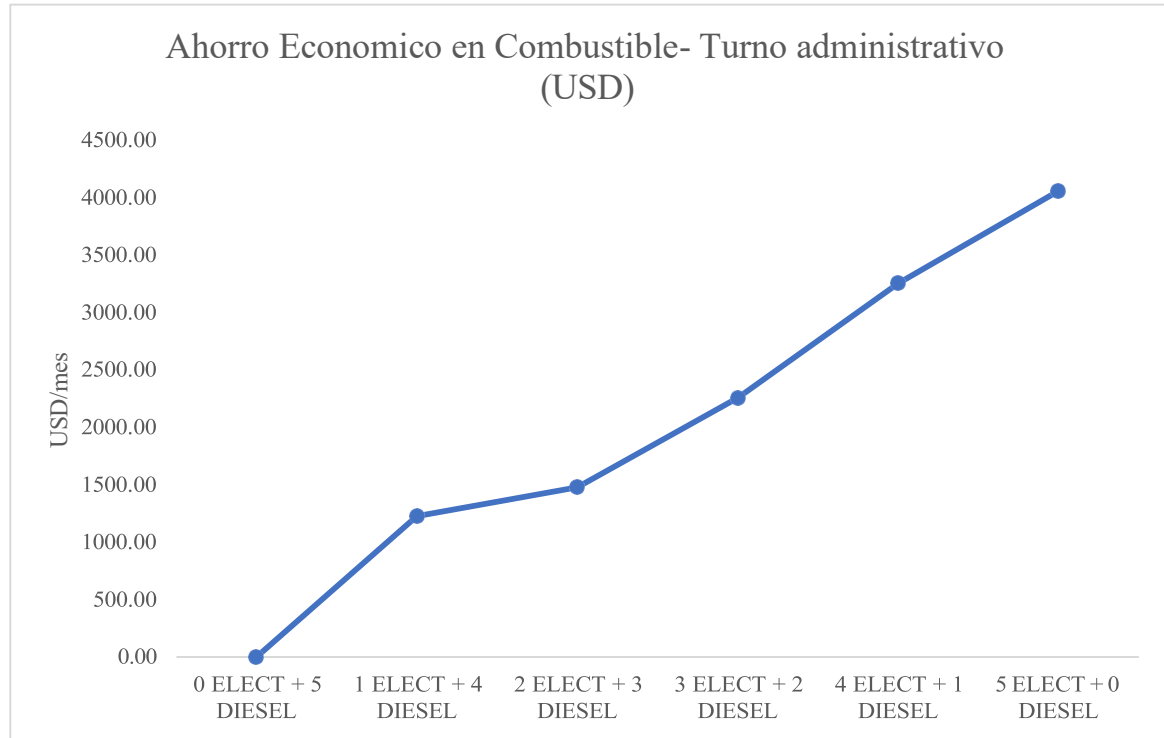
Tabla 6

Ahorro total en el pago de combustible, dependiendo la conjugación de buses empleados para el turno administrativo

Ahorro por cantidad y tipo de bus empleado	
Conjugación	Ahorro (USD)
0 eléctricos + 5 Diésel	0.00
1 eléctricos + 4 Diésel	1225.81
2 eléctricos + 3 Diésel	1477.84
3 eléctricos + 2 Diésel	2256.39
4 eléctricos + 1 Diésel	3250.05
5 eléctricos + 0 Diésel	4056.25

Figura 6

Curva de ahorro económico por tipo de bus empleado para el turno administrativo



Nota. Se obtiene un ahorro máximo de 4056.25 USD/mes al considerar 5 buses eléctricos del modelo HT6117EV6A para el turno administrativo.

4.5. Análisis de buses pertenecientes al servicio de turno rotativo

Tabla 7

Consumo de energía eléctrica por ruta para el turno rotativo

Consumo de energía eléctrica			
Turno rotativo	km/mes	kWh/mes	USD/mes
Ruta 1	5490.00	4007.70	216.62
Ruta 2	3960.00	2890.80	156.25
Ruta 3	3267.00	2384.91	128.90
Ruta 4	4437.00	3239.01	175.07

Ruta 5	864.00	630.72	34.09
Ruta 6	2997.00	2187.81	118.25
Ruta 7	5094.00	3412.98	184.47
Ruta 8	2214.00	1483.38	80.18
Total	28323.00	20237.31	1093.83

Tabla 8

Consumo de combustible Diésel de forma descendiente para el turno rotativo

Consumo de combustible petróleo-Diésel 2			
Turno rotativo	km/mes	Consumo total	Combustible
		(gal/mes)	USD/mes
8 buses Diésel	28323.00	2484.47	9937.89
7 buses Diésel	22833.00	2002.89	8011.58
6 buses Diésel	18873.00	1655.53	6622.11
5 buses Diésel	15606.00	1368.95	5475.79
4 buses Diésel	11169.00	979.74	3918.95
3 buses Diésel	10305.00	903.95	3615.79
2 buses Diésel	7308.00	641.05	2564.21
1 buses Diésel	2214.00	194.21	776.84
0 buses Diésel	0.00	0.00	0.00

Tabla 9

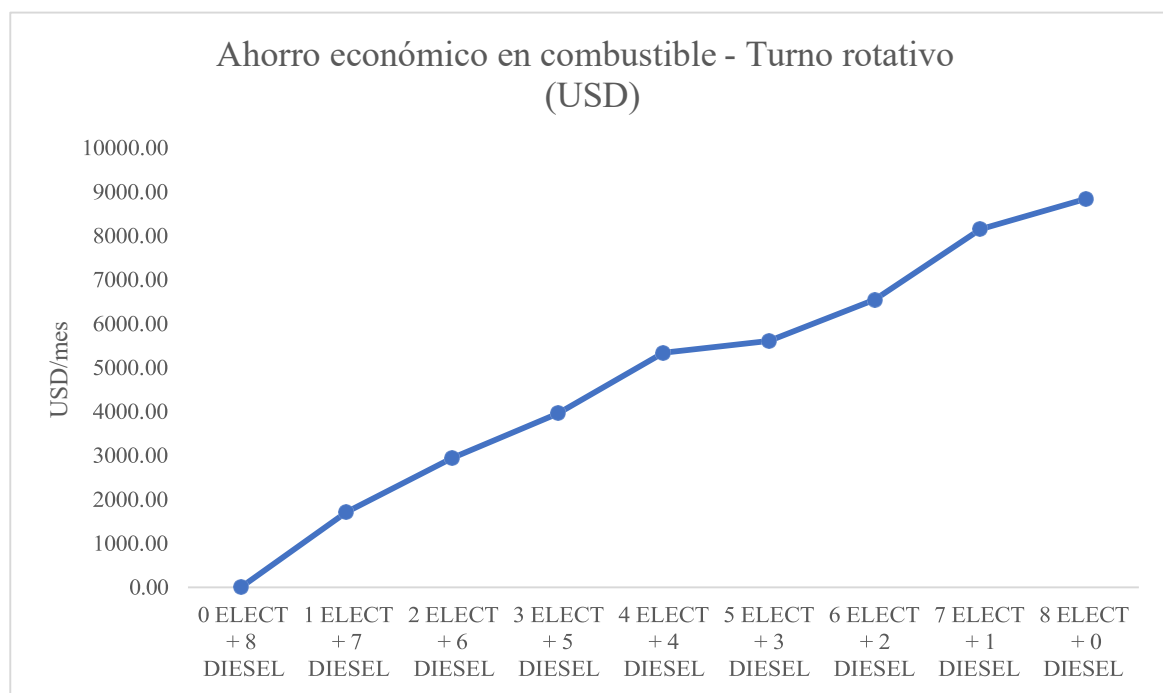
Ahorro total en el pago de combustible, dependiendo la conjugación de buses empleados para el turno rotativo

Ahorro por tipo de bus empleado (USD)
--

Conjugación	Ahorro (USD)
0 eléctricos + 8 Diésel	0.00
1 eléctricos + 7 Diésel	1709.70
2 eléctricos + 6 Diésel	2942.93
3 eléctricos + 5 Diésel	3960.34
4 eléctricos + 4 Diésel	5342.11
5 eléctricos + 3 Diésel	5611.18
6 eléctricos + 2 Diésel	6544.51
7 eléctricos + 1 Diésel	8147.40
8 eléctricos + 0 Diésel	8844.07

Figura 7

Curva de ahorro en combustible por tipo de bus empleado para el turno rotativo



Se obtiene un ahorro máximo de 8844.07 USD/mes al considerar 6 buses eléctricos del modelo HT6117EV6A y 2 buses eléctricos del modelo Foton BJ681 6EV para el turno rotativo.

4.6. Análisis de buses pertenecientes al servicio interno

Tabla 10

Consumo de energía por ruta del servicio interno

Consumo energía eléctrica			
Servicio Interno	km/mes	kWh/mes	USD/mes
Ruta 1	3888.00	2604.96	140.80
Ruta 2	4104.00	2749.68	148.62
Ruta 3	3456.00	2315.52	125.15
Ruta 4	3672.00	2460.24	132.98
Ruta 5	2808.00	1881.36	101.69
TOTAL	17928.00	12011.76	649.24

Tabla 11

Consumo de combustible Diésel de forma descendiente para el servicio interno

Consumo de combustible petróleo-Diésel 2			
Servicio Interno	km/mes	Consumo total (gal/mes)	Combustible USD/mes
5 buses diésel	17928.00	1572.63	6290.53
4 buses diésel	15120.00	1326.32	5305.26
3 buses diésel	11448.00	1004.21	4016.84
2 buses diésel	7992.00	701.05	2804.21
1 buses diésel	3888.00	341.05	1364.21
0 buses diésel	0.00	0.00	0.00

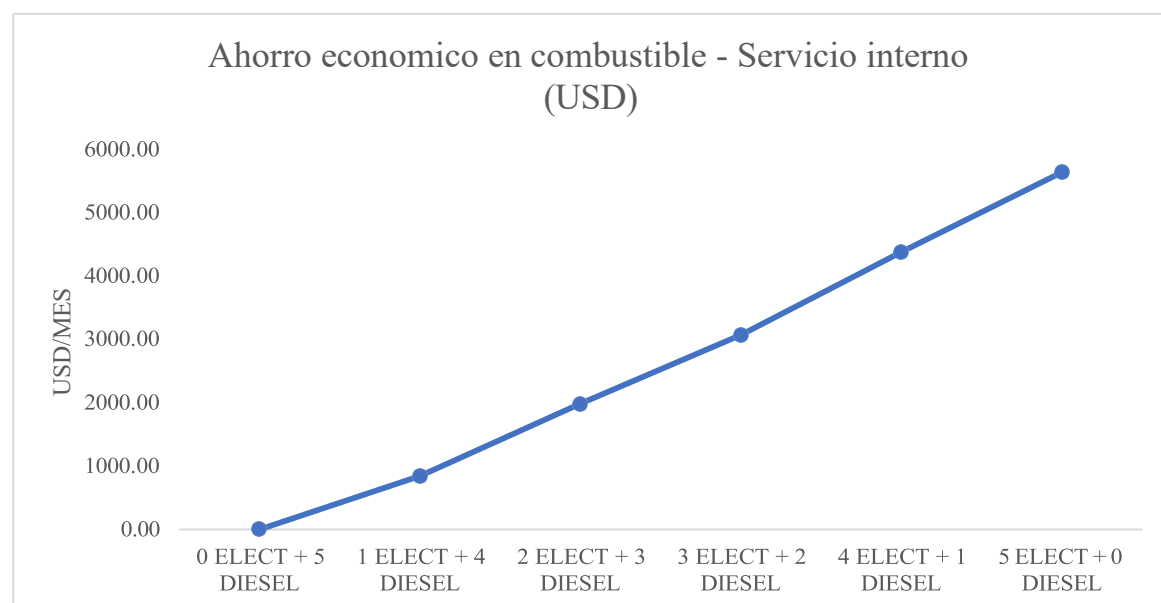
Tabla 12

Ahorro total en el pago de combustible, dependiendo la conjugación de buses empleados para el servicio interno

Ahorro por tipo de bus empleado	
Conjugación	Ahorro (USD)
0 eléctricos + 5 diésel	0.00
1 eléctricos + 4 diésel	844.47
2 eléctricos + 3 diésel	1984.27
3 eléctricos + 2 diésel	3071.74
4 eléctricos + 1 diésel	4378.77
5 eléctricos + 0 diésel	5641.29

Figura 8

Curva de ahorro en combustible por tipo de bus empleado para el servicio interno

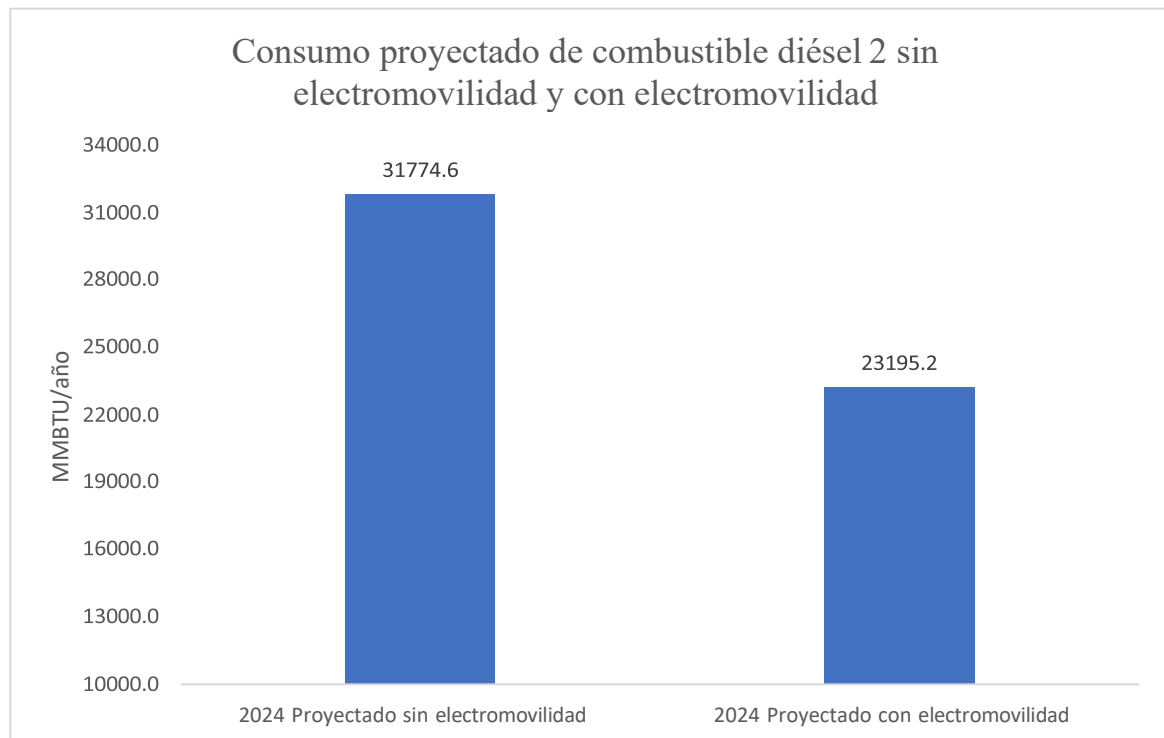


Nota. Se obtiene un ahorro máximo de 5641.29 USD/mes al considerar 5 buses eléctricos del modelo Foton BJ681 6EV para el servicio interno.

4.7. Determinación del ahorro de combustible

Figura 9

Comparación de consumo anual de combustible proyectado sin electromovilidad y con electromovilidad

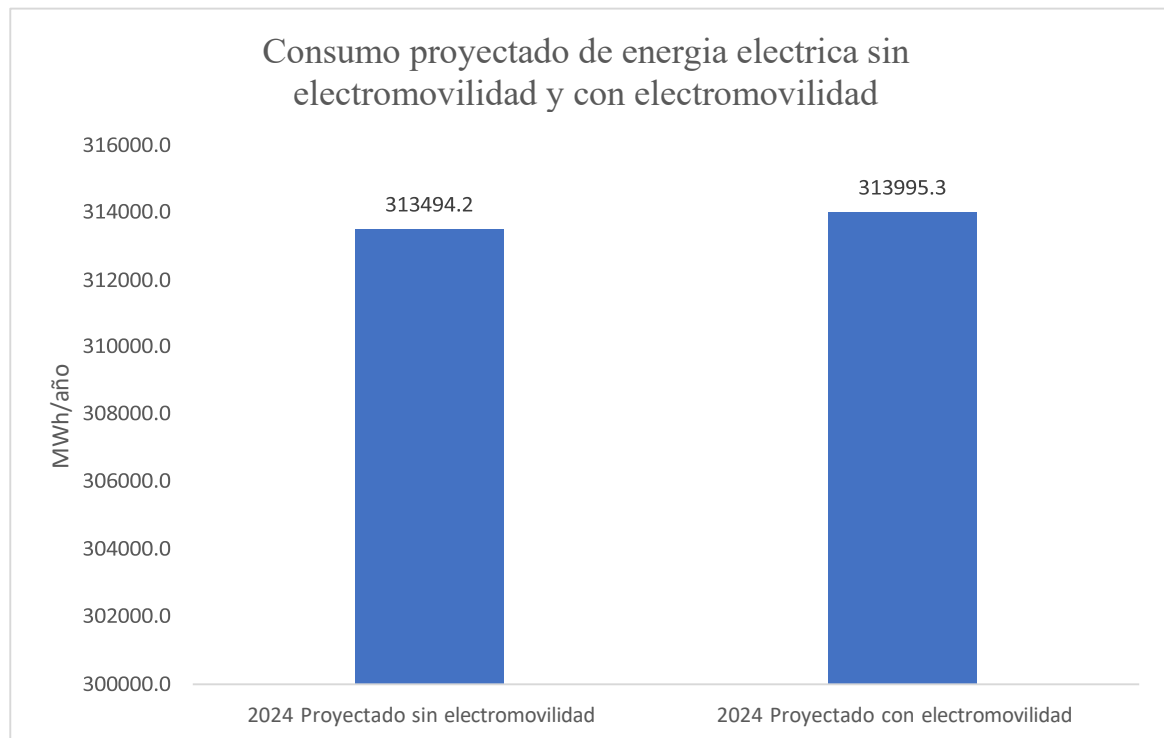


Proyectando el consumo de combustible anual, se obtiene una disminución del 27% en el consumo de combustible diésel al implementar la electromovilidad en la planta siderúrgica de Chimbote, equivalente a dejar de consumir 8 579.4 MMBTU o 62 395.8 galones de diésel.

4.8. Estimación del incremento de la demanda de energía eléctrica.

Figura 10

Comparación de consumo anual de energía eléctrica proyectado sin electromovilidad y con electromovilidad



En base a los modelos de buses eléctricos empleados en el estudio- Sistema de baterías, se determina que el consumo anual total de energía eléctrica aumentara en un 0.16% lo que equivale a 501.1 MWh/año.

4.9. Cálculo de emisión de GEI (gases de efecto invernadero)

Tabla 13

Emisiones de tCO₂e totales para los 3 turnos, en condiciones actuales, empleando combustible Diésel

Servicio	Consumo total (gal/mes)	Consumo total (MMBTU/mes)	tCO ₂ e/ mes	tCO ₂ e / año
Turno administrativo	1142.54	157.10	11.68	140.15
Turno rotativo	2484.47	341.62	25.40	304.76
Servicio Interno	1572.63	216.24	16.08	192.91
TOTAL	5477.10	714.95	53.15	637.82

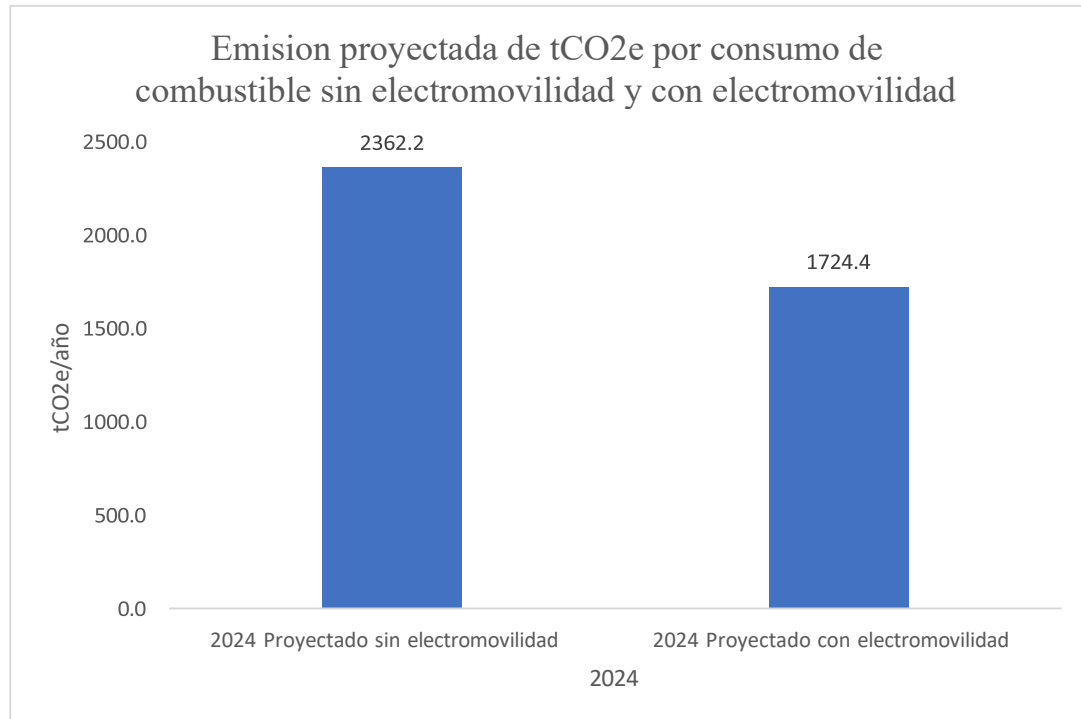
Tabla 14

Emisiones de tCO₂e totales para los 3 turnos, empleando buses eléctricos – sistema a baterías

Servicio	Consumo total (kWh/mes)	Consumo total (MWh/mes)	CO ₂ e/ mes	tCO ₂ e / año
Turno administrativo	9508.25	9.51	4.18	50.20
Turno rotativo	20237.31	20.24	8.90	106.85
Servicio Interno	12011.76	12.01	5.29	63.42
TOTAL	59276.00	59.28	26.08	312.98

Figura 11

Comparación de emisión anual de tCO₂e por consumo de combustible proyectado sin electromovilidad y con electromovilidad



Nota. En base a la implementación de modelos de buses eléctricos indicados en el estudio, se determina una disminución del 27% de emisiones de gases de efecto invernadero correspondientes al total de emisiones por consumo de combustibles en la planta siderúrgica de Chimbote lo que equivale a 637.8 tCO₂e/años dejados de emitir al medio ambiente.

4.10. Condiciones necesarias para la implementación de puntos de carga.

Para la implementación de puntos de carga en la planta siderúrgica de Chimbote, se deben establecer las condiciones mínimas necesarias.

- Potencia requerida: 59276.0 kWh/mes
- Unidades totales. 18 buses
- Puntos requeridos por bus: 1

Figura 12

Área disponible para la implementación de puntos de carga para buses eléctricos en la planta siderúrgica de Chimbote



Nota: Área disponible para la implementación: 2 160 m²

Tipo de estación de carga para buses eléctricos (Anexo 5)

- Modelo: GRASEN DCFC 80kw-200kw
- Potencia: 160kW
- Voltaje de entrada: 480V
- Protección: IP54
- Medidas: 700*590*1840mm
- Cantidad de cargadores: 3

Tabla 15*Tiempo de carga de los buses eléctricos para el turno Administrativo*

Turno Administrativo				Autonomía cargador kWh	Tiempo de carga (h)
Unidad	km/día	Autonomía bus (kWh/Km)	kWh/día		
1	109	0.73	79.57	160.00	0.50
2	118	0.73	86.14	160.00	0.54
3	100	0.73	73.00	160.00	0.46
4	42	0.73	30.66	160.00	0.19
5	152	0.73	110.96	160.00	0.69
TOTAL	521		380.33		2.38

Tabla 16*Tiempo de carga de los buses eléctricos para el turno rotativo*

Turno rotativo				Autonomía cargador kWh	Tiempo de carga (h)
Unidad	km/día	Autonomía bus (kWh/Km)	kWh/día		
1	183.00	0.73	133.59	160.00	0.83
2	132.00	0.73	96.36	160.00	0.60
3	108.90	0.73	79.50	160.00	0.50
4	147.90	0.73	107.97	160.00	0.67
5	28.80	0.73	21.02	160.00	0.13
6	99.90	0.73	72.93	160.00	0.46
7	169.80	0.67	113.77	160.00	0.71
8	73.80	0.67	49.45	160.00	0.31
TOTAL	944.10		674.58		4.22

Tabla 17*Tiempo de carga de los buses eléctricos para el servicio interno*

Servicio Interno				Autonomía	Tiempo de carga (h)
Unidad	km/día	Autonomía bus	kWh/día	cargador	
		(kWh/Km)		kWh	
1	129.6	0.67	86.83	160.00	1.84
2	136.8	0.67	91.66	160.00	1.75
3	115.2	0.67	77.18	160.00	2.07
4	122.4	0.67	82.01	160.00	1.95
5	93.6	0.67	62.71	160.00	2.55
TOTAL	597.6		400.39		10.16

Tabla 18*Tiempo total de carga por punto para la flota de buses eléctricos de los 3 turnos*

Horas totales de carga al día (h)	Cantidad puntos de carga	Tiempo de carga por punto (h/día)
19.38	3.00	6.46

En base al modelo de buses eléctricos y a las estaciones de cargas consideradas se determina un tiempo total de 6.46 h promedio al día.

Figura 13

Diseño frontal de estaciones de carga para buses eléctricos en la planta siderúrgica de Chimbote



4.11. Cálculo del tiempo de retorno de la inversión

Tabla 19

Cuadro de inversión inicial total

Inversión			
Compra de buses	11	\$ 165,000.00	\$ 1,815,000.00
Compra de buses	7	\$ 90,000.00	\$ 630,000.00
Estaciones de carga	3	\$ 6,800.00	\$ 20,400.00
Trabajos de montaje	1	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
Total			\$ 2,470,400.00

Nota. Se consideran la compra de toda la flota de buses eléctricos, siendo 11 del tipo HT6117EV6A y 7 del tipo Foton BJ681 6EV. Así mismo considerando la adquisición de 3 unidades de estaciones de carga, una por tipo de servicio, y trabajos de conexión, se obtiene una inversión total inicial de 2, 470, 400.00 USD.

Tabla 20

Tiempo de retorno de la inversión en base a la inversión inicial total y el ahorro anual

Inversión Total	Ahorro/ mes	Ahorro/ año	PAYBACK
\$ 2,470,400.00	\$ 18,541.61	\$ 222,499.36	11.10 años

Nota. En base a la inversión inicial total y el ahorro mensual para los tres tipos de servicios de transporte utilizando buses eléctricos, se obtiene un tiempo de retorno de inversión de 11.1 años. lo cual al ser un proyecto de índole medioambiental se encuentra dentro de los parámetros aceptables.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.CONCLUSIONES

- Se tasó el ahorro de energía primaria debido a la sustitución de 18 unidades de buses convencionales por buses eléctricos en la planta siderúrgica de Chimbote, con lo cual se obtiene una reducción de 62,395.79 galones de petróleo diésel 2 anuales. Lo que representa una reducción del 27% en el consumo total de combustible de la planta siderúrgica.
- Se determinó que el incremento de la demanda de energía eléctrica debido a la sustitución de buses convencionales por buses eléctricos, 11 del modelo HT6117EV6A con autonomía de 0.73 kWh/km y 7 del modelo Foton BJ681 6EV con autonomía de 0.67kWh/km, es de 501.1 MWh/año. Teniendo en cuenta la tarifa de cliente libre con un precio de 54.05 USD/MWh, representa un pago anual de 27 083.8 USD. Respecto a la planilla energética representa un incremento del 0.16% en la demanda de energía eléctrica.
- Se valoró la reducción de GEI con la implementación de buses eléctricos, obteniendo una reducción anual de 637.8 tCO₂e lo cual representa una reducción del 27 % de emisión de CO₂e por consumo de combustibles fósiles y un -0.22% de las emisiones de CO₂e totales de la planta siderúrgica de Chimbote.
- Se determino que para abastecer la demanda total diaria de 1 455.30 kWh se deben contar con 3 estaciones de carga del modelo GRASEN DCFC -160kW, así mismo se estima que el periodo de carga por para cada estación debe será de 6.42 h/día. De acuerdo al recorrido de cada bus, ninguno sobrepasa la capacidad máxima del modelo elegido, por lo que solo necesitan cargarse 1 vez por día para abastecer la demanda con la de los buses eléctricos en la planta siderúrgica de Chimbote para el transporte interno y externo del personal.

5.2. RECOMENDACIONES

- En busca de la certificación de sostenibilidad ambiental, se recomienda a las empresas tanto públicas como privadas la implementación de la electromovilidad ya que es una gran oportunidad de innovación en la localidad.
- Se debe incluir el proceso de capacitación al personal operativo en general acerca del uso y manipulación de los buses eléctricos, así mismo se debe contemplar instalar medidas de protección ante la presencia de alto índice de riesgo eléctrico en la estación de recarga.
- El cambio de baterías de los vehículos eléctrico con tecnología BEV es inevitable por lo que debe ser tomado como tema de investigación acerca de tecnologías y procesos de eliminación de estos residuos generados, procurando que sean amigables con el medio ambiente.
- El presente estudio se centra el cumplir el objetivo principal: determinar el efecto de la implementación de la electromovilidad, en tanto al tema económico, este deberá ser evaluado a detalle considerando rentabilidad y sostenibilidad en la ejecución.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (EPA). (2024). Climate Change Indicators: Greenhouse Gases. Recuperado de <https://www.epa.gov/climate-indicators/greenhouse-gases>
- Alzahrani, A. (2023). Portable prototype of hydrogen fuel cells for educational training. Applied Sciences. https://www.researchgate.net/figure/The-main-components-of-the-hydrogen-fuel-cell-vehicles_fig1_366810478
- Barra, T. (2020). Estrategia nacional de electromovilidad en el sector transporte de Chile. Tesis presentada a la Facultad de Gobierno de la Universidad del Desarrollo para optar al título de Magíster en Políticas Públicas.
- BCN/Asesoría técnica parlamentaria, (2019). Electromovilidad, tendencias y experiencia nacional e internacional.
- Changing Transport. (2020). Definición de tipologías de autobuses para el transporte público en Costa Rica. Recuperado de https://changing-transport.org/wp-content/uploads/2020_Tipologia-Autobuses_CR.pdf
- Congreso de la República del Perú. (2022). Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía (Ley N.º 27345). Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Sector_el%C3%A9ctrico_en_el_Per%C3%BA
- EPA. (2023). Descripción general de los gases de efecto invernadero. Disponible en: <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/descripcion-general-de-los-gases-de-efecto-invernadero>.
- ELECTROMAPS, (2023). Listado de puntos de recarga para vehículos eléctricos en Perú. Disponible en: <https://www.electromaps.com/es/puntos-carga/peru>
- Enel X. (2024). Costos entre un carro eléctrico vs. uno de combustión. <https://www.enelx.com/co/es/historias/costos-y-rendimientos-de-un-auto-electrico>
- Engineering Toolbox Engineering Toolbox. (n.d.). Fuels - Higher and Lower Calorific Values. Retrieved from https://www.engineeringtoolbox.com/fuels-higher-calorific-values-d_169.html

- EV Resource. (s.f.). BEV System Components. Recuperado de <https://www.ev-resource.com/bev-system-components.html>
- Exro Technologies. (s.f.). The Vital Roles of EV Powertrain Components. Recuperado de <https://www.exro.com/industry-insights/ev-power-electronics-explained>
- Foro Económico Mundial. (2024). Estos 4 países lideran la transición energética. <https://es.weforum.org/stories/2024/06/estos-4-paises-lideran-la-transicion-energetica/>
- Gobierno Digital del Perú. (2023). El Perú avanza hacia la electro movilidad, permite ahorro y mayor eficiencia. Recuperado de <https://gobiernodigital.pe/noticias/el-peru-avanza-hacia-la-electro-movilidad-permite-ahorro-y-mayor-eficiencia>
- Ifema Madrid. (2021). Cómo funcionan los motores de combustión interna. Recuperado de <https://www.ifema.es/noticias/motor/como-funcionan-los-motores-de-combustion-interna>
- International Energy Agency (IEA) International Energy Agency. (2022). World Energy Balances 2022. OECD/IEA. <https://www.iea.org/reports/world-energy-balances-overview>
- International Energy Agency. (2023). Global EV Outlook 2023. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023>
- International Energy Agency (IEA). (2023). Electric buses: Charging infrastructure and operational strategies. Recuperado de <https://www.iea.org/reports/electric-buses>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report*. IPCC. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC. (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Volume 2: Energy (Eggleston, H. S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., & Tanabe, K., Eds.). IGES. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>
- IPCC. (2007). Pregunta frecuente 1.3: ¿Qué es el efecto invernadero? Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/faq-1-3.html

- Japan International Cooperation Agency (JICA). (2005). Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao en la República del Perú (Fase 1) – Informe Final. Recuperado de https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/11798279_05.pdf
- Kimerius. (s.f.). Motores de combustión interna. Recuperado de <https://www.kimerius.com/app/download/5783856817/Motores%2Bde%2Bcombusti%C3%B3n%2Binterna.pdf>
- Kumar, P., Singh, R., & Sharma, A. (2022). Wireless charging technology for electric vehicles: A review. *Journal of Power Sources*, 515, 230602. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2021.230602>
- Larminie, J., & Lowry, J. (2003). *Electric Vehicle Technology Explained*. Wiley. <https://www.amazon.com/Electric-Vehicle-Technology-Explained-Larminie/dp/0470851635>
- Li, X., Wang, J., & Chen, Y. (2020). Fast charging strategies for electric buses: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 121, 109695. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109695>
- Mazda (2023), Tipos de Vehículos eléctricos (BEV, HEV, PHEV, FCEV). Disponible en: <https://www.mazdaespanol.com/centro-de-recursos-3jn3i/tipos-de-veh%C3%ADculos-el%C3%A9ctricos>
- Ministerio del Ambiente. (2023). Perú apuesta por la electromovilidad para hacer frente al cambio climático. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/19402-peru-apuesta-por-la-electromovilidad-para-hacer-frente-al-cambio-climatico>
- Ministerio de Energía y Minas del Perú. (2021). Guía para la elaboración de la planilla energética. Dirección General de Eficiencia Energética. <https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/2099179-guia-para-la-elaboracion-de-la-planilla-energetica>
- Mobility Portal. (2023). Congreso aprueba proyecto de Ley de Electromovilidad y promete incentivos para su implementación. Recuperado de <https://mobilityportal.lat/ley-electromovilidad-peru-2024/>

- Mobility Portal Latinoamérica. (2024). Récord en Perú: ventas de vehículos electrificados crecen más de 40% en el primer cuatrimestre del año. <https://mobilityportal.lat/record-peru-vehiculos-electrificados-2024/>
- Monolithic Power Systems. (s.f.). Power Electronic for Electric Vehicles. Recuperado de <https://www.monolithicpower.com/en/learning/mpscholar/power-electronics/special-topics/power-electronic-for-electric-vehicles>
- Movertis, (2023) Autobús eléctrico: ventajas e inconvenientes. Disponible en: <https://www.movertis.com/blog/autobus-electrico-ventajas-e-inconvenientes>
- NASA. (s.f.). ¿Qué es el efecto invernadero?. Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio. <https://ciencia.nasa.gov/cambio-climatico/preguntas-frecuentes/que-es-el-efecto-invernadero/>
- NASA. (2024). Global Temperature | Vital Signs – Climate Change. Recuperado de <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>
- NIDEC, (2023). DIRECTPOWER PS EV Charging System ultra fast, modular, battery buffered and connectable with renewable sources. Industrial Solutions.
- Our World In Data By: Hannah Ritchie, (2020), Sector by sector: where do global greenhouse gas emissions come from?. Disponible en: <https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector#article-citation>
- Our World In Data By Hannah Ritchie, Pablo Rosado and Max Roser, (2020), CO₂ and Greenhouse Gas Emissions. Disponible en: <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>
- Organización Panamericana de la Salud. (2022). Cambio climático y salud. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/cambio-climatico-salud#:~:text=La%20salud%20es%20y%20ser%C3%A1,del%20agua%2C%20desnutrici%C3%B3n%20y%20desplazamientos>
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2025). WMO confirms 2024 as warmest year on record at about 1.55°C above pre-industrial level. Recuperado de <https://wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2024-warmest-year-record-about-155degc-above-pre-industrial-level>
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2024). Las concentraciones de gases de efecto invernadero se disparan una vez más: nuevo récord en 2023. Recuperado de

- <https://wmo.int/es/news/media-centre/las-concentraciones-de-gases-de-efecto-invernadero-se-disparan-una-vez-mas-nuevo-record-en-2023>
- Panasonic Industry. (s.f.). What Is BMS in an Electric Vehicle (EV)?. Recuperado de <https://industrial.panasonic.com/ww/ss/technical/ap8>
- Plataforma de electricidad (s.f.) Tipos de vehículos eléctricos BEV, PHEV, FCEV.
- Plataforma de electromovilidad. (s.f.) Cargadores para buses eléctricos. Disponible en: (<https://energia.gob.cl/electromovilidad/recursos-e-informacion-tecnica/cargadores-para-buses-electricos>)
- Ramírez, D. (2022) ENERLIK, La electromovilidad en el mundo y la perspectiva de Latam, China y UE. Disponible en: <https://blog.enerlink.com/electromovilidad-en-el-mundo-desarrollos-en-latinoamerica-china-y-la-union-europea>
- Sánchez, M., López, F., & Torres, A. (2021). Charging methods and infrastructure for electric buses in urban environments. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 93, 102776. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102776>
- Surtidores LATAM. (2024). ¿Cuál es el panorama actual de la infraestructura de recarga para vehículos eléctricos en el país? <https://surtidoreslatam.com/cual-es-el-panorama-actual-de-la-infraestructura-de-recarga-para-vehiculos-electricos-en-el-pais/>
- The logistics World, (2024) La venta de vehículos eléctricos sigue al alza en Perú, con nueva cifra récord en 2023. Disponible en: <https://thelogisticsworld.com/actualidad-logistica/la-venta-de-vehiculos-electricos-sigue-al-alza-en-peru-con-nueva-cifra-record-en-2023/#:~:text=En%202019%20las%20ventas%20de,y%20en%202022%20a%202.680>.
- Toyota (2023), Componentes de un coche 100% eléctrico. Disponible en: <https://www.toyota.es/world-of-toyota/articles-news-events/componentes-de-un-coche-electrico-toyota>
- Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) – Colombia UPME. (2020). Factores de emisión de GEI para fuentes móviles e industriales en Colombia. Ministerio de Minas y Energía. <https://www1.upme.gov.co>

- Universidad Nacional de Cuyo. (2017). Medios de transporte urbano: Clasificación del transporte urbano. Recuperado de <https://ingenieria.uncuyo.edu.ar/catedras/u1-medios-de-transporte-urbano.pdf>
- Universidad Técnica de Cotopaxi. (s.f.). El motor de combustión interna. Recuperado de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1155/1/T-UTC-0813.pdf>
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (s.f.). Descripción general de los gases de efecto invernadero. <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/descripcion-general-de-los-gases-de-efecto-invernadero>
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2024). *Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories* (Feb. 2024). <https://www.epa.gov/climateleadership/center-corporate-climate-leadership-ghg-emission-factors>
- U.S. Energy Information Administration (EIA). (2023). *Heat Content and Carbon Content of Fuel*. U.S. Department of Energy. https://www.eia.gov/environment/emissions/co2_vol_mass.php
- U.S. Energy Information Administration (EIA) U.S. Energy Information Administration. (2023). Heat Content of Fuels. U.S. Department of Energy. <https://www.eia.gov>
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA) U.S. Environmental Protection Agency. (2024). Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories (February 2024). <https://www.epa.gov/system/files/documents/2024-02/ghg-emission-factors-hub-2024.pdf>
- VectorMine. (n.d.). Vehículo eléctrico de batería con diagrama de componentes internos. Dreamstime. <https://www.dreamstime.com/veh%C3%ADculo-el%C3%A9ctrico-de-bater%C3%ADa-o-biv-con-el-diagrama-esquema-componentes-internos-del-educativo-etiquetado-piezas-mec%C3%A1nicas-y-image259015109>
- VectorMine. (n.d.). HEV or hybrid electric vehicle mechanical work principle outline diagram. Pinterest. <https://www.pinterest.com/pin/hev-or-hybrid-electric-vehicle-mechanical-work-principle-outline-diagram--982629212434411920/>
- VectorMine. (n.d.). PHEV or plug-in hybrid electric vehicle mechanical principle outline diagram. Pinterest. <https://www.pinterest.com/pin/phev-or-plug-in-hybrid-electric-vehicle-mechanical-principle-outline-diagram--814729388857053642/>

Villanueva, E. (2022). Análisis de oportunidad para la introducción de la Electromovilidad en el transporte público, en el marco del Triple Valor, en Lima Metropolitana para el periodo 2020 – 2030. Tesis para obtener el título profesional de Licenciada en Gestión con mención en Gestión Empresarial.

Wikipedia. (s.f.). Regenerative braking. Recuperado de https://en.wikipedia.org/wiki/Regenerative_braking

Yale Climate Connections. (2024). Los vehículos eléctricos aportan menos emisiones que los vehículos de gasolina a lo largo de su vida útil. <https://yaleclimateconnections.org/2024/03/los-vehiculos-electricos-aportan-menos-emisiones-que-los-vehiculos-de-gasolina-a-lo-largo-de-su-vida-util/>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica bus existente modelo Hyundai county

Marca	HYUNDAI		
Modelo	COUNTY FACE LIFT		
Versión	COUNTY CBU FACE LIFT AC EURO IV		
Año Modelo	2023		
Color Exterior	BLANCO	Color Interior	GRIS
Carrocería	MINIBUS		
Nro. Serie/VIN		Kilometraje	

GRUPO GILDEMEISTER	
FICHA TÉCNICA	
DIMENSIONES	
Largo (mm.)	7710
Ancho (mm.)	2035
Alto (mm.)	2755
Distancia entre Ejes (mm.)	4085
Radio Mínimo de Giro (m.)	0
PESO BRUTO VEHICULAR (KG)	6895
Número de Puertas	2
Número de pasajeros	32
MOTOR	
Número de Cilindros	4
Número de Válvulas	16
Potencia Máxima (hp/rpm)	148/2500
Torque Máximo (Kg*m/rpm)	59/1400
Cilindrada (cc.)	3933
Tipo de Combustible	DIESEL
Transmisión	MECANICA
Tracción	4X2 - Tracción Posterior
Relación de Compresión	17 : 1
Capacidad del Tanque de Combustible (lt. / gl.)	
SUSPENSION Y DIRECCION	

Suspensión delantera	Muelles Semielípticos Amort. Hidráulicos
Suspensión posterior	Muelles Semielípticos Amort. Hidráulicos
Dirección Asistida	SI
FRENOS	
Delanteros	Tambor / Zapatas
Posteriores	Tambor / Z
ABS	
PESOS Y CAPACIDADES	
Peso neto del vehículo - Tara (Kg)	4685
Carga útil (Kg)	2210
Peso máx por eje delantero – Excepto Categ M1 (Kg)	2720
Peso máx por eje posterior – Excepto Categ M1 (Kg)	4175
Peso máx por eje posterior 2 – Excepto Categ M1 (Kg)	

GRUPO GILDEMEISTER	
Equipamento Interior	
TIPO DE MOTOR D4GA	SI
TACÓGRAFO DIGITAL	SI
AIRE ACONDICIONADO	SI
Seguridad	
FRENO DE MOTOR TIPO MARIPOSA AL ESCAPE CON CONTROL ELECTRÓNICO	SI
PERIODO DE GARANTÍA 3 AÑOS, 60,000 KILÓMETROS	SI

Anexo 2. Ficha técnica bus existente modelo Volvo B380R Irizar i6S

Especificaciones Técnicas - Volvo B380R con carrocería Irizar i6S

Chasis: Volvo B380R 6x2

Motor: Volvo D11C, diésel de 10,8 litros, 6 cilindros en línea.

Potencia: 370 HP (272 kW) a 1.800 rpm.

Torque máximo: 1.785 Nm a 1.200-1.400 rpm.

Norma de emisiones: Euro 5.

Transmisión: Automatizada Volvo I-Shift de 12 velocidades.

Suspensión: Neumática controlada electrónicamente (ECAS).

Sistema de frenos: Frenos de disco con EBS (Sistema de Frenos Electrónico), ABS y ASR.

Freno de motor: Volvo Engine Brake (VEB), con hasta 390 HP de potencia de frenado.

Dimensiones del chasis:

- Largo total: 9.750 mm.
- Distancia entre ejes: 4.000 mm.
- Voladizo delantero: 2.500 mm.
- Voladizo trasero: 3.250 mm.
- Ancho total: 2.476 mm (ruedas delanteras), 2.464 mm (ruedas traseras).
- Ángulo de ataque: 8,5°.
- Ángulo de salida: 7,3°.

Carrocería: Irizar i6S

Longitud total: 14.070 mm.

Altura total: 3.931 mm.

Ancho total: 2.550 mm.

Altura libre zona pasillo: 2.060 mm.

Altura primer peldaño: 360 mm.

Peso máximo autorizado: 25.000-26.000 kg.

Distribución de asientos:

- Capacidad: 59+1+1 pasajeros.
- Distancia mínima entre asientos: 710 mm.

Equipamiento interior:

- Butacas semi-cama con tapizado en polipiel y cabezal viscoelástico.
- Cinturones de seguridad de tres puntos en todas las plazas.
- Sistema de climatización Hispacold con calefacción en el suelo y purificador de aire Eco3.
- Iluminación interior LED.
- Sistema de audio y video con monitores, reproductor de DVD y micrófono.
- Cámara y monitor de marcha atrás de 7".
- Sanitario con todos los servicios.

Equipamiento exterior:

- Faros full LED con luz diurna.
- Pilotos traseros y de galibo de LED.
- Puertas de servicio eléctricas con borde sensible.
- Lunas laterales dobles modelo Venus.
- Claraboyas de techo – salidas de emergencia.
- Tapas maletero central neumáticas con interruptor de seguridad.
- Sensor de aparcamiento.

Autonomía Estimada

La autonomía del Volvo B380R con carrocería Irizar i6S depende de diversos factores, incluyendo las condiciones de operación, el estilo de conducción y el mantenimiento del vehículo.

Aunque no se especifica un valor exacto en las fichas técnicas, se estima que este modelo puede tener un consumo promedio de entre 2.5 y 4.5 kilómetros por litro de diésel.

Para obtener datos precisos sobre la autonomía y consumo de combustible de una unidad específica, es recomendable consultar con el fabricante o el proveedor del chasis y motor correspondiente.

Anexo 3: Ficha técnica bus eléctrico modelo HT6117EVGA

City Electric Coach Buses Left Steering 41 - 50 Seats 300 - 280KM Mileage



Product Details:

- Place of Origin: CHINA

Payment & Shipping Terms:

- Price: \$165,000.00/Pieces 1-10 Pieces
- Payment Terms: L/C, T/T

[Contact Now](#)

City Electric Coach Buses Left Steering 41 - 50 Seats 300 - 280KM Mileage Description

Battery Capacity:	219kwh	Mileage:	300~380KM
Wheelbase:	5700mm	Seats:	41-50
GVW:	18000kg	Highest Speed:	100km/h
Highlight:	50 Seats Electric Coach Buses, City Electric Coach Buses, Left Steering City Electric Bus		

Product Specification

Configuration	Item	HT6117EVGA
Configuration Parameter	Dimension (mm)	10980×2550×3330,3450
	Steering	Left
	Tire	11R22.5
	Wheelbase (mm)	5700
	Seats	41-50
	Mileage	300-380km
	GVW	18000kg
	Curb Weight(KG)	11700
Power Battery	Type	Lithium Iron Phosphate
	Battery Capacity	219 kwh

Anexo 4. Bus eléctrico modelo Foton BJ6816EV



Model	BJ6816
Manufacturer country	China
External parameters (length/width/height)	8075*2500*3380
Weight without load (kg)	8630
Battery	200.54 kwh, CATL 300KW
Number of seats	33+1
Max allowable weight (kg)	14200
maximum speed (km/s)	80
Fuel tank capacity (L)	
brake system	Service brake: front disc; Rear disc type. pneumatic WABCO, ABS
engine	Permanent Magnet Synchronous Motor
Front axle	4.5 tons, depending on each other
rear axle	9,5 tons, depending on each other
suspension system	Spring suspension system
Steering gear	with hydraulic booster
tires	255/70R22.5
Air conditioner	25000 W A/C

passenger door	pneumatic door
Color/Design	Design and color according to customer's order
driver's seat	High back with adjustable function, three-point seat belt
Glass	Front windshield: Double insulated glass Rear windshield: double insulated glass Side windows: double insulated glass Driver's window: double insulated glass
passenger seats	33+1, with three-point seat belt
Audio system	radio
Rear view system	Rear view mirror with manual control, rear view camera
Lighting system	Driver's headlight, flashing beacon, steps, 4 rotary flashers on the roof of the bus
Other equipment	fan for the driver, digital clock, 2 fire extinguishers.

Anexo 5. Ficha técnica de cargador de bus eléctrico



Flexible Charging Port Options

Support CCS2, and GBT connector.
Charging two vehicles simultaneously.



High-Speed Charging

Max output power 80kw~200kW, average charging time 20~60mins.



Easy Operating

White-labeled hardware and software, manage multiple charging stations via cloud-based CSMS.



Safety & Reliable

CE Certified quality, IP54 rated for outdoor application, with a standard 2-year warranty.

Benefits

- Max 200A/250A 1000V
- Durable and safe for both indoor and outdoor use
- 8" LCD touch screen with multi-language interface
- CCS2, GBT optional charging connector
- Network connection via WIFI, Ethernet, 4G
- OCPP 1.6J
- Dynamic load management
- Software free-update

Application Area

- Commercial and public parking lot
- Fleet operators
- EV dealerships
- Service station

info@grasencharge.com | +86 13373789012
www.grasencharge.com



GRASEN
DCFC 80kW - 200kW



Technical Specifications

80kW 120kW 160kW 200kW

Input	Input Voltage	400V±15% / 440V±15% / 480V±15%
	Input Voltage Type	TN-S
	Working Frequency	45~65Hz
	Power Factor	≥0.99
	Efficiency	≥94%
Output	Rated Voltage	CCS2 1000Vdc; GBT 1000Vdc
	Max Output Current	CCS2 200A; GBT 250A
Interface	Display	8" LCD Touch Screen
	Emergency Stop Button	Yes
	Payment	Mobile APP / RFID
Communication	Network Connection	4G(GSM or CDMA) / Ethernet / WIFI
	Communication Protocols	OCPP1.6J
Working Environment	Working Temperature	-30°C ~ +50°C
	Storage Temperature	-35°C ~ +55°C
	Operating Humidity	≤95% Non-Condensing
	Protection	IP54
	Acoustic Noise	<65dB
	Cooling Method	Forced Air-Cooling
Mechanical	Dimension(W x D x H)	700mm*590mm*1840mm
	Cable Length	5m
Regulation	Certificate	NTC CE / IEC61851-1 / IEC61851-23 / IEC61851-21-2
	Charging Interface	DIN70121 / DIN70122 / ISO15118

*Please note that this is preliminary data—the final product and data are subject to change.

info@grasencharge.com | grasencharge.com

Anexo 6. Tabla de factores de emisión de tCO2e por tipo de energético

CUADRO DE FACTORES DE EMISION DE tCO2e		
D2	0.07434	tCO2e /MMBTU
Bunker	0.07830	tCO2e /MMBTU
R-500	0.07770	tCO2e /MMBTU
GN	0.05315	tCO2e /MMBTU
energía	0.44000	tCO2e /MWh
GLP	0.06315	tCO2e /MMBTU

Nota: elaboración propia con datos de Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014); U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2024) y U.S. Energy Information Administration (EIA). (2023).

Anexo 7. Tabla de conversiones

Conversiones	kcal/gal	kcal/BTU	MMBTU/gal	BTU/kcal	kg/gal	MMBTU/kg	MMBTU/Sm3	Sm3/Nm3	kWh / MMBTU
D2	137,381	0.252	0.1375	3.965					293.07
R500	145,000	0.252	0.1453	3.965					293.07
B6		0.252		3.965					293.07
GLP		0.252	0.0916	3.965	0.54	0.170			293.07
GN		0.252		3.965				0.8300	293.07

Nota: elaboración propia con datos de IPCC (2006); U.S. Energy Information Administration (2023); U.S. Environmental Protection Agency (EPA)(2024); Engineering Toolbox (n.d.); International Energy Agency (IEA) (2022) y Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)(2020).

Anexo 8. Recorrido diario de buses turno administrativo

RECORRIDO EN KM/ DIA POR RUTA																												
HORAS	00:00	00:01	00:02	00:03	00:04	00:05	00:06	00:07	00:08	00:09	00:10	00:11	00:12	00:13	00:14	00:15	00:16	00:17	00:18	00:19	00:20	00:21	00:22	00:23	00:24	FINAL DEL DIA (km)	N° Dias al mes	Total KM al mes
RUTAS - SV. EXTERNO ADMINISTRATIVO																								521.0		13025.0 Km		
RUTA 1								54.5									54.5									109.0	25	2725 Km
RUTA 2								59.0									59.0									118.0	25	2950 Km
RUTA 3								50.0									50.0									100.0	25	2500 Km
RUTA 4								21.0									21.0									42.0	25	1050 Km
RUTA 5								76.0									76.0									152.0	25	3800 Km

Nota: datos recopilados en campo, proporcionados por conductores de cada bus.

Anexo 9. Recorrido diario de buses turno rotativo

RECORRIDO EN KM/ DIA POR RUTA																													
HORAS	00:00	00:01	00:02	00:03	00:04	00:05	00:06	00:07	00:08	00:09	00:10	00:11	00:12	00:13	00:14	00:15	00:16	00:17	00:18	00:19	00:20	00:21	00:22	00:23	00:24	FINAL DEL DIA (km)	N° Dias al mes	Total KM al mes	
RUTAS - SV. EXTERNO ROTATIVO																								944		28323.0 Km			
RUTA 1								30.5	30.5							30.5	30.5								30.5	30.5	183	30	5490 Km
RUTA 2								22.0	22.0							22.0	22.0								22.0	22.0	132	30	3960 Km
RUTA 3								18.2	18.2							18.2	18.2								18.2	18.2	109	30	3267 Km
RUTA 4								24.7	24.7							24.7	24.7								24.7	24.7	148	30	4437 Km
RUTA 5								4.8	4.8							4.8	4.8								4.8	4.8	29	30	864 Km
RUTA 6								16.7	16.7							16.7	16.7								16.7	16.7	100	30	2997 Km
RUTA 7								28.3	28.3							28.3	28.3								28.3	28.3	170	30	5094 Km
RUTA 8								12.3	12.3							12.3	12.3								12.3	12.3	74	30	2214 Km

Nota: datos recopilados en campo, proporcionados por conductores de cada bus.

Anexo 10. Recorrido diario de buses servicio interno

RECORRIDO EN KM/ DIA POR RUTA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
HORAS	00:00:00	00:00:30	00:01:00	00:01:30	00:02:00	00:03:00	00:03:30	00:04:00	00:04:30	00:05:00	00:05:30	00:06:00	00:06:30	00:07:00	00:07:30	00:08:00	00:08:30	00:09:00	00:09:30	00:10:00	00:10:30	00:11:00	00:11:30	00:12:00	00:12:30	00:13:00	00:13:30	00:14:00	00:14:30	00:15:00	00:15:30	00:16:00	00:16:30	00:17:00	00:17:30	00:18:00	00:18:30	00:19:00	00:19:30	00:20:00	00:20:30	00:21:00	00:21:30	00:22:00	00:22:30	00:23:00	00:23:30	00:24:00	FINAL DEL DIA (km)	N° Dias al mes	Total KM al mes																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
RUTAS - SV. INTERNO																											597.6		17928 Km																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
RUTA 1				3.6	3.6				3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3

Nota: datos recopilados en campo, proporcionados por conductores de cada bus.

Anexo 11. Consumo de energéticos

CONSUMO POR TIPO DE ENERGETICO -AÑO 2018														
ENERGETICO	UND	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
ENERGIA ELECTRICA	MWH	27362.1	25703.9	25620.9	28413.0	28772.1	28356.2	29066.1	20646.1	27895.8	28263.7	27829.4	27770.1	325699.37
PETROLEO (D2)	MMBTU	2480.17	2499.75	2437.64	2527.15	2527.83	2568.74	2416.98	2803.25	2649.34	2663.65	0.00	2750.87	28325.36
GAS NATURAL	MMBTU	63448.6	53300.7	41304.1	57635.7	59845.2	54431.8	60192.3	56948.9	60978.2	60210.8	60575.9	58548.5	687420.42
CONSUMO POR TIPO DE ENERGETICO -AÑO 2019														
ENERGETICO	UND	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
ENERGIA ELECTRICA	MWH	27810.8	24931.1	27701.6	26157.4	27551.9	27969.6	27363.8	18287.5	26392.1	26986.4	24887.1	27575.3	313614.02
PETROLEO (D2)	MMBTU	2687.41	2747.49	2493.53	2780.57	2379.04	2222.43	2628.28	2652.85	2491.76	2585.61	2792.45	2343.00	30804.45
GAS NATURAL	MMBTU	58719.9	58316.7	63687.8	49389.6	59890.6	63550.3	50111.5	57507.5	57366.5	59995.0	63525.1	62088.0	713147.93
CONSUMO POR TIPO DE ENERGETICO -AÑO 2020														
ENERGETICO	UND	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
ENERGIA ELECTRICA	MWH	26647.3	26019.2	29092.2	27735.2	30003.1	28694.5	20502.7	30070.4	28380.3	24126.8	24098.8	25713.5	321084.00
PETROLEO (D2)	MMBTU	2817.83	2798.39	2438.04	2615.59	2768.55	2698.35	2361.63	2569.55	2590.07	2806.22	2482.73	2421.03	31367.99
GAS NATURAL	MMBTU	61234.0	54433.1	69103.5	64895.4	67074.0	60983.0	55326.9	71283.2	63974.3	58352.2	60943.2	65744.5	753347.28
CONSUMO POR TIPO DE ENERGETICO -AÑO 2021														
ENERGETICO	UND	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
ENERGIA ELECTRICA	MWH	25487.7	24101.3	13529.5	1597.5	9144.1	22643.5	29626.2	28623.4	27224.4	26248.7	25629.9	25186.1	259042.29
PETROLEO (D2)	MMBTU	2722.38	2652.31	1801.33	554.36	953.86	2205.55	2484.35	2643.94	2741.82	2586.56	2719.95	2636.65	26703.06
GAS NATURAL	MMBTU	60165.0	64080.9	34347.4	5869.9	26631.3	65206.4	66591.7	67452.7	56375.1	71744.7	58009.2	65273.9	641748.25
CONSUMO POR TIPO DE ENERGETICO -AÑO 2022														
ENERGETICO	UND	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
ENERGIA ELECTRICA	MWH	28712.8	29377.7	26598.4	30423.8	30230.8	29927.8	29584.9	29155.1	27099.1	27614.7	24139.3	18584.7	331449.07
PETROLEO (D2)	GAL	2875.75	2876.29	2504.88	3096.77	2888.44	3104.33	2606.94	2647.45	3095.55	2902.49	3453.87	2787.32	34840.09
GAS NATURAL	MMBTU	73358.9	50750.9	56191.8	66791.7	62412.2	72193.5	73170.7	73028.9	68841.6	76899.4	64565.2	65697.0	813909.04
CONSUMO POR TIPO DE ENERGETICO -AÑO 2023														
ENERGETICO	UND	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
ENERGIA ELECTRICA	MWH	27246.2	24791.9	26826.9	26753.6	27640.7	24251.6	19399.4	24596.5	25767.6	27345.9	26896.4	26911.4	308428.21
PETROLEO (D2)	GAL	2751.68	3228.81	3039.52	3381.91	3475.07	3323.59	2511.63	3939.78	3725.38	3446.45	3425.52	3417.42	39666.77
GAS NATURAL	MMBTU	71086.9	65614.9	70507.8	68394.1	78782.0	67574.0	72513.3	55971.7	74392.5	70389.3	72696.1	69922.1	837844.60

Nota: datos recopilados de la planilla energética de planta siderúrgica en Chimbote.