

APÉNDICE II

Previsión de Demanda y Electromovilidad del SEN, periodo 2020-2040

4 de diciembre de 2020

SUBGERENCIA DE PLANIFICACIÓN

www.coordinador.cl



CONTROL DEL DOCUMENTO

APROBACIÓN

Versión	Aprobado por

REVISORES

Nombre	Cargo
Juan Carlos Araneda T.	Subgerente de Planificación

AUTORES

Nombre	Cargo
Sergio Cortez V.	Ingeniero Departamento Prospectiva

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	4
<hr/>	
2. PREVISIÓN DE DEMANDA	5
2.1 METODOLOGÍA	5
2.2 TIPOS DE CLIENTES	5
2.3 PROYECCIÓN DE IMACEC	5
2.4 ENCUESTA DE CLIENTES LIBRES	8
2.5 RESULTADOS PREVISIÓN DE DEMANDA 2020-2040	10
2.6 CONCLUSIONES	14
3. PROYECCIÓN DE ELECTROMOVILIDAD	15
<hr/>	
3.1 SITUACIÓN ACTUAL DE ELECTROMOVILIDAD EN EL PAÍS	15
3.2 EVOLUCIÓN DEL PARQUE AUTOMOTRIZ EN CHILE (2010-2020)	16
3.3 ELECTROTERMINALES PÚBLICOS Y PRIVADOS	20
3.4 PERFIL DE CARGA DE ELECTROTERMINALES PÚBLICOS Y PRIVADOS	23
3.5 PROYECCIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS Y ESTIMACIÓN DE ENERGÍA	29
3.6 PROYECCIÓN DE BUSES ELÉCTRICOS URBANOS EN REGIONES Y ESTIMACIÓN DE ENERGÍA	33
3.7 PROYECCIÓN DE BUSES ELÉCTRICOS URBANOS R. METROPOLITANA Y ESTIMACIÓN DE ENERGÍA	35
3.8 CONCLUSIONES	37
4. ANEXOS	38
<hr/>	
4.1 ANEXO 1	38

1. INTRODUCCIÓN

La proyección de demanda que efectúa anualmente el Coordinador, en un horizonte de tiempo de 20 años, se utiliza para el desarrollo de la Propuesta de Expansión de la Transmisión. Esta se obtiene mediante la aplicación de encuestas a clientes libres y la utilización de un modelo econométrico realizado en conjunto con el Centro de Energía de la Universidad de Chile durante el año 2018. Como resultado de este proceso, se obtiene la proyección de demanda del SEN, considerando la desagregación espacial y temporal para cada una de las regiones que la componen, permitiendo disponer de la información necesaria para los análisis de Planificación de los Sistemas de Transmisión Zonal y Nacional respectivamente, así como para otros procesos internos del Coordinador que utilizan esta información.

En vista de los efectos económicos ocasionados por el Covid-19 a nivel mundial durante el año 2020 y el impacto observado en los diferentes sectores productivos de nuestra economía, se incorpora como parte del ejercicio de previsión de demanda, los efectos ocasionados por la pandemia, para lo cual se realiza un levantamiento de las proyecciones económicas de corto plazo para el país, tanto del Banco Central como de bancos e instituciones internacionales, con el propósito de modelar el perfil de la contracción económica y determinar la reducción de la demanda y el periodo de tiempo que tardaría su posterior recuperación, a niveles similares a los obtenidos sin considerar los efectos del Covid-19.

Por otra parte, en relación con los recursos dispersos en distribución, este año se adiciona al ejercicio de Planificación de la Transmisión, la proyección de Electromovilidad para el SEN durante el periodo 2020-2040, la cual consiste en determinar la proyección anual de vehículos eléctricos particulares y buses eléctricos por región, para luego determinar el impacto en la demanda eléctrica en el sistema de Transmisión Zonal. Para el desarrollo de esta actividad y con el objetivo de disponer de información fehaciente, se realizaron reuniones con los principales Stakeholders del sector público y privado del país relacionado con esta materia, pudiendo identificar los planes e iniciativas que se están desarrollando, las tecnologías disponibles de los principales proveedores de infraestructura, así como las proyecciones del mercado. Durante el desarrollo de este análisis, se utilizan las proyecciones de Electromovilidad de Bloomberg, la cual considera las proyecciones de crecimiento a nivel internacional.

2. PREVISIÓN DE DEMANDA

2.1 METODOLOGÍA

La metodología utilizada para realizar la previsión de demanda 2020-2040 del SEN, considera el tratamiento de la demanda “Top-Down” y “Bottom-Up”, las cuales desde diferente perspectiva permiten obtener la proyección de demanda de clientes libres y regulados. La proyección “Top-Down” se construye por medio de la aplicación de un modelo econométrico que utiliza como variable de entrada las proyecciones de IMACEC, precio de energía, población, vivienda, entre otros y como salida entrega la previsión de demanda del conjunto de clientes libres y regulados del SEN, mientras que la proyección “Bottom-Up” se elabora por medio de la aplicación de encuestas a grandes clientes libres y mediante la aplicación de tasas de crecimiento a la demanda (por barra) de clientes regulados y libres no encuestados. Posteriormente, con motivo de hacer coincidir ambas proyecciones, se trabaja sobre la proyección Bottom-Up aplicando ajustes a las tasas de crecimiento en caso de ser necesario.

Cabe hacer notar que, con el propósito de disponer de adecuadas tasas de crecimiento de la demanda para los grandes clientes libres del SEN, anualmente se aplica una encuesta a este conjunto de empresas, la cual refleja la previsión de energía y potencia para los próximos 20 años de las instalaciones existentes y proyectadas de la industria. Esta información que se solicita es esencial para el ejercicio de Planificación de la Transmisión, puesto que refleja los consumos de la gran minería de la zona norte y centro del país e industrias relevantes que aportan al PIB nacional.

2.2 TIPOS DE CLIENTES

Considerando que los clientes libres y regulados del SEN tienen un comportamiento que se encuentra definido por la actividad productiva que se desarrolla en cada región, se separa el análisis de proyecciones de demanda por tipo de cliente, los cuales se explican a continuación:

- **Clientes Regulados:** Compuesto por clientes residencial y fracciones de clientes del sector industrial que se encuentran sujetos a regulación de precios.
- **Clientes Libres Productores de Cobre:** Compuesto por empresas e industrias de la gran minería del cobre, no sujetas a regulación de precios.
- **Clientes Libres No productores de Cobre:** Compuesto por empresas e industrias de diferentes sectores productivos no sujetas a regulación de precios y que por el volumen de datos no es posible desagregar sectorialmente.

2.3 PROYECCIÓN DE IMACEC

Teniendo en consideración que el IMACEC corresponde a una de las variables económicas que tiene mayor efecto sobre el modelo econométrico que dispone el Coordinador, para el desarrollo de la previsión de demanda, se obtienen las proyecciones económicas del país del Informe de Política

Monetaria (IpoM) del Banco Central, así como de bancos e instituciones internacionales, con el propósito de incluir en la proyección de demanda los efectos de la contracción económica del Covid-19 y su posterior recuperación.

Con motivo de ilustrar las variaciones históricas que ha tenido el IMACEC (variación con respecto al mismo periodo del año anterior), a continuación se presenta su evolución durante el año 1997 a 2020, donde es posible distinguir las crisis económicas del año 1998, 2008, 2019 (estallido social) y la actual crisis sanitaria. En la gráfica es posible apreciar que ninguna de las crisis previas a la actual tuvo la profundidad e impacto económico que hemos visto actualmente.

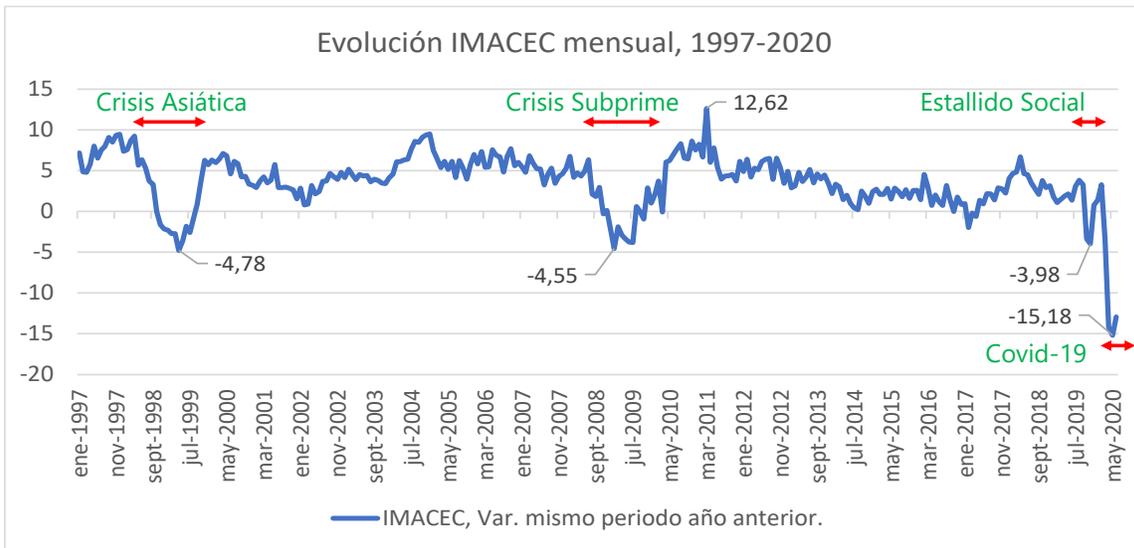


Figura 1. IMACEC histórico 1997-2020, Banco Central.

En relación con la proyección del PIB trimestral para el periodo 2020-2022, publicado por el Banco Central en el Informe de Política Monetaria de junio de 2020, es posible observar que se proyectó la mayor contracción para el segundo trimestre de 2020 y una posterior recuperación hacia fines del mismo año, con un amplio rango de dispersión desde mediados del 2021 en adelante, producto de la incertidumbre del comportamiento de la economía.

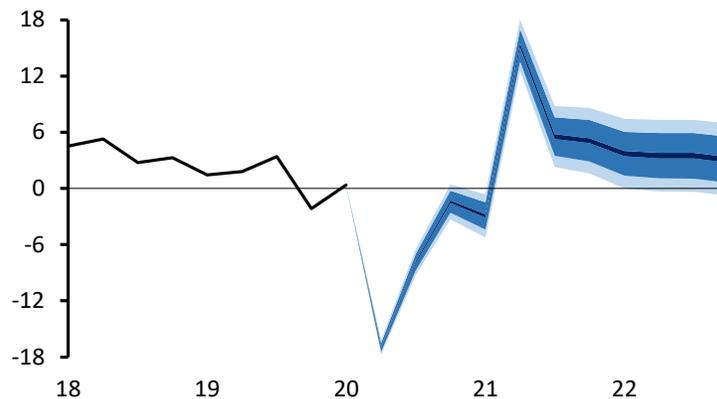


Figura 2. Proyección trimestral PIB Banco Central, periodo 2020-2022. IPoM de junio de 2020.

En relación con la proyección del PIB de las fuentes internacionales consultadas, a continuación, se presenta la proyección trimestral para el periodo 2020 a 2023 de los Bancos Goldman Sachs e Itaú Unibanco y de las instituciones Bloomberg Economics y Pantheon Macroeconomic.

De la gráfica se observa que existe bastante coherencia en las proyecciones de las fuentes consultadas, obteniendo diferencias principalmente en los valores mínimos y máximos de PIB alcanzados en cada periodo.

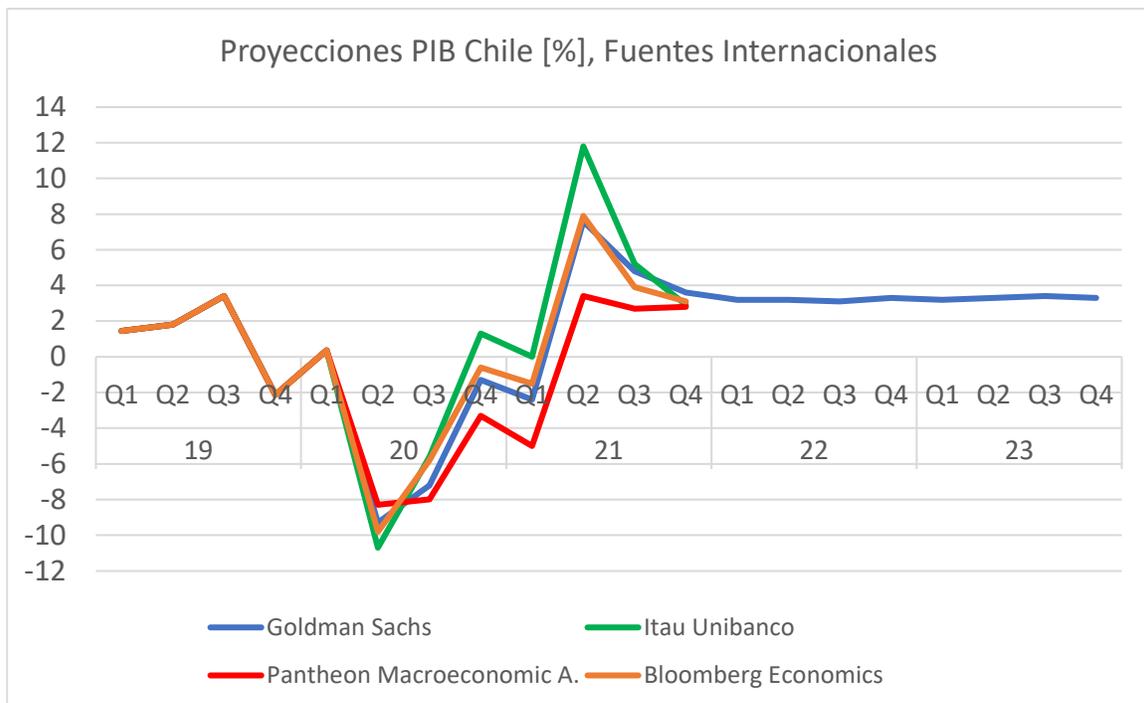


Figura 3. Proyección PIB de Bancos e instituciones internacionales @ junio 2020, periodo 2020-2023.

Con las proyecciones antes expuestas se construyen los escenarios de IMACEC mensual del país para los casos Base, Optimista y Pesimista, y finalmente para el escenario definido por el Coordinador para el modelo econométrico a utilizar en la previsión de demanda para el periodo 2020-2040, estos se presentan a continuación.

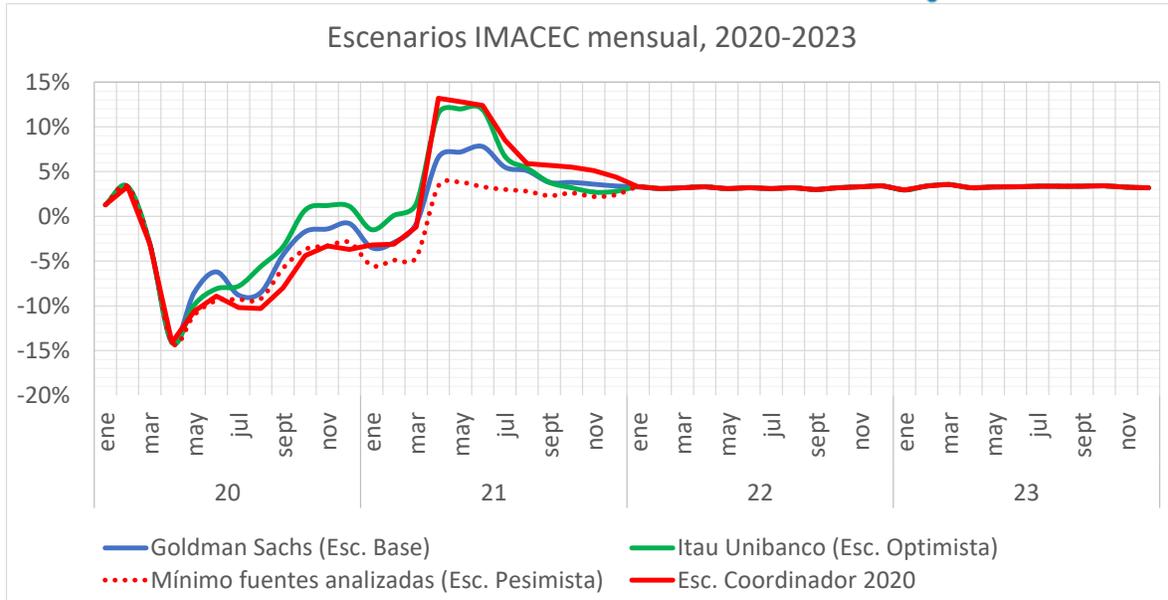


Figura 4. Escenarios IMACEC mensual, periodo 2020-2023.

En la siguiente figura se presenta la serie empalmada de IMACEC 2020-2040, construida en base a la proyección económica durante el periodo 2020-2023 antes expuesto, mientras que del año 2024 en adelante se utiliza una tasa de crecimiento anual de un 3,4%, correspondiente a la proyección económica del Ministerio de Hacienda en base a los resultados del Comité Consultivo del PIB tendencial.

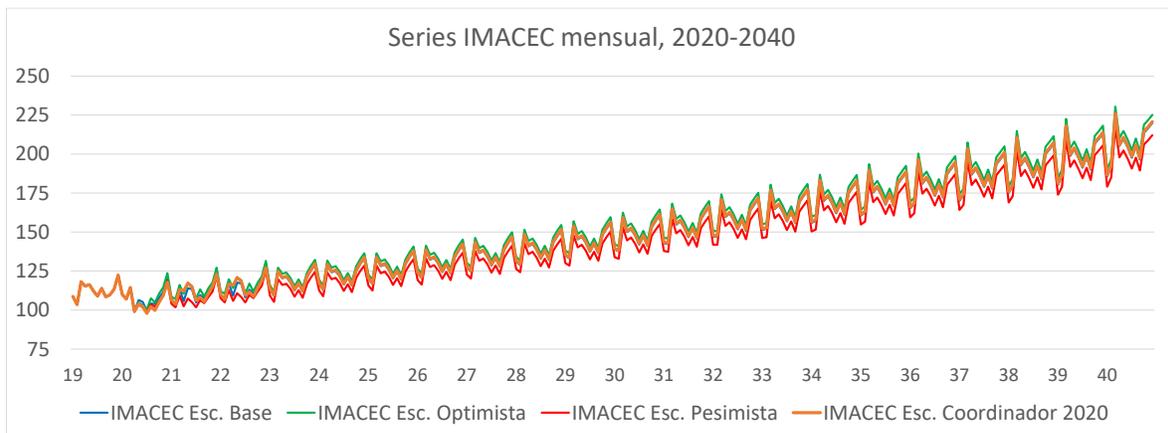


Figura 5. Serie empalmada de IMACEC periodo 2020-2040.

2.4 ENCUESTA DE CLIENTES LIBRES

Tal como se indicó previamente, las encuestas informadas por los clientes se utilizan para proyectar los consumos de las instalaciones existentes y nuevos proyectos, previstos en cada una de las

subestaciones del SEN, con el objetivo de evaluar los requerimientos del sistema de transmisión de uso público y proponer obras ante la Comisión Nacional de Energía, para subsanar las congestiones previstas en el mediano y largo plazo.

La encuesta de previsión de demanda aplicada a los clientes libres durante el año 2020 fue emitida el 30 de marzo 2020 mediante carta DE01576-20, posteriormente se realizó un segundo llamado el 12 de junio 2020 a aquellas empresas que no enviaron la respuesta en primera instancia, mediante carta DE03005-20. El total de empresas encuestadas fueron 113, obteniendo una tasa de respuesta de un 70%. Con respecto al listado de clientes encuestados, se mantuvieron los clientes del año 2019 (69) y además se añadieron algunas empresas que mantenían proyectos de consumo en la etapa de Acceso Abierto y otras con proyectos de plantas desaladoras en tramitación ambiental en el SEIA. A continuación, se presenta el listado de empresas que envió la encuesta con la información solicitada y aquellos que no respondieron.

Tabla 1. Listado de empresas que enviaron la Encuesta de previsión de demanda durante el año 2020.

Encuestas recibidas	
1	Agrocomercial A.S. Ltda.
2	Aguas Antofagasta S.A.
3	Aguas Pacífico SpA
4	Algorta Norte S.A.
5	Anglo American Sur S.A.
6	Atacama Minerals Chile S.C.M.
7	Cartulinas CMPC S.A.
8	Celulosa Arauco y Constitución S.A.
9	Cemento Polpaico S.A.
10	Cementos Bío Bío del Sur S.A.
11	Cleanairtech Sudammerica S.A.
12	CMPC Celulosa S.A.
13	CMPC Maderas S.A.
14	CMPC Tissue S.A.
15	Codelco - División Andina
16	Codelco - División Chuquicamata
17	Codelco - División El Teniente
18	Codelco - División Gabriela Mistral
19	Codelco - División Ministro Hales
20	Codelco - División Radomiro Tomic
21	Codelco - División Salvador
22	Codelco - División Ventanas
23	Compañía Contractual Minera Candelaria
24	Compañía Contractual Minera Ojos del Salado
25	Compañía Doña Inés de Collahuasi SCM.
26	Compañía Minera Cerro Colorado Ltda.
27	Compañía Minera Cerro Negro S.A.
28	Compañía Minera del Pacífico S.A.
29	Compañía Minera Lomas Bayas
30	Compañía Minera Maricunga
31	Compañía Minera Teck Carmen de Andacollo
32	Compañía Minera Teck Quebrada Blanca S.A.
33	Compañía Minera Zaldívar
34	Compañía SCM Minera Lumina Copper Chile
35	Compañía Siderúrgica Huachipato S.A.
36	Cristalerías de Chile S.A.
37	EcoMetales Limited, Agencia en Chile
38	EKA Chile S.A.
39	Empresa Concesionaria de Servicios Sanitarios S.A.
40	Empresa de los Ferrocarriles del Estado
41	Empresa de Transporte de Pasajeros Metro S.A.
42	Empresa Nacional de Minería, Fundación Hernán Videla Lira
43	Enaex S.A.
44	ENAP Refinerías S.A.
45	Forestal y Papelera Concepción S.A.
46	Fundición Talleres Ltda.
47	GNL Quintero S.A.
48	Guanaco Compañía Minera SpA.
49	Haldeman Mining Company S.A.
50	Industria Chilena de Alambre S.A.
51	Mantos Copper S.A.
52	Masisa S.A.
53	Melon S.A.
54	Metro Regional de Valparaíso S.A.
55	Minera Antucoya
56	Minera Escondida Ltda.
57	Minera Los Pelambres
58	Minera Meridian Ltda.
59	Minera Michilla SpA.
60	Minera Salar Blanco S.A.
61	Minera Spence S.A.
62	Minera Valle Central S.A.
63	Minera Vizcachitas Holding
64	Moly-Cop Chile S.A.
65	Occidental Chemical Chile LTDA.
66	Paneles Arauco S.A.
67	Papeles Bio Bio S.A.
68	Papeles Cordillera S.A.
69	Petroquim S.A.
70	Sierra Gorda SCM.
71	Sociedad Contractual Minera Atacama Kozan
72	Sociedad Contractual Minera El Abra
73	Sociedad Contractual Minera Franke
74	Sociedad Contractual Minera Tres Valles
75	Sociedad GNL Mejillones S.A.
76	Sociedad Química y Minera de Chile S.A.
77	SQM Nitratos S.A.
78	Trends Industrial S.A.
79	Xstrata Copper - Altonorte
80	

Tabla 2. Listado de empresas que no enviaron la Encuesta de previsión de demanda durante el año 2020.

Encuestas no recibidas	
1	AGBAR Chile S.A.
2	Aguas Andinas S.A.
3	Aguas Chañar S.A.
4	Aguas del Altiplano S.A.
5	Albemarle Ltda.
6	Atacama Sur SpA.
7	Caitán SpA.
8	CIA. Minera Mantos de Oro
9	Compañía Exploradora y Explotadora Minera Chileno Rumana S.A.
10	Compañía Explotadora de Minas S.C.M.
11	Compañía Minera Arqueros S.A.
12	Compañía Minera Sierra Norte S.A.
13	ENTEL PCS Telecomunicaciones S.A.
14	ESSBIO S.A.
15	ESVAL S.A.
16	GERDAU AZA S.A.
17	Grace S.A.
18	Inversiones y Servicios Dataluna Ltda.
19	Laguna Resources Chile Ltda.
20	Minera Altos de Punitaqui Ltda.
21	Minera Centinela
22	Minera Florida Ltda.
23	Minera Las Cenizas S.A.
24	Minera Nevada Ltda. (Barrick)
25	Planta Recuperadora de Metales SpA.
26	ROCKWOOD Litio Limitada
27	Santo Domingo SCM.
28	Servicios Informáticos Loboflores Ltda.
29	Seven Seas Water Chile SpA.
30	Sociedad Contractual Minera Copiapó
31	Sociedad Punta del Cobre S.A.

2.5 RESULTADOS PREVISIÓN DE DEMANDA 2020-2040

Una vez realizada la proyección “Bottom-Up” y realizados los ajustes correspondientes, se obtiene la proyección de energía y potencia del SEN para el periodo 2020-2040. En la figura 6 y 7 se presenta la proyección para los próximos 20 años, donde se aprecia que durante el año 2020 existe una disminución de energía si se compara con la proyección realizada por la CNE el 2019, esto ocurre producto del efecto del Covid-19 en la demanda de clientes libres y regulados. Tal efecto en la demanda podría extenderse, en el caso que la recuperación económica país sea inferior a la proyectada para estos efectos. En anexo 1 del presente documento se presentan las tablas con la proyección anual, por tipo de cliente y por región.

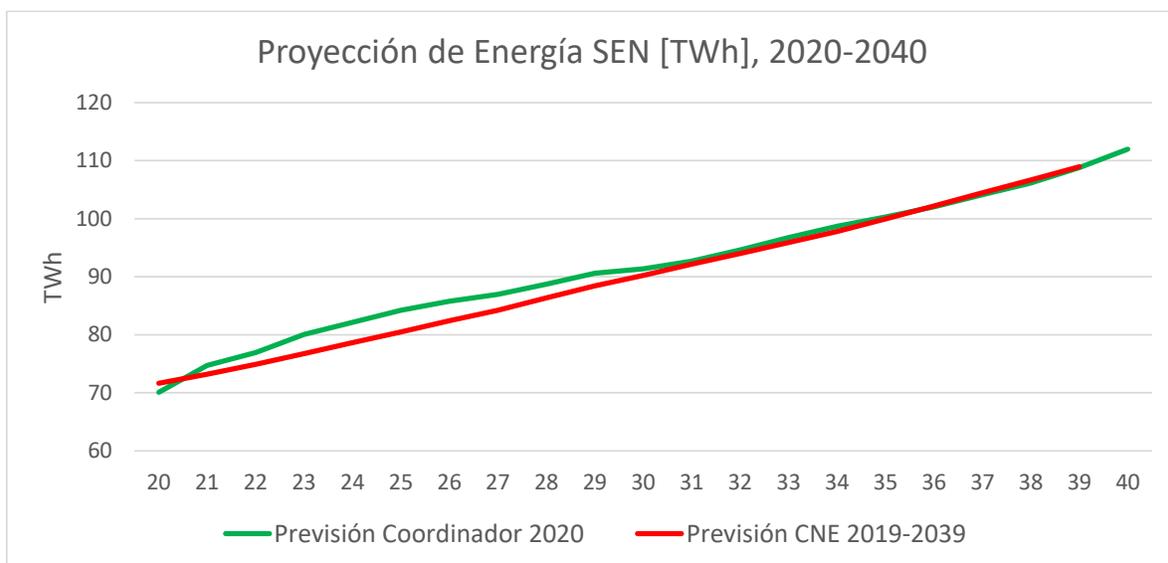


Figura 6. Proyección de energía del SEN periodo 2020-2040.

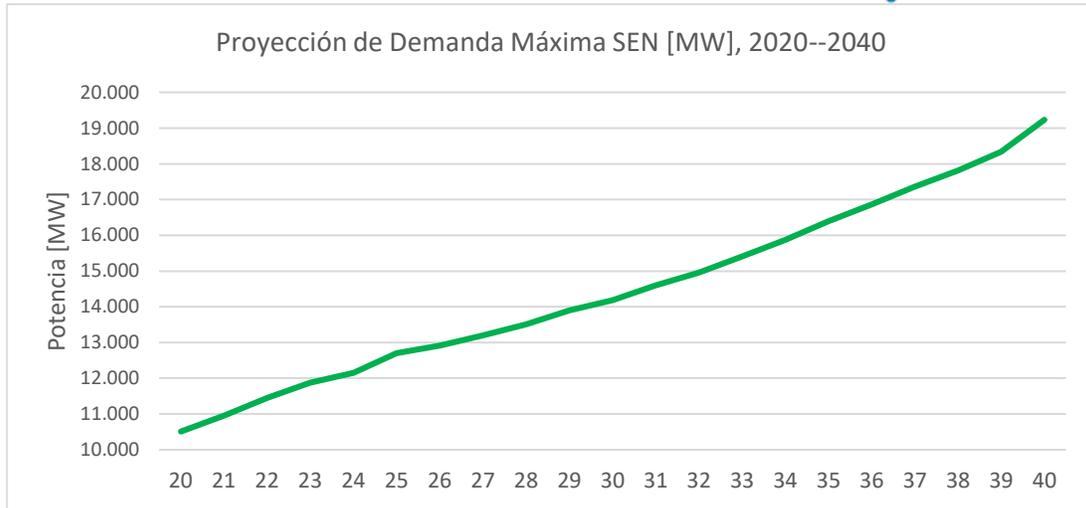


Figura 7. Proyección de potencia máxima del SEN periodo 2020-2040.

En la siguiente figura se presenta la proyección de energía por tipo de cliente, donde se aprecia un mayor crecimiento de la demanda de clientes libres desde el año 2023 en adelante, producto de la puesta en servicio de nuevos proyectos de la gran minería del cobre.

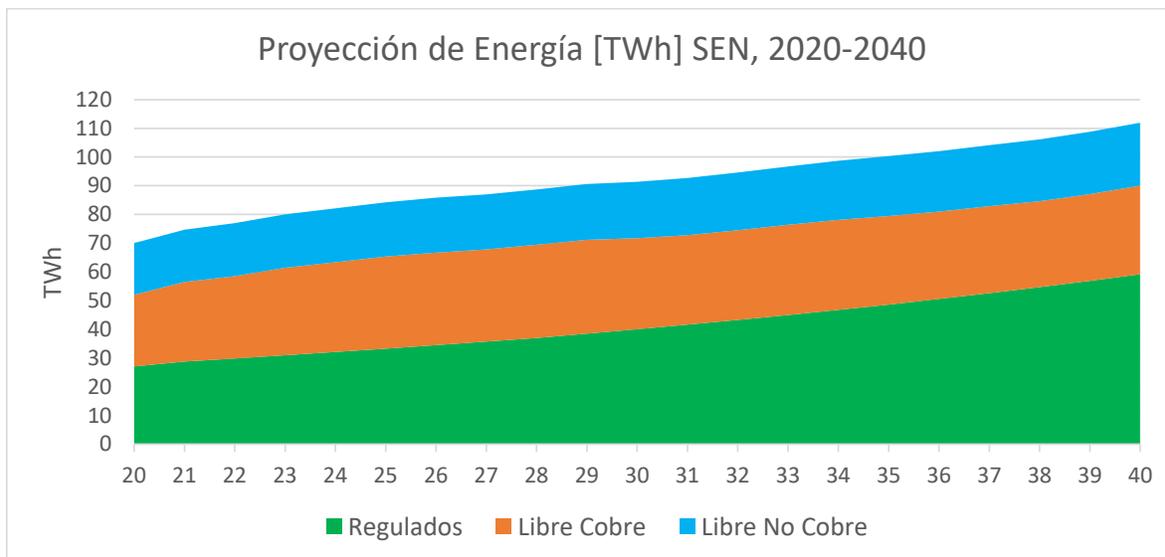


Figura 8. Proyección de energía del SEN 2020-2040 por tipo de cliente.

Además, con el propósito de comparar los resultados de la proyección de energía realizada por el Coordinador y la proyección realizada por la CNE en el “Informe Definitivo de Previsión de Demanda 2020-2039 Sistema Eléctrico Nacional” de enero de 2020, a continuación, se presenta la variación porcentual obtenida entre ambas proyecciones, dando cuenta que la mayor contracción ocurre el año 2020 con un 3,2% de disminución respecto al caso Pre-Covid.

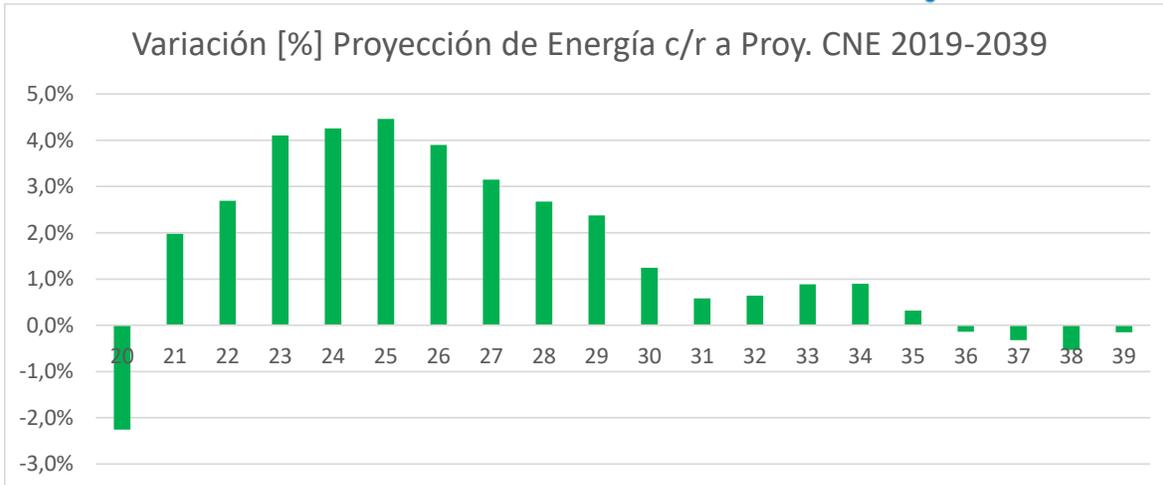


Figura 9. Variación porcentual entre la proyección de demanda del Coordinador 2020 y CNE 2019.

En cuanto a la proyección de energía del SEN en regiones, en la siguiente figura se presenta el incremento de la demanda al año 2040 en periodos de 5 años, donde es posible distinguir que el mayor consumo del país está localizado en la segunda región y región Metropolitana, las cuales poseen un participación de la demanda del SEN de un 22% y 31% respectivamente, razón por lo cual el sistema de transmisión entre ambas regiones debe estar adaptado al crecimiento esperado de la demanda y además permitir los flujos de energía renovable variable del sistema.

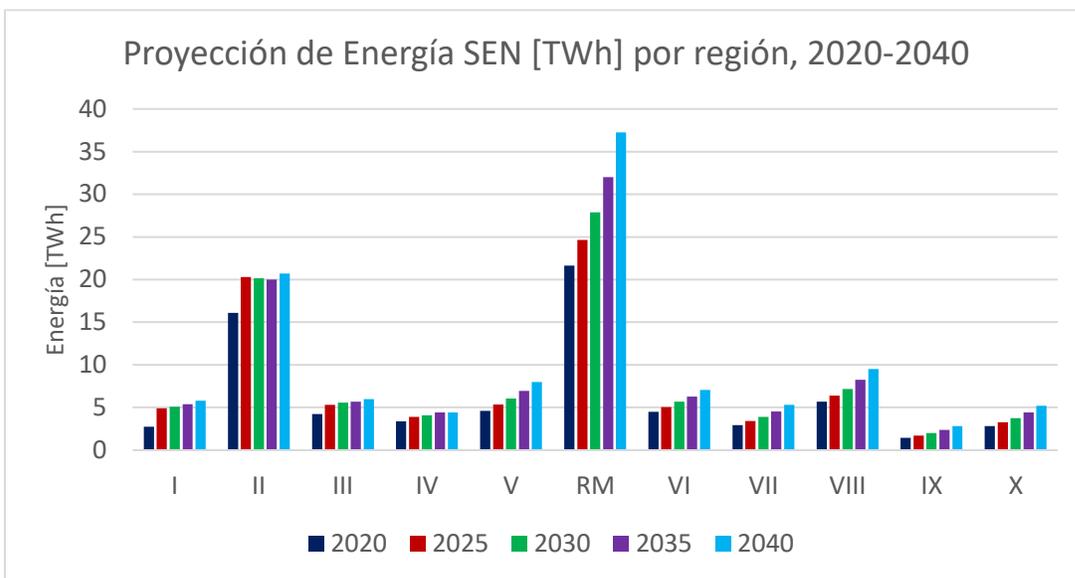


Figura 10. Previsión de demanda del SEN periodo 2020-2040.¹

¹ Regiones de Arica y Parinacota, Ñuble y Los Ríos, se encuentran contenidas en la primera, octava y décima región respectivamente.

En las siguientes figuras se presenta la proyección de demanda y tasas de crecimiento del SEN por tipo de cliente, donde se identifica un mayor incremento en la demanda para el año 2021 tanto para clientes libres como regulados, lo cual es consistente con la proyección económica prevista para el próximo año. Con respecto a la proyección para los clientes regulados, estos duplican su demanda al año 2040, mientras que los clientes libres tienen un crecimiento de demanda que se ajusta principalmente al perfil de crecimiento de la demanda de la gran Minería del Cobre.

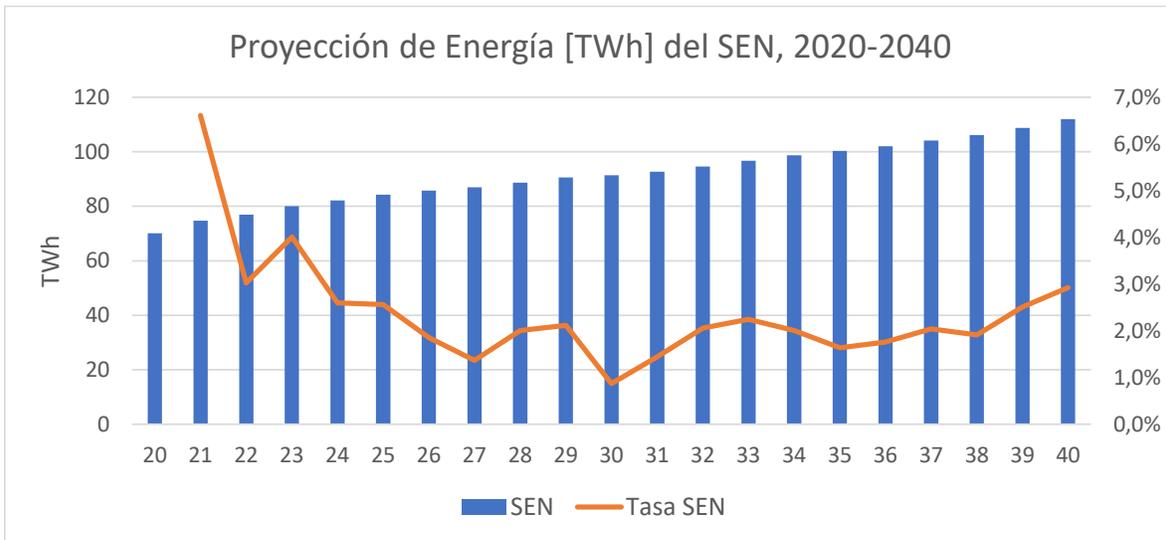


Figura 11. Proyección de demanda del SEN periodo 2020-2040.

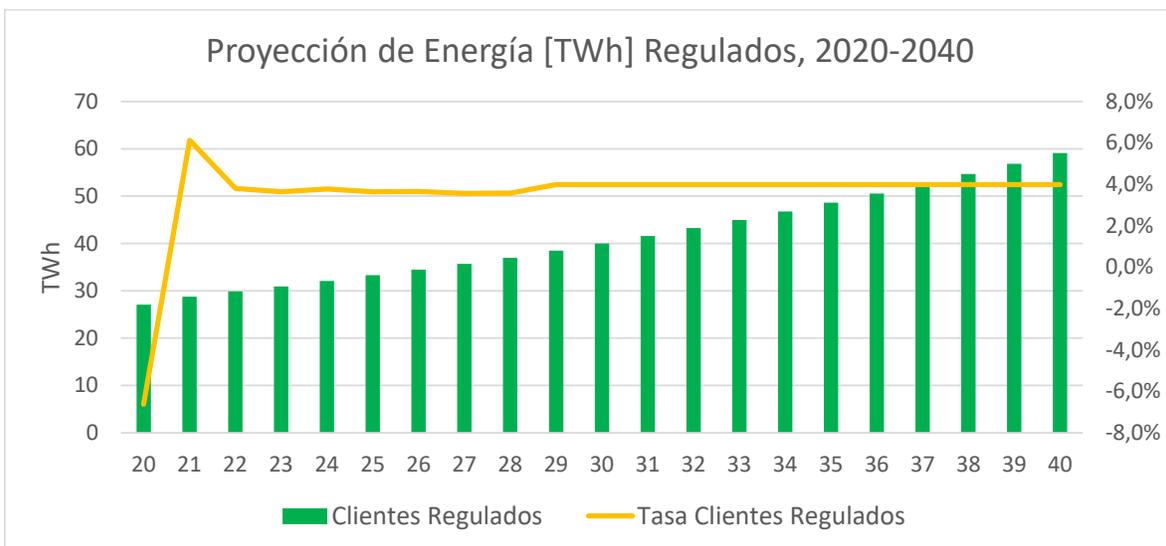


Figura 12. Proyección de demanda del SEN clientes Regulados, periodo 2020-2040.

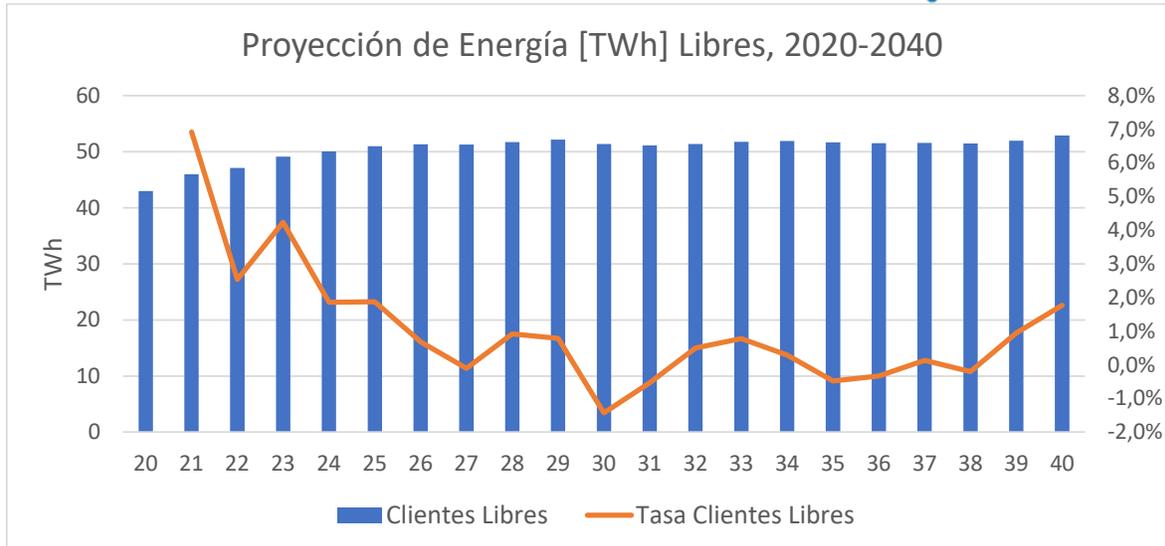


Figura 13. Proyección de demanda del SEN Clientes Libres, periodo 2020-2040.

2.6 CONCLUSIONES

Luego de realizar la previsión de demanda del SEN para el periodo 2020-2040, se identifica que durante el año 2020 existe una menor demanda producto de la pandemia, la cual se recupera desde el año 2021 en adelante. No obstante lo anterior, tales efectos de disminución de la demanda se podrían extender, en el caso que la recuperación económica de los próximos años sea inferior a la estimada en este estudio.

En adición a lo anterior, por medio de la aplicación de la encuesta de clientes libres recibidas durante el año 2020, se identifica una mayor demanda de la industria minera en la zona norte del país, la cual proviene tanto de instalaciones existentes como de nuevos proyectos. Tales demandas exigirán un sistema de transmisión robusto y con suficiente flexibilidad para afrontar la variabilidad de la matriz de generación, la cual año a año está desplazando a los combustibles fósiles.

Por último, se refuerza la importancia de las encuestas de clientes para el proceso de Planificación de Transmisión, puesto que esta información permite al Coordinador identificar las demandas previstas de la industria en regiones, evaluar los requerimientos de la infraestructura de transmisión existente y con esto, proponer anualmente obras de transmisión ante la Comisión Nacional de Energía.

En relación con los futuros aspectos a incluir en el ejercicio anual de previsión de demanda del SEN, durante el año 2021 se incluirá el efecto de la reconversión de calefacción a leña por electricidad, la cual posee un impacto significativo en la zona centro-sur del país.

3. PROYECCIÓN DE ELECTROMOVILIDAD

3.1 SITUACIÓN ACTUAL DE ELECTROMOVILIDAD EN EL PAÍS

Con motivo de conocer el estado actual de la Electromovilidad en el país y proyectar su crecimiento en un periodo de 20 años, se realizaron una serie de reuniones con los principales Stakeholders en esta materia, tanto del sector público como privado, incluyendo Universidades y empresas proveedoras de tecnología. De esta forma, se abordaron los proyectos y metas que enfrenta el sector público en el mediano y largo plazo, con las iniciativas y proyecciones de crecimiento del sector privado.

A continuación, se presentan las empresas con las cuales se realizaron reuniones:

- Empresas del Sector Público:
 - i. Ministerio de Transportes Metropolitanos.
 - ii. Ministerio de Energía, Departamento de Prospectiva.
 - iii. CNE, Departamento de Regulación Económica.
 - iv. SEC, Unidad de Energía Renovables y Electromovilidad.
 - v. Agencia de Sostenibilidad Energética (AgenciaSE).
- Empresas del Sector Privado:
 - vi. Enel X.
 - vii. Copec Voltex.
 - viii. Engie Servicios.
 - ix. ABB.
- Universidades:
 - x. Pontificia Universidad Católica de Chile, Centro de Energía.
 - xi. Universidad Técnica Federico Santa María.
 - xii. Universidad de Concepción.

En relación con las actividades que se están desarrollando en el sistema público, destacan las licitaciones para el reemplazo de la totalidad de la flota de buses de la región Metropolitana por nuevos buses, las cuales estarán operativos de manera gradual desde el año 2021 al 2023. Tales licitaciones se encuentran en curso y quedaron abiertas para que los proponentes definan el tipo de combustible de los buses; sin embargo, aquellas propuestas que consideren buses eléctricos tendrán un mayor puntaje técnico, al igual que se les ampliará el periodo de la licitación de 10 a 14 años. En el caso que como resultado de la licitación se disponga de un gran porcentaje de buses eléctricos, el impacto en las redes de distribución y en el Sistema de Transmisión Zonal dependerá de los horarios de carga de estos. Sin embargo, se ha visto que los horarios de carga se ajustan al recorrido (ruta) de los buses, existiendo en la gran mayoría de los casos una carga completa de las baterías durante la madrugada y cargas parciales durante el día.

En relación con las iniciativas y proyectos que está desarrollando el sector privado, estas se centran en la habilitación de la infraestructura de carga pública y privada, lo cual permitirá ampliar la distancia recorrida por los vehículos eléctricos enchufables, logrando el desplazamiento óptimo al

interior de grandes ciudades y entre ciudades. De hecho, uno de los factores determinantes en la adopción del reemplazo de vehículos de combustión interna por vehículos sin emisiones por parte de usuarios, requiere de una infraestructura de carga mínima, con el fin de satisfacer las necesidades de movilidad.

3.2 EVOLUCIÓN DEL PARQUE AUTOMOTRIZ EN CHILE (2010-2020)

A partir de la información disponible en el sitio web del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), es posible determinar el parque de vehículos motorizados en circulación y su evolución durante los años 2010 a 2019. Considerando que, a la fecha de la realización de este estudio, sólo se encontraba disponible en el INE la información hasta el año 2018, se realiza una proyección hasta el 2020, con el fin de disponer de un año base para los pronósticos de electromovilidad.

En la siguiente tabla se presenta el crecimiento del parque de vehículos motorizados y de los distintos segmentos del mercado automotriz durante los años 2006 a 2018, tales como transporte particular, transporte colectivo y transporte de carga.

Tabla 3. Segmentación del parque vehicular motorizado a nivel nacional, 2006-2018.

Año	N° Vehículos motorizados	Transporte Particular	Vehículos Eléctricos totales	Transporte colectivo				Transporte de carga
				Taxis: básico, colectivos y turismo	Minibus Transporte Colectivo	Bus Transporte colectivo	Bus, transporte escolar y trabajadores	
2006	2.599.425	2.283.892		102.656	22.188	40.323	3.468	146.898
2007	2.762.593	2.437.329		102.114	23.860	41.875	2.368	155.047
2008	2.955.303	2.619.358		101.547	26.031	42.832	2.201	163.334
2009	3.068.220	2.725.855	54	102.147	27.173	42.792	2.886	167.313
2010	3.299.446	2.945.425	41	101.886	28.578	44.751	3.012	175.753
2011	3.571.219	3.203.729	31	100.926	29.353	45.354	3.184	188.642
2012	3.885.581	3.506.887	71	100.378	27.476	44.968	4.087	201.714
2013	4.168.980	3.780.900	101	100.505	29.114	48.108	4.041	206.211
2014	4.468.450	4.063.017	136	103.508	32.454	48.013	4.577	216.745
2015	4.647.062	4.235.269	216	104.722	33.916	48.205	4.819	219.915
2016	4.853.413	4.430.385	276	106.711	37.871	48.388	5.557	224.225
2017	5.079.718	4.650.118	537	104.350	40.567	49.277	5.865	229.004
2018	5.382.604	4.937.554	1.460	104.034	46.845	50.500	6.502	235.709

De la tabla anterior, se desprende que al año 2018 el transporte particular, transporte colectivo y transporte de carga representaron un 91,7%, 3,9% y 4,4% respectivamente del número de vehículos motorizados del país, siendo el transporte particular el que posee la mayor participación. En la siguiente figura se presenta el crecimiento del parque automotriz desde el año 2010 al 2020, donde los datos indicados en línea segmentada corresponden a la proyección realizada para los años 2019 y 2020 respectivamente.

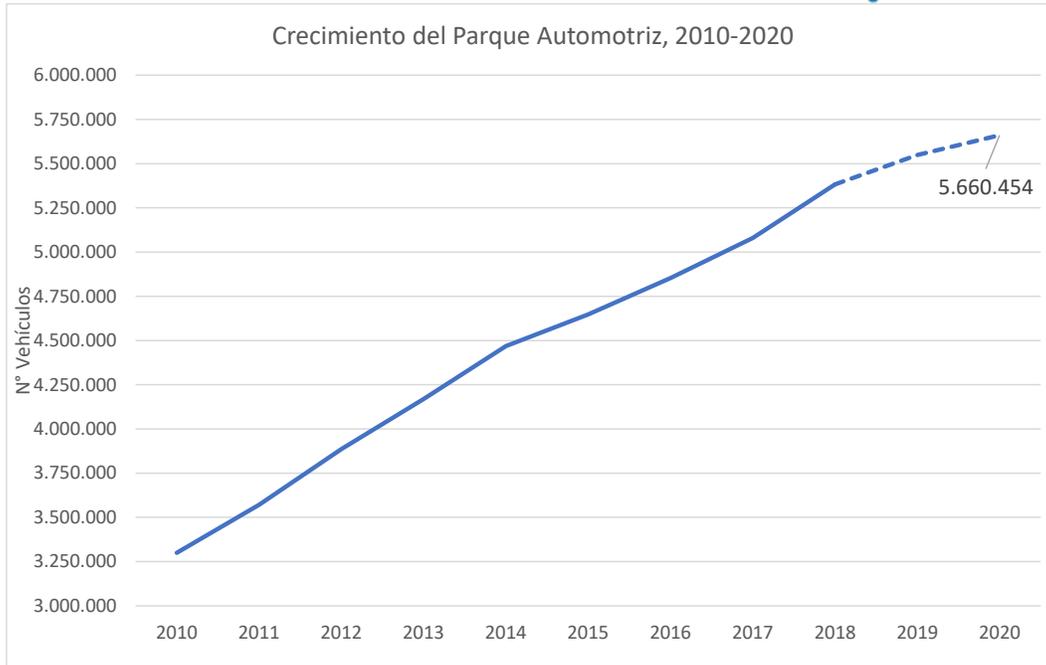


Figura 14. Crecimiento del Parque Automotriz a nivel nacional, 2010-2020.

En las siguientes figuras se presenta la distribución del parque automotriz por región durante los últimos 10 años y la participación del parque vehicular por región al año 2020. En esta última, se observa que las regiones que poseen una mayor participación vehicular al año 2020 corresponde a la región Metropolitana (RM), Bio-Bio (VIII) y Valparaíso (V), con coberturas de un 39,5%, 10,7% y 10,6% respectivamente.

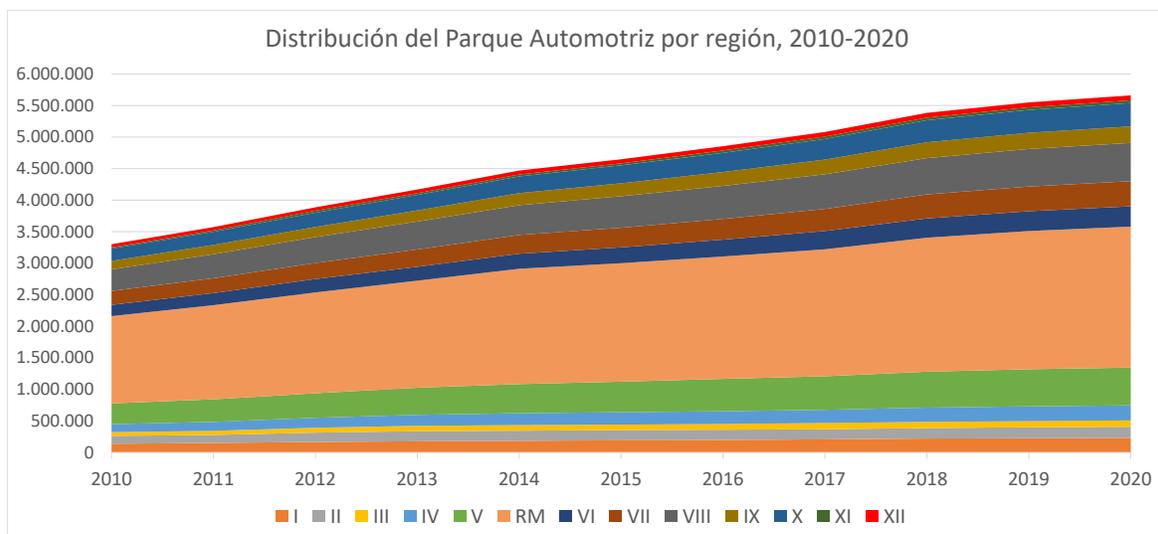


Figura 15. Distribución del Parque Automotriz por región², 2010-2020.

² Regiones de Arica y Parinacota, Ñuble y Los Ríos, se encuentran contenidas en la primera, octava y décima región respectivamente.

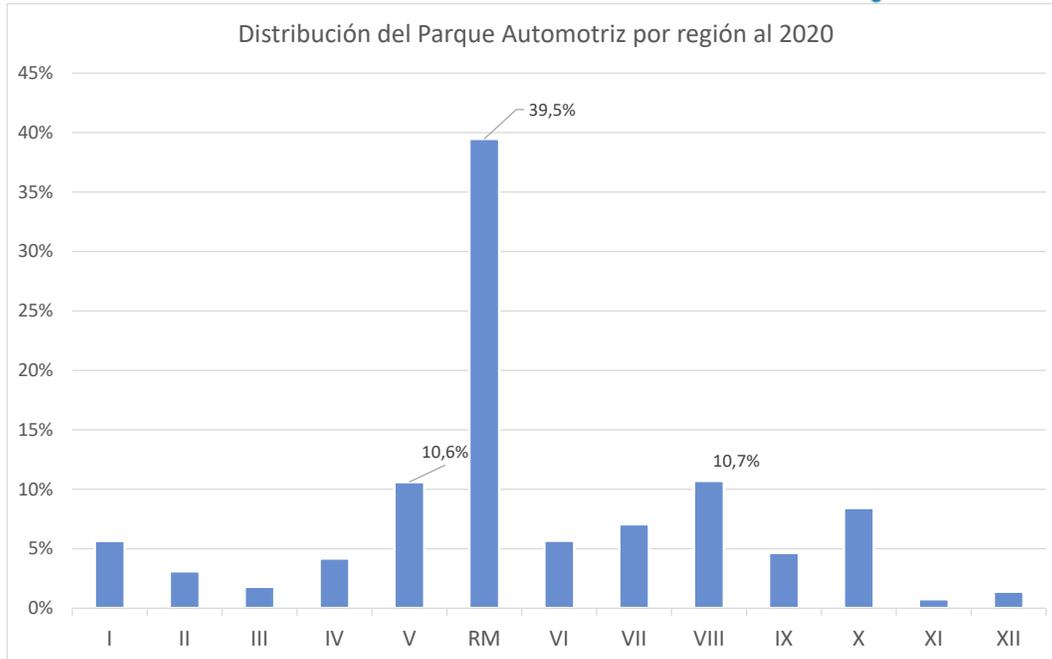


Figura 16. Distribución del Parque automotriz por región al año 2020.

En cuanto al crecimiento del parque de vehículos eléctricos, en adelante EV³, a continuación, se presenta el número de EV que obtuvo permiso de circulación en las municipalidades del país entre los años 2010 y 2018. De la gráfica es posible observar un crecimiento exponencial desde el año 2012 en adelante.

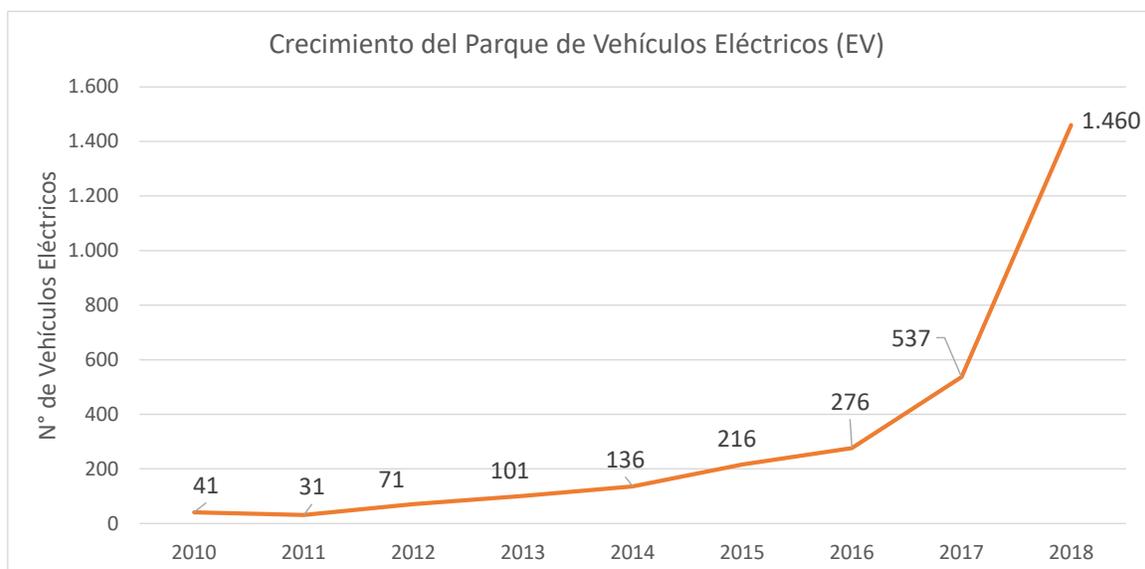


Figura 17. N° de Vehículos Eléctricos en circulación, 2010-2018⁴.

³ Considera los vehículos híbridos enchufables y vehículos 100% eléctricos.

⁴ Hasta el año 2018 gran parte de los EV corresponde a vehículos particulares. Desde el 2019 se suman los buses eléctricos.

En relación con lo expuesto anteriormente, a partir de la información de ventas de vehículos livianos y medianos que proporciona la Asociación Nacional Automotriz de Chile (ANAC), a través de sus reportes mensuales, a continuación, se presenta los registros de ventas anuales de vehículos motorizados y eléctricos desde el año 2012 a 2019.

Tabla 4. Venta anual de vehículos livianos y medianos, años 2012-2019.

Año	Venta anual	Var. % anual	Ventas híbridos y eléc.	Var. % anual	% venta anual
2012	338.826		5		0,001%
2013	378.240	11,6%	5	0,0%	0,001%
2014	337.594	-10,7%	14	180,0%	0,004%
2015	282.232	-16,4%	32	128,6%	0,011%
2016	305.540	8,3%	22	-31,3%	0,007%
2017	360.900	18,1%	137	522,7%	0,038%
2018	417.038	15,6%	197	43,8%	0,047%
2019	372.878	-10,6%	302	53,3%	0,081%

De la tabla anterior se desprende que el año 2019 las ventas de EV apenas superaron las 300 unidades, las cuales representaron un 0.08% de las ventas anuales de vehículos livianos y medianos en el país, ventas que han ido en aumento en el transcurso de los años, tal como se muestra a continuación.

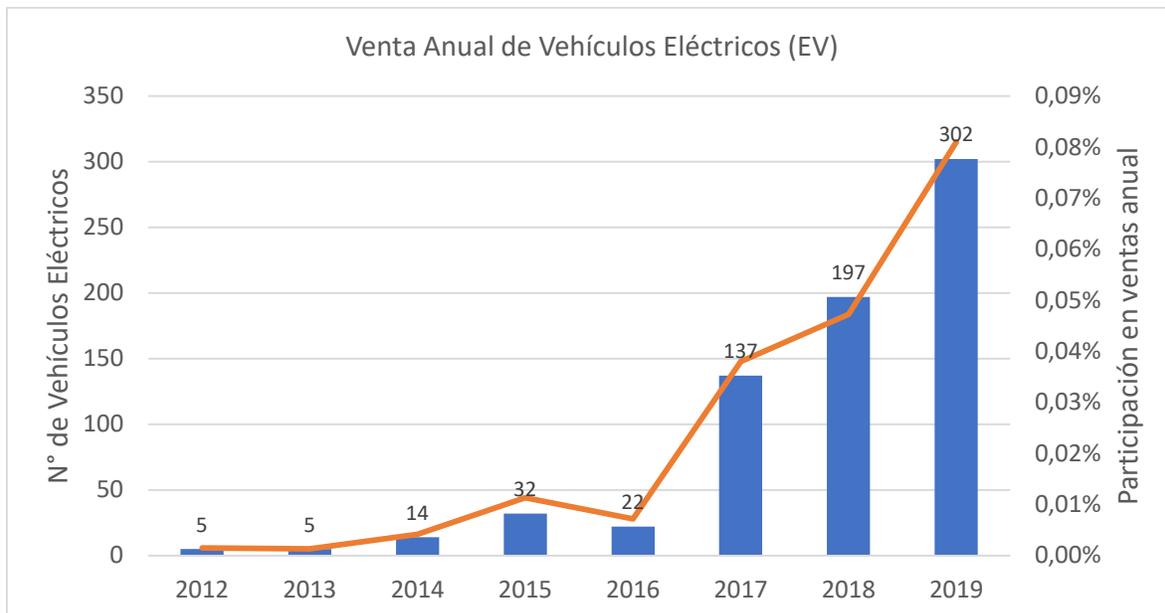


Figura 18. Venta anual de Vehículos Eléctricos (EV), 2012-2019.

Con motivo de explicar respecto a los terminales de carga público y privados disponibles en el SEN, en la siguiente sección se aborda este tema con mayor detalle.

3.3 ELECTROTERMINALES PÚBLICOS Y PRIVADOS

A continuación, se presenta los terminales de carga que se encuentran instalados a nivel de distribución, correspondiente a aquellos ubicados en la vía pública para dar suministro a vehículos particulares y aquellos terminales de carga privados utilizados para dar suministro a buses del transporte público.

Con respecto a los terminales de carga públicos, en las siguientes figuras se presenta el crecimiento del número de cargadores en el transcurso de los años, su distribución geográfica, el tipo de cargadores y la potencia instalada que posee cada región⁵.

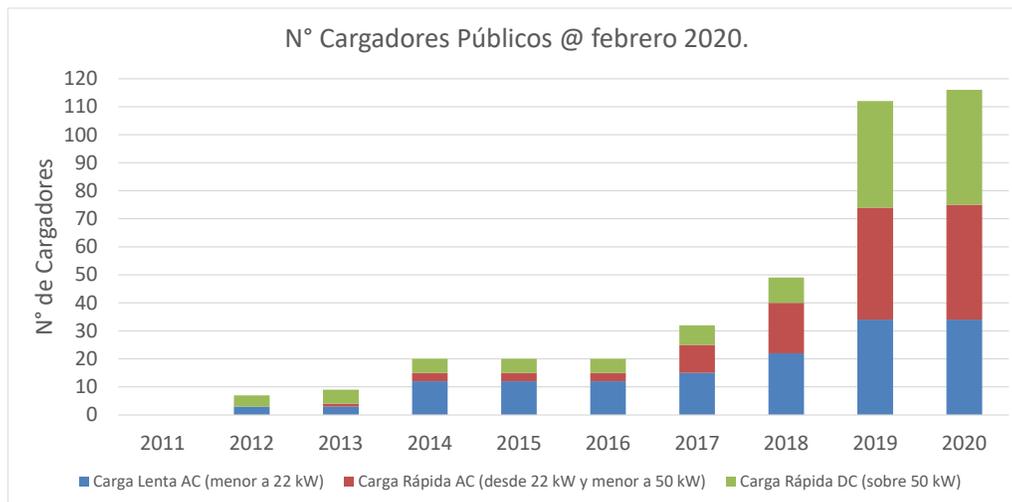


Figura 19. N° de cargadores públicos, periodo 2011-2020⁶ (Fuente: Min. Energía).

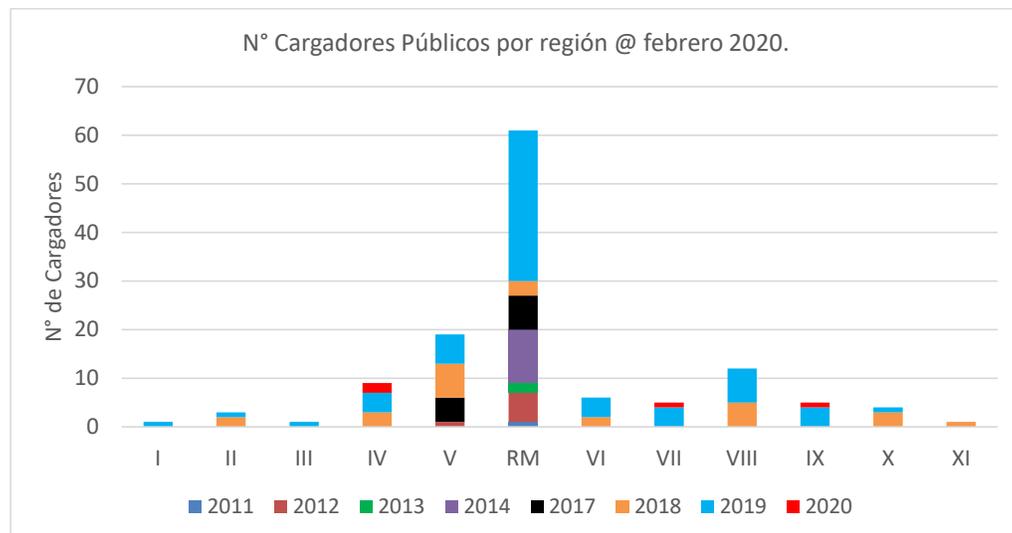


Figura 20. Distribución geográfica de cargadores públicos por región⁴ (Fuente: Min. Energía).

⁵ Regiones de Arica y Parinacota, Ñuble y Los Ríos, se encuentran contenidas en la primera, octava y décima región respectivamente.

⁶ La información correspondiente al año 2020 considera la información hasta el mes de febrero de 2020.

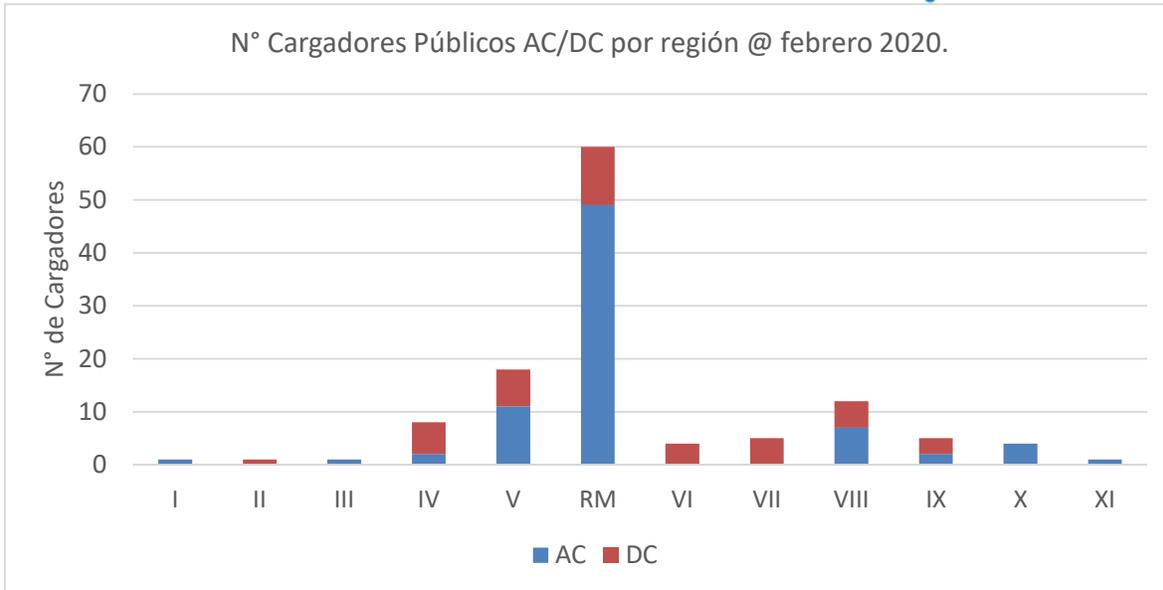


Figura 21. N° de Cargadores Públicos AC/DC por región⁴ (Fuente: Min. Energía).

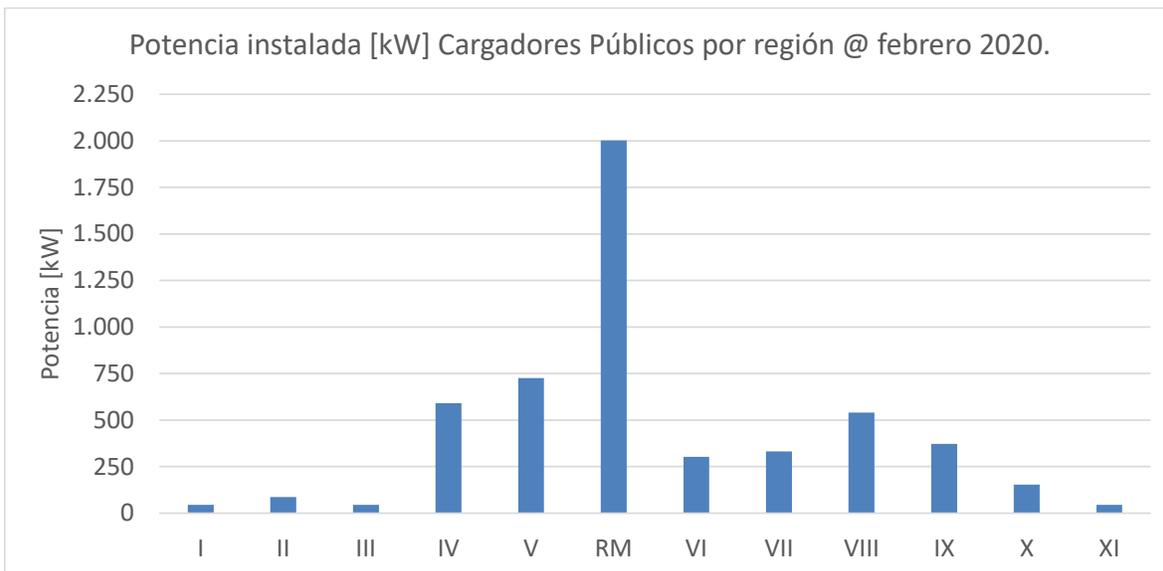


Figura 22. Potencia instalada [kW] cargadores públicos por región⁴ (Fuente: Min. Energía).

Con respecto a los terminales de carga privados utilizados para dar suministro al transporte público, se dispone de información sólo de la región Metropolitana. En las siguientes tablas se presentan los Electroterminales que se encuentran en servicio a abril de 2020, así como aquellos que estarán operativos entre los años 2021 y 2023.

La flota de buses del transporte público Metropolitano se compone de 6.700 buses, los cuales tal como se indicó anteriormente, se reemplazarán por una nueva flota entre los años 2021 a 2023. La primera licitación de buses se encuentra en curso y cubrirá alrededor del 35% del parque

Metropolitano (2.300 buses), la cual entrará en servicio durante el segundo semestre de 2021, mientras que la segunda y tercera licitación cubrirán un 25% y un 40% respectivamente de la flota actual, estos buses entrarán en operación a fines del año 2022 y 2023 respectivamente.

Tabla 5. Electroterminales en servicio en la región Metropolitana a abril de 2020 (Fuente: CNE).

N°	NOMBRE TERMINAL	COMUNA	N° DE CARGADORES	POTENCIA POR CARGADOR [kW]	CAPACIDAD DE CARGA SIMULTANEA [kW]	PROVEEDOR DE ENERGÍA	FECHA PES
1	El Descanso/Santa Ana	Maipú	36	80	2080	Enel Distribución	15-11-2017
2	Los Espinos	Peñalolén	63	80	3600	Enel Distribución	15-12-2018
			1	120	120	Enel Distribución	22-08-2019
3	El Salto	Huechuraba	5	150	750	Enel Distribución	02-03-2019
4	Lourdes	Maipú	37	150	5550	Engie	01-04-2019
5	Juanita	Puente Alto	13	150	1950	EEPA (Empresa Eléctrica Puente Alto)	01-04-2019
6	Los Pinos	Maipú	10	80	800	Enel Distribución	10-10-2019
7	Los Acacios	Maipú	37	80	2640	Enel Distribución	12-10-2019
8	Las Palmas	Pudahuel	13	80	1040	Enel Distribución	14-10-2019

Tabla 6. Primer bloque de licitaciones, Transporte Público Metropolitano. PES Q3/Q4 2021.

N°	COD. DTPM	NOMBRE TERMINAL	COMUNA	FLOTA ESTIMADA	POTENCIA MÁXIMA (MW)
1	A01	Renca	Renca	181	13,6
2	A02	Huechuraba	Huechuraba	81	6,1
3	A04	Puente Alto	Puente Alto	133	10
4	A06	Santa Margarita	San Bernardo	34	2,6
5	D04	La Reina	La Reina	101	7,6
6	F01	El Salto	Huechuraba	212	15,9
7	F02	Colo	Quilicura	43	3,3
8	F03	Santa Marta Huechuraba	Huechuraba	96	7,2
9	F04	PR Aguirre Luco	Huechuraba	74	5,6
10	G01	Juanita	Puente Alto	123	9,2
11	G02	La Primavera	Puente Alto	68	5,1
12	G03	Pie Andino	Puente Alto	126	9,5
13	G04	Los Tilos	Puente Alto	51	3,8

Teniendo en consideración la relevancia del perfil de carga de los Electroterminales que hoy se encuentran operativos y el consumo energético, en la siguiente sección se presenta la información provista por las principales empresas distribuidoras del país.

3.4 PERFIL DE CARGA DE ELECTROTERMINALES PÚBLICOS Y PRIVADOS

Por medio de la aplicación de una encuesta de Electromovilidad enviada a las principales empresas distribuidoras el 13 de abril de 2020 mediante carta DE01790-20, se solicitó la previsión de consumos asociados a nuevos terminales para el transporte público y privado en su zona de concesión, así como el perfil de demanda horario o cada 15 minutos de los terminales operativos. A continuación, se presenta el perfil de demanda de Electromovilidad, los nuevos terminales de carga y la estimación de energía anual proporcionada por las empresas distribuidoras.

i. Respuesta de Chilquinta.

Chilquinta informa por medio de carta DE03662-20 de fecha 8 de mayo de 2020, que no tiene previsto instalar Electroterminales para dar suministro a buses del transporte público. Sin embargo, informa los terminales de carga públicos que se encuentran instalados en su zona de concesión, así como el perfil de demanda de alguno de estos consumos. En general, la potencia de estos terminales de carga fluctúa entre 22 y 43 kW.

En este informe no se presenta el perfil de consumo de los terminales de carga públicos informados por la empresa, dada la dispersión de los datos horarios.

ii. Respuesta de Enel Distribución.

Enel Distribución informa por medio de carta DE03670-20 de fecha 8 de mayo de 2020 que tiene previsto nuevos consumos al año 2021, asociados a terminales para el Transporte Público Metropolitano. Además, informa la cantidad de cargadores públicos que se encuentran instalados por comuna en su zona de concesión y la estimación máxima de consumo anual de energía. En la siguiente tabla se presenta la información proporcionada por Enel para los terminales de transporte público en la RM.

Tabla 7. Previsión de consumos terminales de Transporte Público Metropolitano existentes y proyectados.

Nombre terminal	Comuna	Subestación suministradora	Nivel de tensión del alimentador de distribución [kV]	Potencia [MW]	Estimación consumo de energía anual [MWh]	PES
METBUS - Los Pinos	Maipu	S/E Santa Marta	12	0,96	1598	31-12-2019
METBUS - Las Palmas	Pudahuel	S/E San Pablo	23	4,8	7989	31-12-2019
METBUS - Los Nogales	Maipu	S/E Pajaritos	12	2,1	3495	31-12-2019
METBUS - Los Acacios	Maipu	S/E Santa Marta	23	4,24	7057	31-12-2019
METBUS - Los Espinos	Peñalolen	S/E La Reina	12	9,2	15312	31-12-2019
REDBUS - Nueva Bilbao	Las Condes	S/E Andes	12	0,7	1165	31-12-2019
MUNIC. LAS CONDES / TANDEM - Nueva Bilbao	Las Condes	S/E Andes	12	0,5	832	31-12-2019
METBUS - Los Abedules	Las Condes	S/E Andes	12	0,72	1198	31-12-2019
METBUS - Rio Elqui	Las Condes	S/E San Pablo	23	2,4	3995	31-12-2019
U1-HUECHURABA	Huechuraba	S/E Recoleta	12	23,9	39779	31-08-2021
U6-ORIENTE	Huechuraba	S/E Recoleta	12	16	26630	31-08-2021
U6- PR AGUIRRE LUCO	Huechuraba	S/E Recoleta	12	4,3	7157	31-08-2021
U6-SANTA MARTA HUECHURABA	Huechuraba	S/E Chacabuco	12	7,3	12150	31-08-2021
U4-LA REINA	La Reina	S/E Andes	12	9,6	15978	31-08-2021
U4-LAS TORRES	Peñalolén	S/E Macul	12	14,3	23801	31-08-2021
U4 - PEÑALOLÉN	Peñalolen	S/E Macul	12	4,2	6990	31-08-2021
U4-LO ECHEVERS	Quilicura	S/E Lo Boza	23	23,9	39779	31-08-2021
U6-COLO COLO	Quilicura	S/E Lo Boza	23	2,2	3662	31-08-2021
U1-RENCA	Renca	S/E Pudahuel	12	6,3	10486	31-08-2021
U4-PUDAHUEL	Pudahuel	S/E San Pablo	23	12,8	21304	31-08-2021

A continuación, se presenta el perfil de carga de algunos terminales de carga privados, asociados al Transporte Público Metropolitano:

- **Terminal Los Pinos:** ubicado en la comuna Maipú. Operado por “Buses Metropolitana S.A”. Posee 10 cargadores de 80 kW y capacidad de carga simultanea de 800 kW.
 - En diciembre de 2019, se identifica que la carga máxima se efectúa entre las 9 pm a 3 am. y luego carga parcial entre las 9 am y el resto del día.

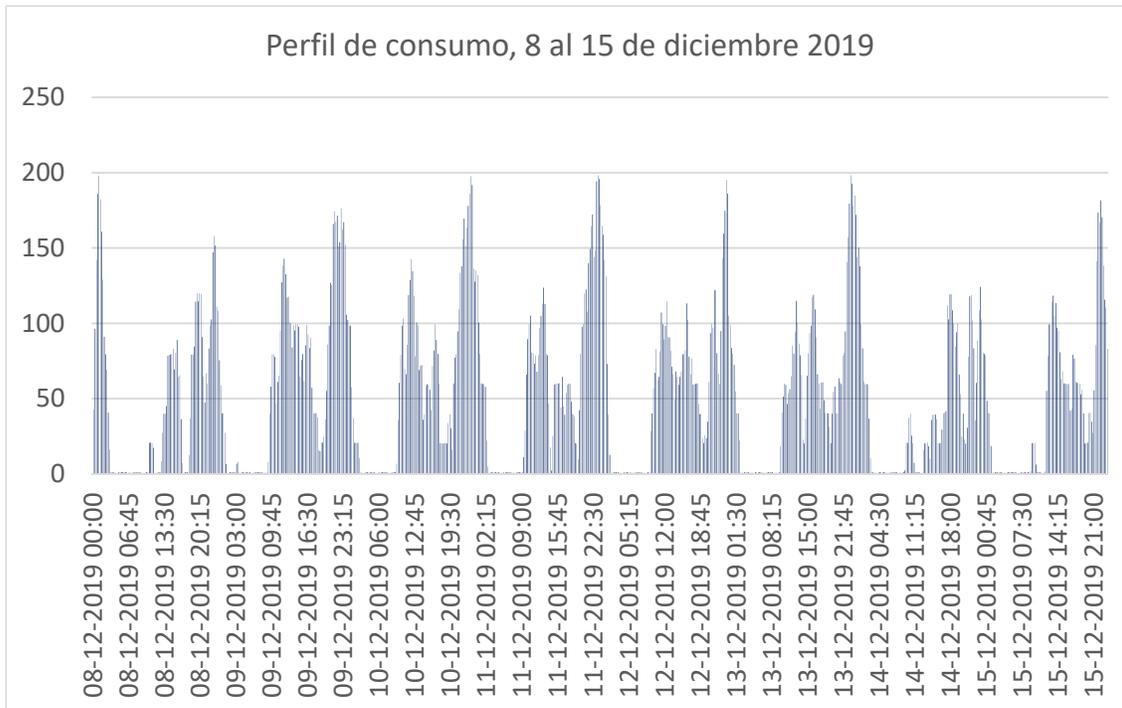


Figura 23. Perfil de carga terminal Los Pinos, Maipú.

- **Terminal Las Palmas:** ubicado en Pudahuel. Operado por “Buses Metropolitana S.A”. Posee 13 cargadores de 80 kW y capacidad de carga simultanea de 1.040 kW.
 - En marzo de 2020, se identifica que la carga máxima se efectúa entre las 10 pm a 4 am. y luego carga parcial entre las 9 am y el resto del día.

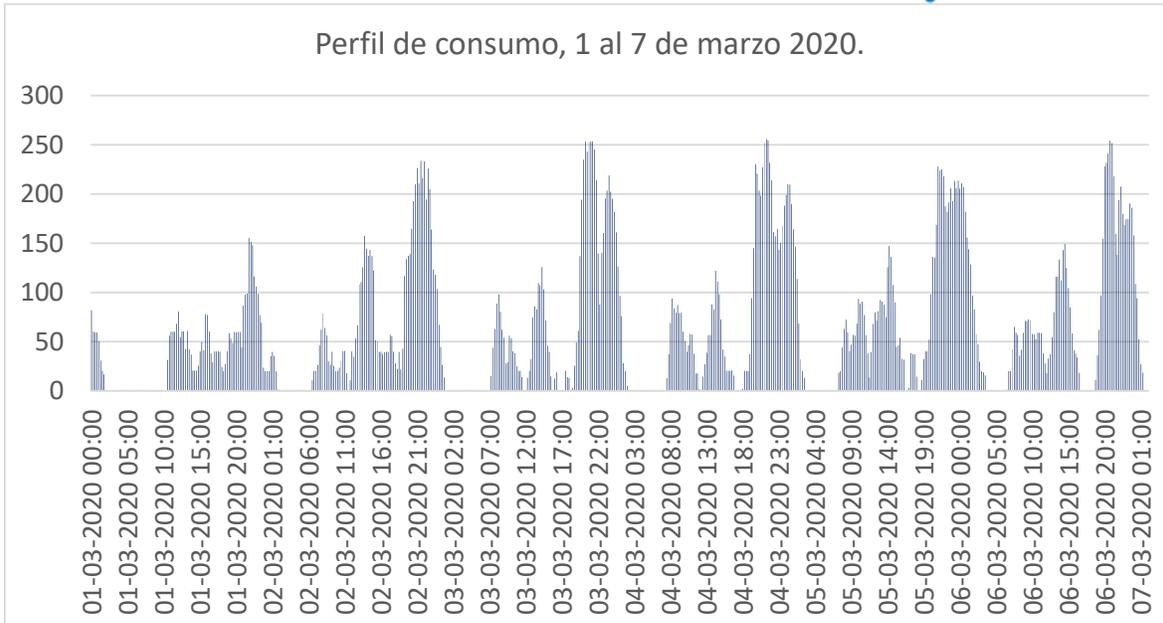


Figura 24. Perfil de carga terminal Las Palmas, Pudahuel.

- **Terminal Los Acacios:** ubicado en la comuna de Maipú. Operado por “Buses Metropolitana S.A”. Posee 37 cargadores de 80 kW y capacidad de carga simultanea de 2.640 kW.
 - En marzo de 2020, se identifica que la carga máxima se efectúa entre las 20 pm a 4 am. y luego carga parcial entre las 9 am y el resto del día.

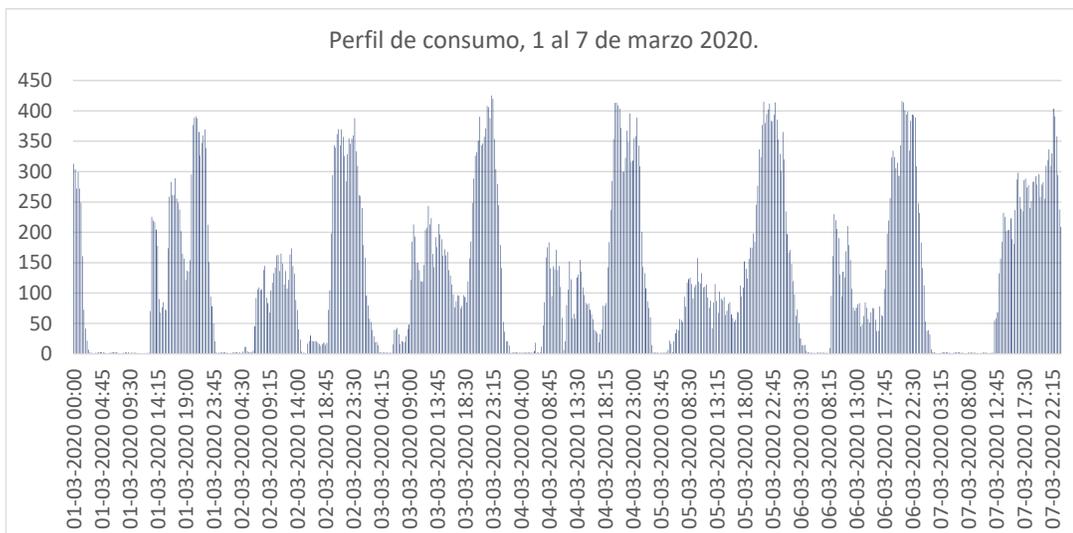


Figura 25. Perfil de carga terminal Los Acacios, Pudahuel.

- **Terminal Los Espinos:** ubicado en la comuna de Peñalolén. Operado por “Buses Metropolitana S.A”. Posee 63 cargadores de 80 kW y un cargador de 120 kW, con capacidad de carga simultanea de 3.600 kW y 120 kW respectivamente.

En marzo de 2020 se identifica que la carga máxima se efectúa entre las 20 pm a 4 am. y luego carga parcial entre las 9 am y las 17 hrs.

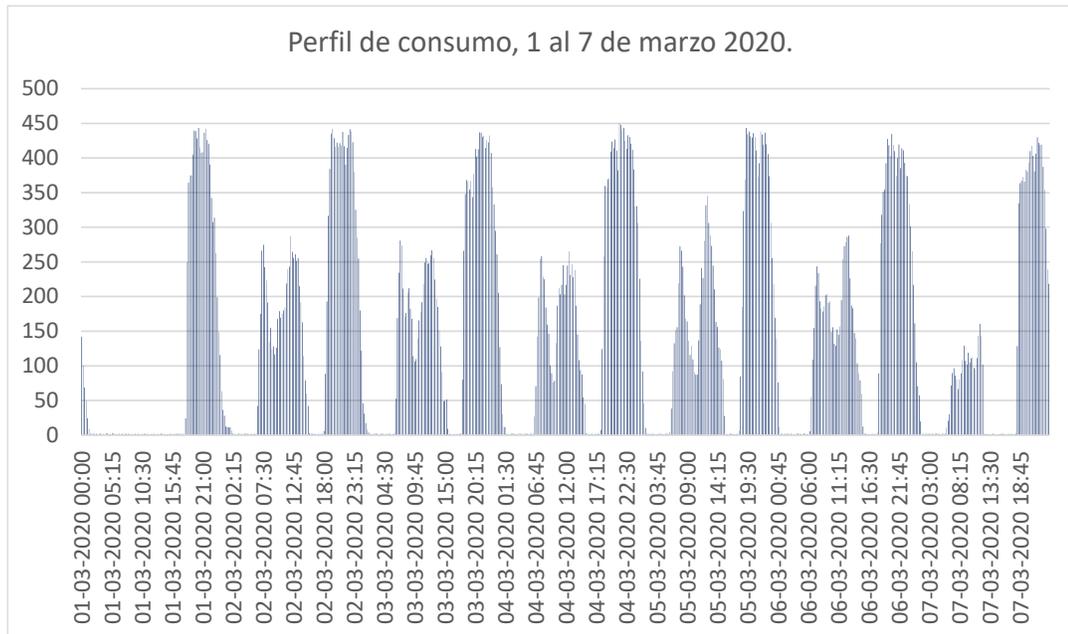


Figura 26. Perfil de carga terminal Los Espinos, Peñalolén.

iii. Respuesta de Engie Energía Chile.

Engie informa por medio de carta DE03469-20 de fecha 30 de abril de 2020 los consumos de energía horarios de “Servicios de Transporte de Personas S.A.” y “Buses Vule S.A”, estas últimas corresponden a empresas que tienen terminales privados en operación en la Región Metropolitana.

- **Terminal Juanita:** ubicado en Puente Alto. Operado por “Servicio de Transporte de Personas S.A”. Posee 13 cargadores de 150 kW y capacidad de carga simultanea de 1.950 kW.
 - En diciembre de 2019 se identifica que la carga máxima se efectúa entre las 11 pm a 3 am. y luego carga parcial entre las 11 am y 03 pm.

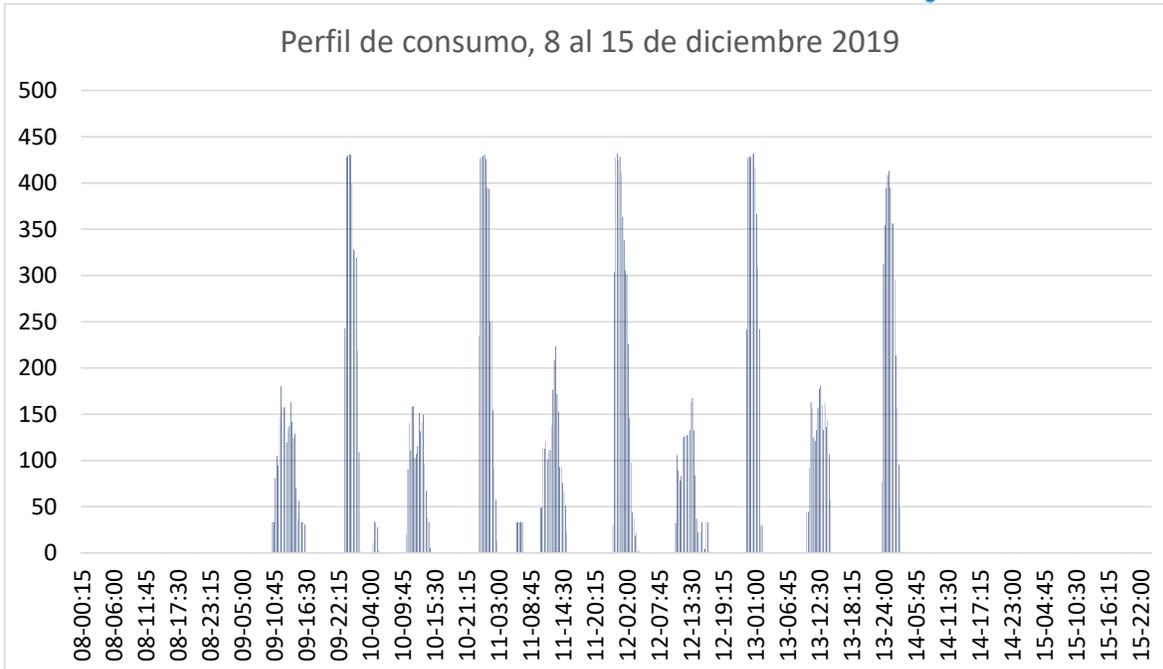


Figura 27. Perfil de carga terminal Juanita, Puente Alto.

- **Terminal Lourdes:** ubicado en Maipú. Operado por “Buses Vule S.A”. Posee 37 cargadores de 150 kW y capacidad de carga simultanea de 5.500 kW.
 - En diciembre de 2019 se identifica que la carga máxima se efectúa entre las 11 pm a 4 am. y luego carga parcial entre las 12 am y 4 pm.

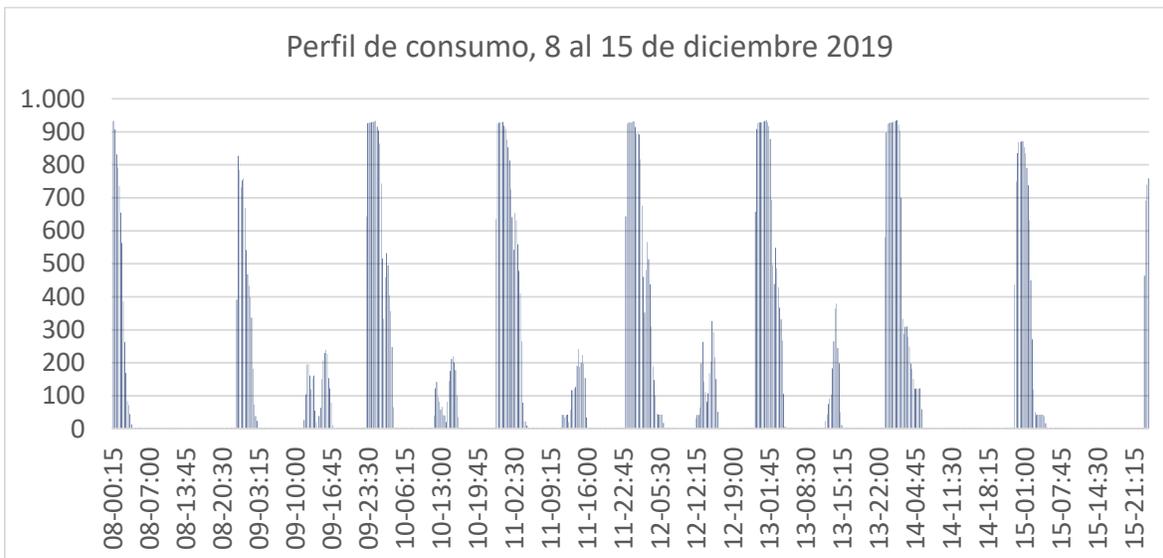


Figura 28. Perfil de carga terminal Lourdes, Puente Alto.

iv. Respuesta de Empresa Eléctrica Puente Alto S.A (EEPA).

EEPA informa por medio de carta DE03641-20 de fecha 8 de mayo de 2020 que tiene previsto nuevos consumos al año 2021 y 2022, asociados a terminales para el Transporte Público Metropolitano. Para el terminal de buses existente “Juanita”, presenta el perfil de demanda desde marzo 2019 a abril de 2020.

EEPA no informa los terminales de carga públicos que se encuentran instalados en su zona de concesión. En la siguiente tabla se presenta la información entregada por EEPA.

Tabla 8. Previsión de consumos terminales de Transporte Público Metropolitano existentes y proyectados.

Nombre terminal	Comuna	Subestación suministradora	Nivel de tensión del alimentador de distribución [kV]	Potencia [MW]	Estimación consumo de energía anual [MWh]	PES
TERMINAL JUANITA	Puente Alto	S/E BAJOS DE MENA	12	12,00	8.781	07-03-2019
TERMINAL LOS TILOS	Puente Alto	S/E PUENTE ALTO (EEPA)	12	4,00	2.927	01-05-2021
TERMINAL PIE ANDINO	Puente Alto	S/E PUENTE ALTO (EEPA)	12	10,00	7.318	01-05-2021
TERMINAL N°1	Puente Alto	S/E PUENTE ALTO (EEPA)	12	10,00	7.318	01-07-2022
TERMINAL N°2	Puente Alto	S/E COSTANERA	12	10,00	7.318	No hay fecha

Considerando que anteriormente se presentó el perfil de carga del terminal Juanita (informado por Engie), no se muestra nuevamente el perfil de demanda para este terminal.

v. Respuesta de CGE.

CGE informa por medio de carta DE03629-20 de fecha 8 de mayo de 2020 que tiene previsto nuevos consumos al año 2021, asociados a terminales para el Transporte Público. Además, informa los terminales de carga públicos que se encuentran instalados en su zona de concesión, para estos últimos no envía el perfil de carga respectivo, sin embargo, la potencia de estos terminales fluctúa entre los 7 a 50 kW.

En la siguiente tabla se presenta la información proporcionada por la empresa, asociada a la instalación de los nuevos Electroterminales.

Tabla 9. Previsión de consumos nuevos terminales del Transporte Público Metropolitano.

Nombre terminal	Comuna	Subestación suministradora	Nivel de tensión del alimentador de distribución [kV]	Potencia [MW]	Estimación consumo de energía anual [MWh]	PES	Comentarios
U1-PUENTE ALTO	Puente Alto	Santa Rosa Sur	12	8	960	01-04-2021	Nuevo Transformador DS418
U1-SANTA MARGARITA	San Bernardo	Panamericana	12	3	360	01-04-2021	Por definir
U7-PRIMAVERA	Puente Alto	Santa Rosa Sur	12	5	600	01-04-2021	Nuevo Transformador DS418

En adición a lo presentado anteriormente, en la siguiente sección del informe se presenta la proyección de vehículos y buses eléctricos para el periodo 2020-2040, y su estimación de energía.

3.5 PROYECCIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS Y ESTIMACIÓN DE ENERGÍA

Para realizar la proyección de Electromovilidad y determinar el consumo energético respectivo, primero que todo se proyecta el crecimiento del parque automotriz y la flota de buses al año 2040. Posteriormente, se utilizan tasas de reemplazo de vehículos de combustión por vehículos eléctricos, con lo cual se obtiene el parque de vehículos y buses eléctricos desde el año 2020 al 2040. Finalmente, se determina el consumo de energía anual para cada uno de los escenarios evaluados, considerando el rendimiento actual de autos y buses eléctricos, y la estimación de los kilómetros recorridos al año.

Para el parque de vehículos livianos y medianos se realiza la proyección de ventas anual al año 2040, considerando tasas de crecimiento similares al promedio de ventas de los últimos 5 años informado por ANAC en sus reportes mensuales del mercado automotriz. Posteriormente, se utiliza una tasa de reemplazo de vehículos de combustión por vehículos eléctricos asociada a las ventas proyectadas, información extraída de BloombergNEF en el reporte *“Electric Vehicle Outlook 2020”*, con lo cual se determina el tamaño del parque de vehículos eléctricos y su proyección al 2040.

Para la proyección de buses en Santiago, se considera el reemplazo de la totalidad de la flota existente (6.756 buses) por nuevos buses, los cuales entraran en operación entre los años 2021 a 2023. En regiones se utilizaron las proyecciones de la flota de buses que dispone el Ministerio de Energía y se definieron tasas de reemplazo de buses de combustión por buses eléctricos, puesto que no fue posible tomar contacto con representantes del Ministerio de Transportes Regional.

A continuación, se presenta la proyección de venta de vehículos livianos y medianos, y la tasa de reemplazo de vehículos de combustión por vehículos eléctricos (asociado a las ventas) proyectada por BloombergNEF en el reporte *“Electric Vehicle Outlook 2020”*. En este caso, se considera la tasa informada para *“RoW (Rest of World)”*, las cuales incluyen los efectos del Covid-19 en el corto plazo.

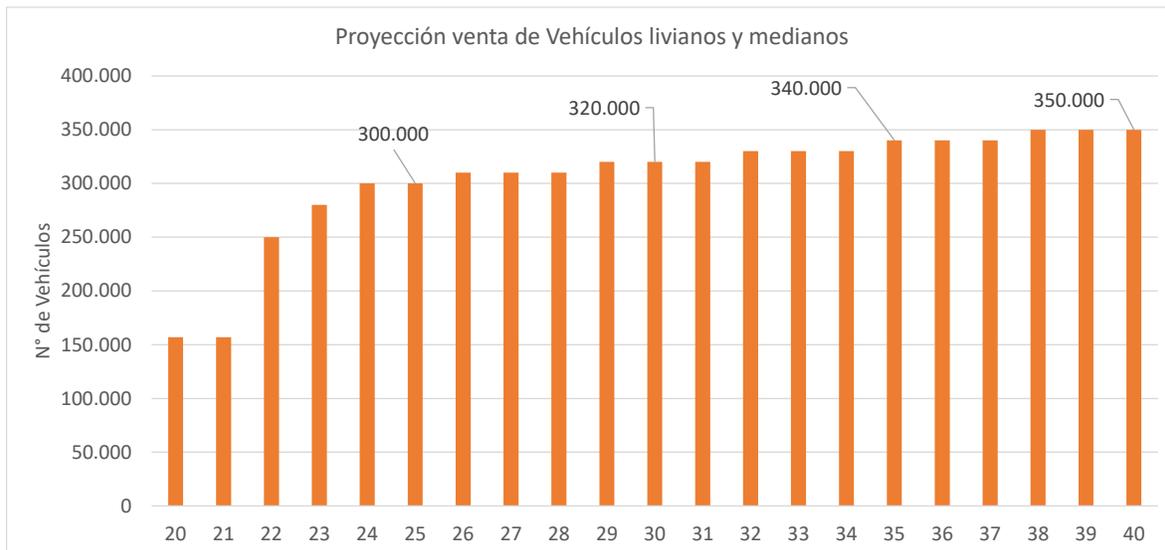
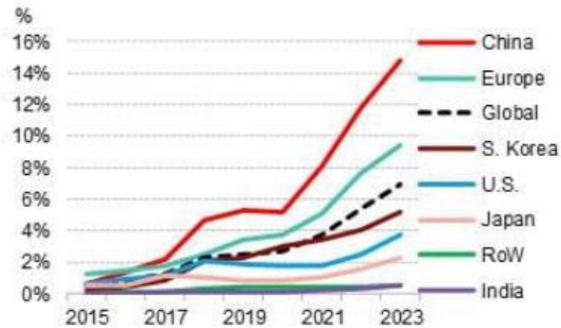


Figura 29. Proyección de venta de vehículos livianos y medianos, 2020-2040.

Figure 1: Global short-term EV share of new passenger vehicle sales by region



Source: BNEF. Note: Europe includes EU, U.K. and EFTA.

Figure 2: Global long-term EV share of new passenger vehicle sales by region

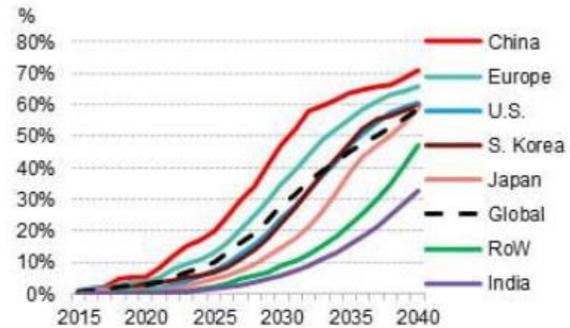


Figura 30. Tasa de reemplazo de vehículos de combustión, BloombergNEF 2020-2040⁷.

A continuación, se definen los escenarios a utilizar para determinar la proyección de vehículos eléctricos y la estimación de energía anual.

- **Escenario Base:** considera la tasa de reemplazo de BloombergNEF “RoW (Rest of World)”, alcanzando al año 2040 una participación de vehículos eléctricos de las ventas anuales de un 47%.
- **Escenario Optimista:** considera un aumento en la tasa de reemplazo desde el año 2023 en adelante en relación con el escenario base, producto de una adopción acelerada de vehículos eléctricos, alcanzando al año 2040 una participación de vehículos eléctricos de las ventas anuales de un 54%.
- **Escenario Pesimista:** considera un retraso en el despegue de la electromovilidad en relación con el escenario base, producto de bajos incentivos para la compra de vehículos eléctricos, alcanzando al año 2040 una participación de vehículos eléctricos de las ventas anuales de un 40%.

En la siguiente figura se presentan las tasas de reemplazo para cada uno de los escenarios evaluados, así como la proyección de vehículos eléctricos para el periodo 2020 a 2040.

⁷ Imagen obtenida del informe “Electric Vehicle Outlook 2020”, disponible en el sitio web de BloombergNEF.

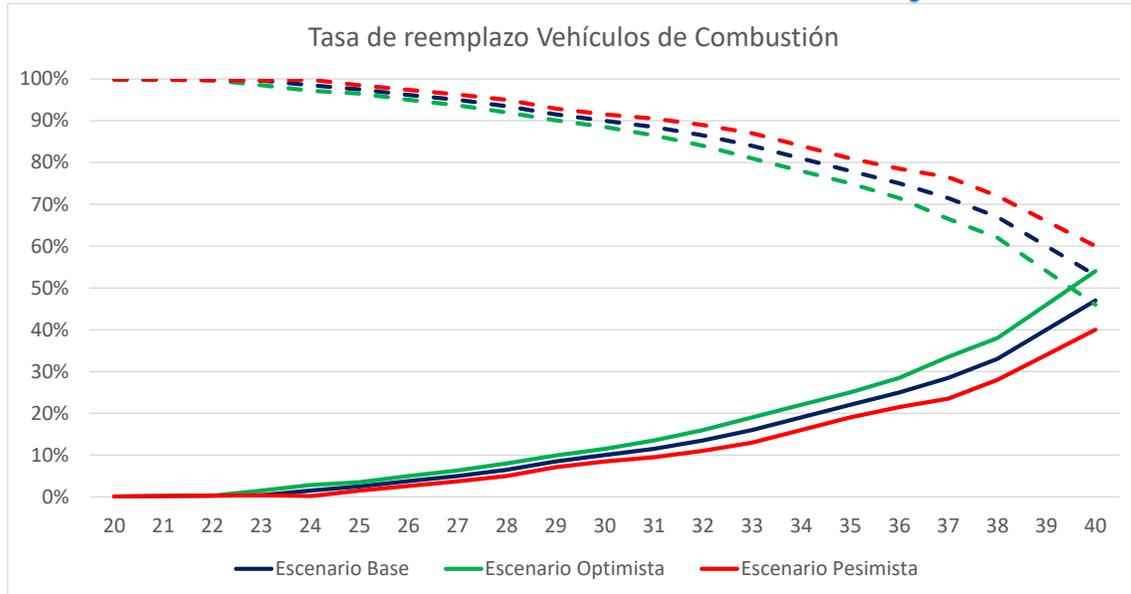


Figura 31. Tasa de reemplazo vehículos de combustión a eléctricos (aplicado a las ventas), 2020-2040.

En la figura anterior, la proyección en línea continua representa el incremento porcentual de las ventas de vehículos eléctricos, mientras que la línea segmentada representa la disminución porcentual de las ventas de vehículos de combustión, a medida que los vehículos eléctricos alcanzan una mayor participación de mercado.

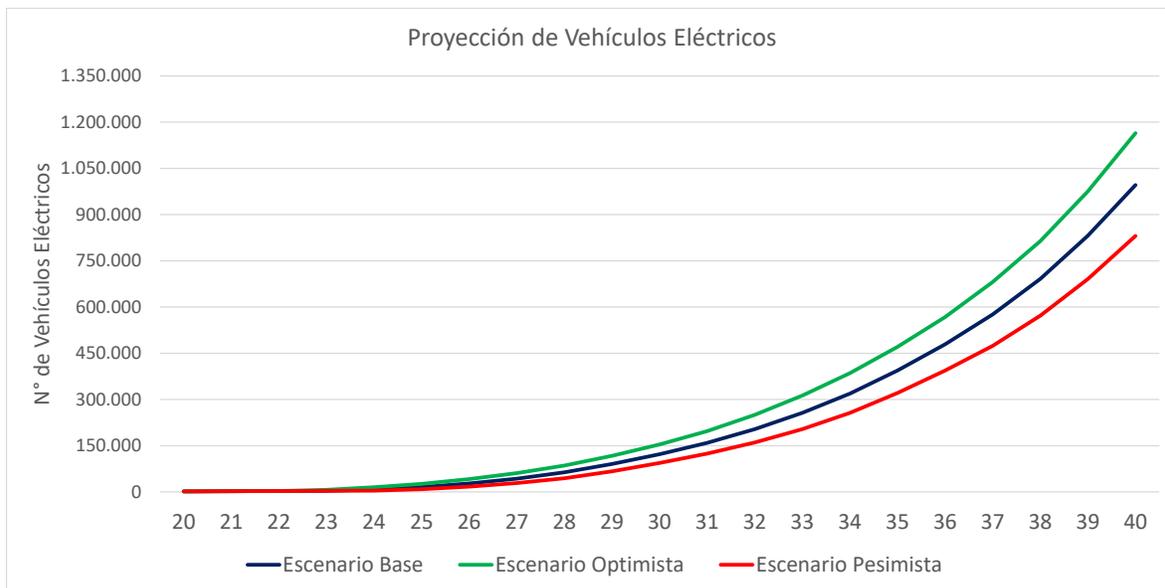


Figura 32. Proyección de Vehículos Eléctricos, 2020-2040.

Posteriormente, se realiza la proyección de energía para los escenarios evaluados, utilizando la información técnica provista por los fabricantes de autos eléctricos e híbridos, para lo cual se consideró aquellas marcas y modelos de vehículos vendidos en Chile, informado por ANAC en sus reportes mensuales. La información técnica mencionada se presenta a continuación.

Tabla 10. Antecedentes técnicos Vehículos 100% Eléctricos (BEV).

		BEV							
		Marca	Modelo	Motor [kW]	Rend. [kWh/km]	Autonomía [km]	Capacidad [kWh]	Recorrido prom. Anual [km]	Consumo anual [kWh]
Pasajeros	Hyundai	Ioniq	88	0,10	280	28	20.000	2000	
	BMW	i3	228	0,14	260	42,2	20.000	2840	
	Dfm	S50	90	0,14	410	57	20.000	2780	
SUV	Mg	MgZs	189	0,17	263	44,5	20.000	3384	

Tabla 11. Antecedentes técnicos Vehículos Híbridos (PHEV).

		PHEV							
		Marca	Modelo	Motor [kW]	Rend. Eléctrico [kWh/km]	Autonomía [km]	Capacidad [kWh]	Recorrido prom. Anual [km]	Consumo anual [kWh]
Pasajeros	Hyundai	Ioniq	45,48	0,14	63	8,9	20.000	1.356	
	BMW	330 E	84,3	0,20	59	12	20.000	1.953	
SUV	Mitsubishi	Outlander	110	0,22	54	12	20.000	2.133	
	Volvo	Xc90li	60	1,51	43	65	20.000	14.512	
	BMW	X5	84,3	0,36	67	24	20.000	3.439	

En relación con lo anterior, para efectos de simplificar las estimaciones de energía, se consideró que los vehículos 100% eléctricos recorren en promedio 20.000 km/año, con un rendimiento promedio de 0,1 kWh/km (ídem a Hyundai Ioniq), obteniendo un consumo anual por vehículo de 2.000 kWh. Para los vehículos híbridos se consideró que estos recorren en promedio 200 km a la semana en modo eléctrico, por lo que el consumo anual de energía por vehículo resulta en 1.356 kWh (ídem a Hyundai Ioniq).

A continuación, se presenta la estimación de energía para la proyección de vehículos eléctricos al año 2040.

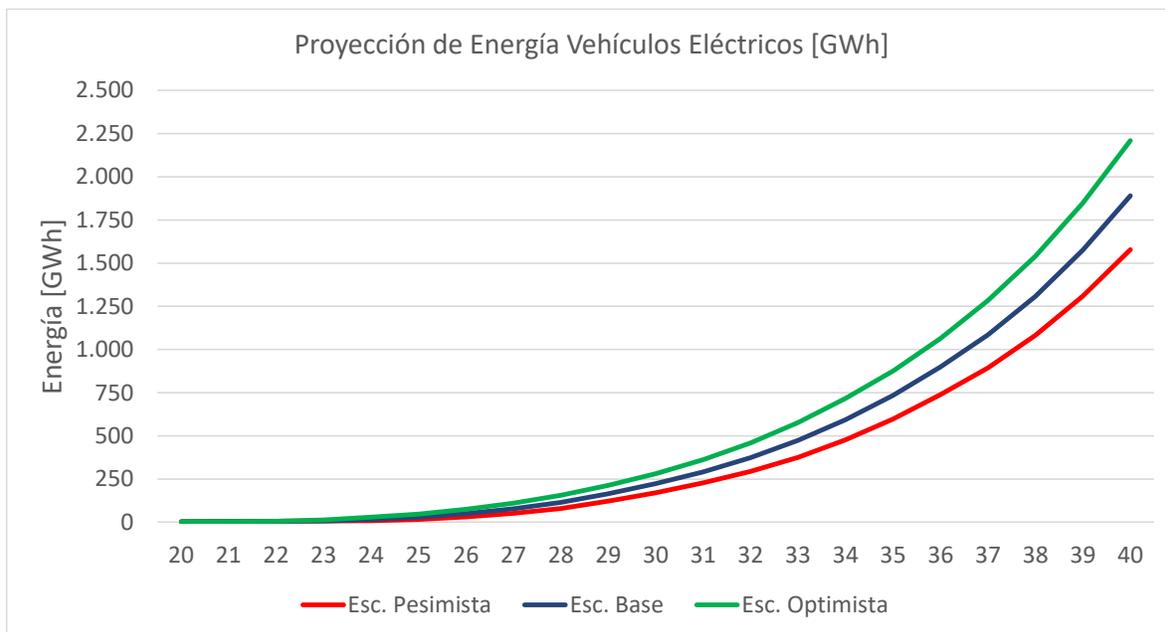


Figura 33. Proyección de Energía (GWh) Vehículos Eléctricos, 2020-2040.

Por último, se destaca que un 100% del parque de Vehículos Eléctricos al año 2040 implicaría un consumo de energía de 12,8 TWh.

3.6 PROYECCIÓN DE BUSES ELÉCTRICOS URBANOS EN REGIONES Y ESTIMACIÓN DE ENERGÍA

Tal como se indicó previamente, para determinar la proyección de buses eléctricos en regiones, se utiliza la proyección de la flota de buses del Ministerio de Energía y se definen tasas de reemplazo para los escenarios base, optimista y pesimista. Para la región Metropolitana, se considera el reemplazo de los buses existentes por la nueva flota de buses que se encuentra en proceso de licitación, los cuales entrarán en operación a fines del año 2021, 2022 y 2023 respectivamente. A continuación, se presenta la proyección de crecimiento de la flota de buses en regiones, la tasa de reemplazo de buses de combustión interna por buses eléctricos, la flota de buses eléctricos y la estimación de energía entre los años 2020 y 2040.

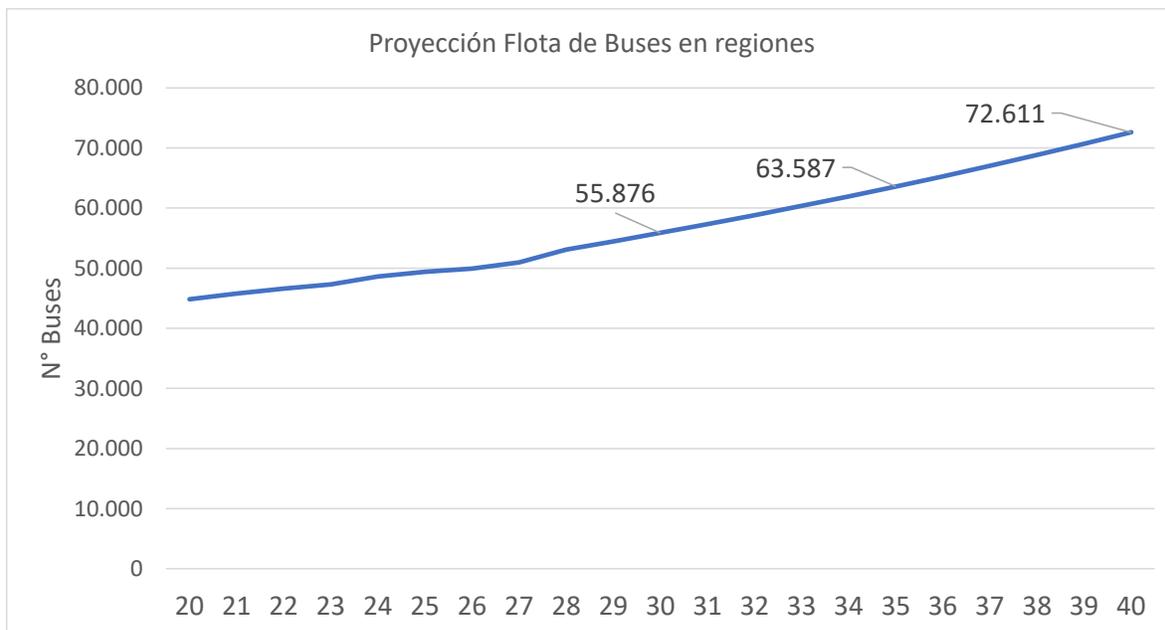


Figura 34. Proyección de Flota de Buses en regiones, 2020-2040.

En relación con la tasa de reemplazo de los buses de combustión a eléctricos, se definen escenarios referenciales base, optimista y pesimista, de modo que la tasa de reemplazo al año 2040 alcance valores de un 20%, 30% y 10% respectivamente de la flota de buses. Estos valores se definen considerando que la flota de buses en regiones posee una baja tasa de renovación, por lo que tardaría más tiempo la adopción a la Electromovilidad. En la siguiente figura se presentan las tasas de reemplazo definidas y la proyección de buses eléctricos.

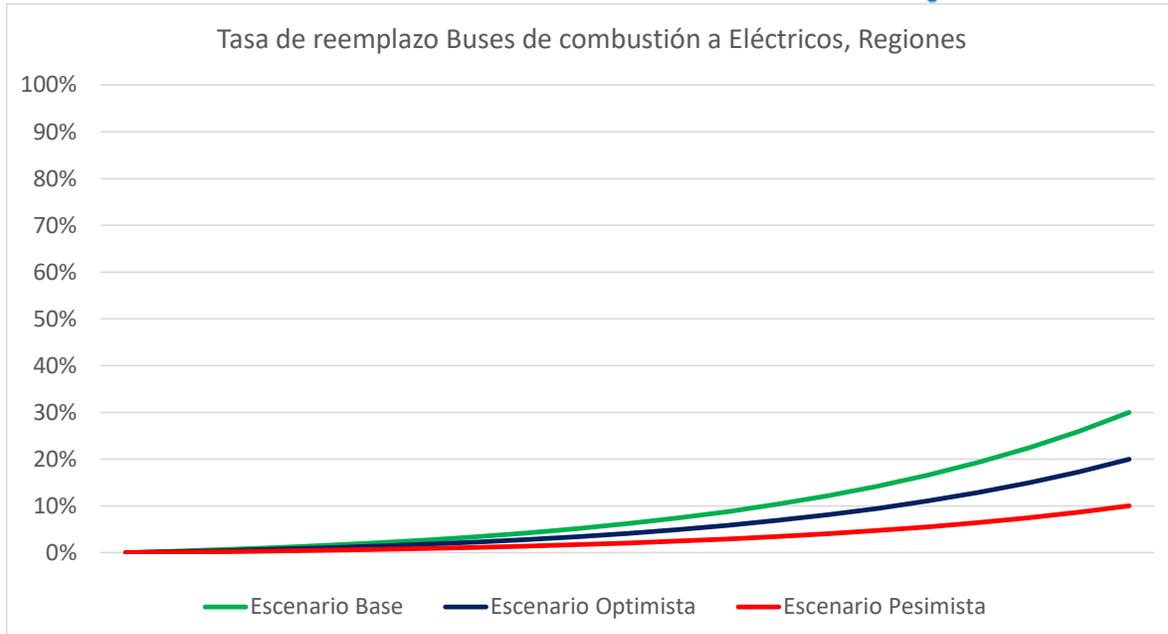


Figura 35. Tasa de reemplazo buses de combustión a eléctricos en regiones.

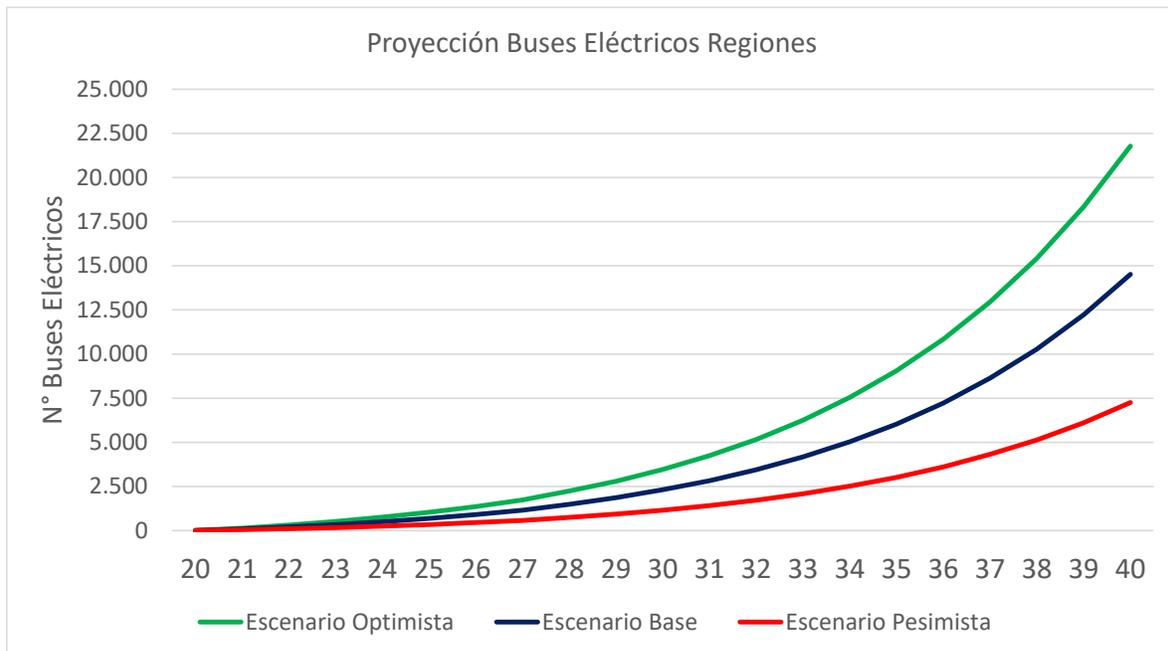


Figura 36. Proyección de Buses Eléctricos en regiones, 2020-2040.

Para realizar la proyección de energía, se consideró un rendimiento de los buses eléctricos de 0.84 [kWh/km], informado por uno de los proveedores de buses para la región Metropolitana, “BYD”. Por otra parte, del Informe de Gestión 2018 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, se obtiene el recorrido promedio anual de los buses de 66.474 km para la región Metropolitana, valor

que se utiliza para las proyecciones realizadas en la RM y en regiones. A continuación, se presenta la estimación de energía para la proyección de buses eléctricos urbanos en regiones.

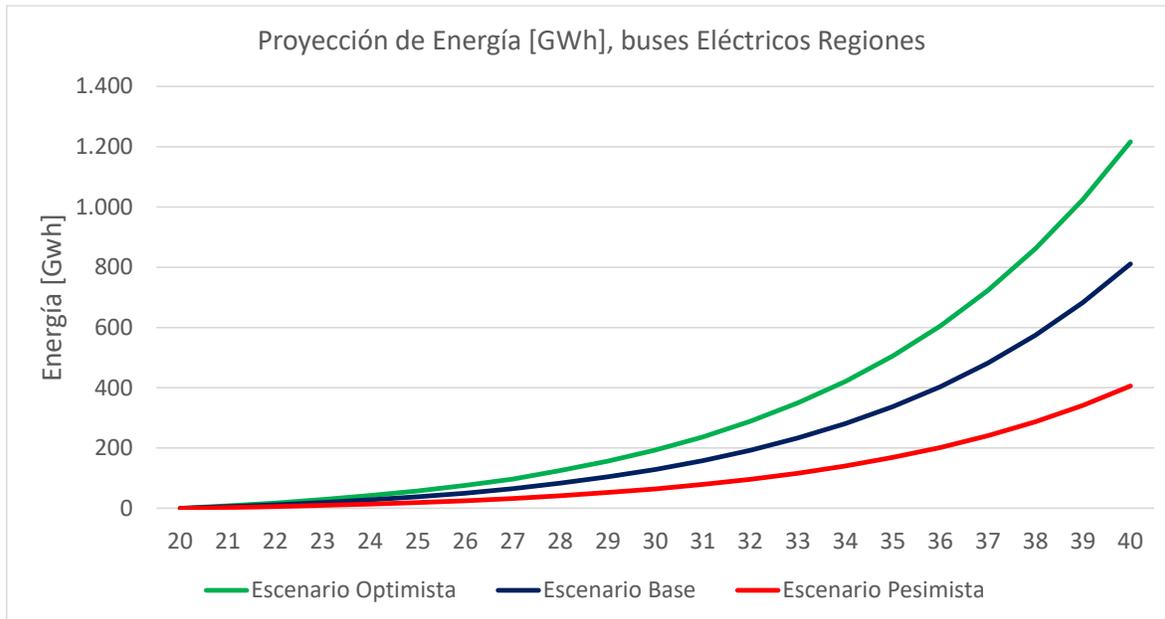


Figura 37. Proyección de energía Buses Eléctricos en regiones, periodo 2020-2040.

Se destaca que un 100% de Buses Eléctricos urbanos en regiones al año 2040 implicaría un consumo de energía de 4,0 TWh.

3.7 PROYECCIÓN DE BUSES ELÉCTRICOS URBANOS R. METROPOLITANA Y ESTIMACIÓN DE ENEGÍA

En la región Metropolitana a la fecha existen alrededor de 700 buses eléctricos en operación y producto de las licitaciones que está efectuando el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, para el reemplazo de la flota de buses existente (6.700 buses), a fines de los años 2021, 2022 y 2023, ingresarán a circulación los nuevos buses, los cuales representan un 35%, 25% y 40% de la flota actual.

Tal como se indicó previamente, las bases de licitación realizadas por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, para el reemplazo de los buses existentes, beneficia en puntaje técnico a aquellas empresas que oferten del total de buses suministrados más del 50% de buses eléctricos, ampliando el periodo de licitación de 5 a 7 años y en casos de renovación del contrato, se extendería la vigencia de 10 a 14 años.

Considerando lo anterior, no existen incentivos para que las empresas que participen de la licitación incorporen más allá del 50% de la flota eléctrica. Por lo tanto, se considera este porcentaje como el límite superior o escenario optimista, mientras que los escenarios pesimista y base se definen en un 20% y 30% de la flota eléctrica respectivamente, semejante al porcentaje de buses eléctricos existentes en la actualidad.

A continuación, se presenta la proyección de buses eléctricos urbanos para la región Metropolitana y la estimación de energía entre los años 2020-2040.

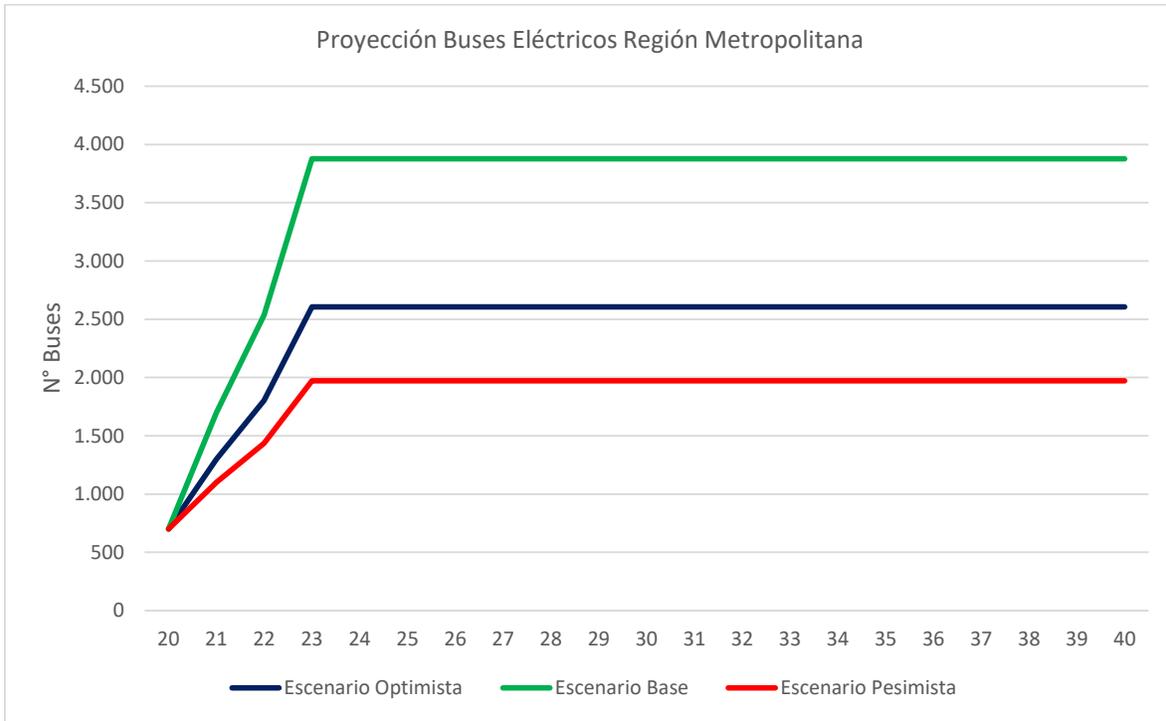


Figura 38. Proyección de Buses Eléctricos urbanos para la región Metropolitana, 2020-2040.

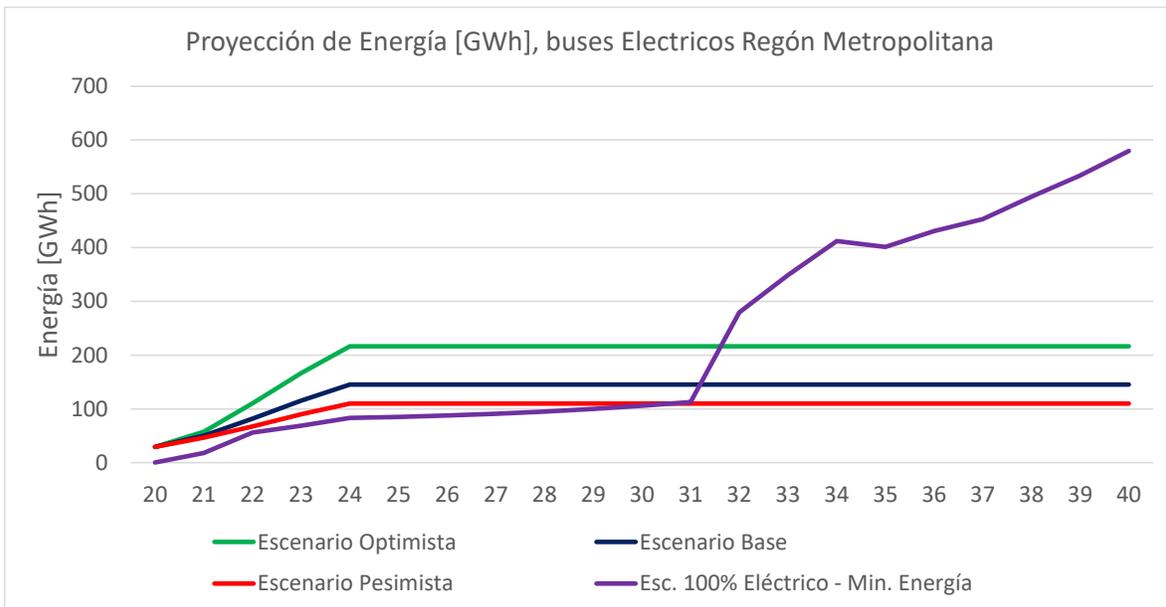


Figura 39. Proyección de energía Buses Eléctricos urbanos para la región Metropolitana, 2020-2040.

Por último, se destaca que un 100% de buses eléctricos urbanos para la región Metropolitana al año 2040 implicaría un consumo de energía de 0,6 TWh.

3.8 CONCLUSIONES

Luego de haber realizado el estado del arte de la electromovilidad en el país, por medio de la realización de reuniones con distintos stakeholders relacionados en la materia, se destaca que actualmente las empresas del sector privado se están enfocando en habilitar la infraestructura de carga pública necesaria para que los usuarios puedan disponer de suficiente autonomía para satisfacer sus necesidades de movilidad y además, se pueda acelerar la adopción de vehículos eléctricos no tan solo de personas naturales, sino que también de empresas y finalmente de las grandes industrias.

En relación con la proyección de vehículos eléctricos realizada al año 2040 y su estimación de energía, se proyecta que al año 2040 existan en circulación alrededor de un millón de vehículos livianos, los cuales representarían el 14,7% del parque automotriz, con un consumo estimado de energía de 1,9 TWh. La estimación de energía para la flota de buses urbanos en regiones y en la RM al año 2040, alcanzarán valores de 0,8 TWh y 0,15 TWh aproximadamente.

Con respecto al perfil de carga de los Electroterminales del Transporte Público Metropolitano, se identifica que la carga máxima de los buses se realiza principalmente entre las 23 hrs. y las 4 am. y en menor proporción en las horas valle durante el día, no afectando en mayor medida las potencias máximas del sistema de distribución, lo cual permite utilizar de mejor forma la infraestructura de distribución existente, evitando realizar ampliaciones o refuerzos de las instalaciones. No obstante lo anterior, con el propósito de poner en conocimiento a las empresas de distribución de los planes de electromovilidad para la Región Metropolitana, el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, solicitó a las empresas distribuidoras realizar las ampliaciones e inversiones necesarias en sus instalaciones para permitir la carga de los nuevos terminales eléctricos a implementar entre los años 2021 a 2023.

Por último, se destaca que uno de los factores limitantes actualmente para la adopción de vehículos eléctricos por parte de los usuarios es su alto valor de inversión, lo cual acota el mercado a un nivel socioeconómico alto. Sin embargo, se espera que con la reducción de los costos de las baterías y con un mayor crecimiento a nivel mundial de esta industria, el costo de la tecnología disminuya y por tanto aumenten las ventas, lo cual traerá consigo un aumento de la demanda en las diferentes regiones del país.

4. ANEXOS

4.1 ANEXO 1

Proyección de Energía [TWh] y Demanda Máxima SEN [MW], 2020-2040

Año	Proyección de Energía SEN [TWh], 2020-2040	Proyección de Demanda Máxima SEN [MW], 2020-2040
2020	70,1	10.506
2021	74,7	10.948
2022	77,0	11.445
2023	80,1	11.871
2024	82,1	12.149
2025	84,2	12.700
2026	85,8	12.911
2027	87,0	13.201
2028	88,7	13.509
2029	90,6	13.899
2030	91,4	14.187
2031	92,7	14.600
2032	94,6	14.954
2033	96,7	15.409
2034	98,7	15.867
2035	100,3	16.397
2036	102,1	16.864
2037	104,2	17.358
2038	106,1	17.819
2039	108,8	18.338
2040	112,0	19.239

Proyección de Energía [TWh] del SEN por tipo de cliente, 2020-2040

Año	Regulados	Libre Cobre	Libre No Cobre
2020	27,1	24,9	18,1
2021	28,8	27,8	18,2
2022	29,8	28,7	18,5
2023	30,9	30,5	18,6
2024	32,1	31,2	18,8
2025	33,3	32,1	18,9
2026	34,5	32,2	19,1
2027	35,7	32,1	19,2
2028	37,0	32,5	19,3
2029	38,5	32,7	19,5
2030	40,0	31,7	19,7
2031	41,6	31,2	19,9
2032	43,3	31,3	20,1
2033	45,0	31,4	20,4
2034	46,8	31,3	20,6
2035	48,6	30,8	20,8
2036	50,6	30,5	21,0
2037	52,6	30,3	21,3
2038	54,7	30,0	21,5
2039	56,9	30,2	21,7
2040	59,1	30,9	22,0

Proyección de Energía [TWh] del SEN por región, 2020-2040

	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	X
2020	2,7	16,1	4,2	3,4	4,6	21,6	4,5	2,9	5,7	1,4	2,8
2021	2,8	19,3	4,3	3,4	4,7	22,3	4,5	3,1	5,9	1,5	2,9
2022	2,9	19,6	4,6	3,6	4,9	22,9	4,6	3,2	6,0	1,6	3,0
2023	4,2	19,8	5,0	3,7	5,1	23,5	4,8	3,2	6,2	1,6	3,1
2024	4,8	20,1	5,0	3,7	5,2	23,9	4,9	3,3	6,3	1,6	3,2
2025	4,9	20,3	5,3	3,9	5,4	24,7	5,0	3,4	6,4	1,7	3,3
2026	4,8	20,5	5,4	3,9	5,5	25,3	5,2	3,5	6,5	1,8	3,4
2027	4,9	20,3	5,5	3,9	5,7	25,9	5,3	3,6	6,7	1,8	3,4
2028	5,0	20,9	5,5	3,9	5,7	26,4	5,4	3,7	6,8	1,9	3,5
2029	5,0	21,2	5,5	4,0	5,9	27,1	5,5	3,8	7,0	1,9	3,6
2030	5,1	20,2	5,6	4,1	6,1	27,9	5,7	3,9	7,2	2,0	3,8
2031	5,2	19,9	5,7	4,1	6,2	28,5	5,8	4,0	7,4	2,1	3,9
2032	5,2	20,2	5,6	4,2	6,4	29,3	5,9	4,1	7,6	2,1	4,0
2033	5,3	20,5	5,6	4,3	6,6	30,1	6,0	4,3	7,8	2,2	4,1
2034	5,3	20,5	5,6	4,3	6,7	31,0	6,2	4,4	8,0	2,3	4,3
2035	5,4	20,0	5,7	4,4	6,9	32,0	6,3	4,5	8,2	2,4	4,4
2036	5,5	19,7	5,7	4,5	7,1	32,9	6,4	4,7	8,5	2,5	4,6
2037	5,5	19,6	5,8	4,6	7,3	33,9	6,5	4,8	8,7	2,5	4,7
2038	5,6	19,8	5,8	4,2	7,5	35,0	6,7	5,0	9,0	2,6	4,9
2039	5,7	20,2	5,9	4,3	7,8	36,1	6,8	5,2	9,2	2,7	5,0
2040	5,8	20,7	6,0	4,4	8,0	37,2	7,0	5,3	9,5	2,8	5,2