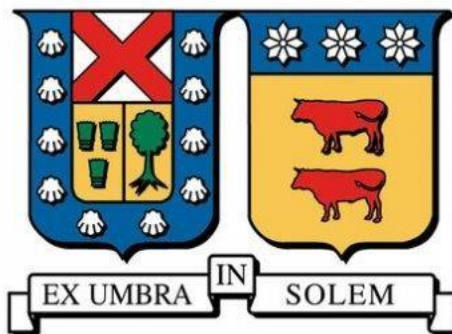




UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS

ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO SOBRE EL NEGOCIO

DE BATERÍAS DE SEGUNDA VIDA PROVENIENTES

DE AUTOMOVILES ELÉCTRICOS

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

INDUSTRIAL

AUTOR

MATÍAS EDUARDO FERNÁNDEZ MUÑOZ

PROFESORA GUÍA

MARÍA PILAR GÁRATE CHATEAU

PROFESOR CORREFERENTE

HUGO OSORIO ZELADA

SANTIAGO DE CHILE, DICIEMBRE, 2020

DEDICATORIA

Quiero expresar mis agradecimientos a mis padres quienes han significado una gran ayuda en todo el proceso universitario, ya que siempre me apoyaron cuando necesitaba tiempo y me incentivaron a seguir adelante en periodos de estrés, además por ser mis modelos a seguir y siempre enseñarme los mejores valores.

A mi hermano, que siempre ha sido un referente y una ayuda, a quien siempre pude preguntarle su opinión y guía, y por nunca dudar de mí.

A mi polola, por ser una compañía fundamental tanto en el aspecto emocional como en el aspecto académico, gracias por siempre estar ahí, por tu ayuda, por siempre incentivarme a dar lo mejor de mí y por enseñarme siempre cosas nuevas que me motivan a mejorar.

Agradezco también a mi profesora guía por sus enseñanzas y recomendaciones en el desarrollo de la memoria.

Finalmente agradezco a los amigos con que siempre se compartieron buenos momentos en el periodo universitario.

RESUMEN EJECUTIVO

En Chile han surgido políticas gubernamentales que buscan incentivar el crecimiento del mercado de vehículos eléctricos, sin embargo, esto trae consigo variables que no han sido consideradas, como el desecho de las baterías luego de cumplir su ciclo de vida en los automóviles eléctricos. Se han presentado soluciones como la Ley de responsabilidad extendida del productor, que busca que los productores de baterías deban hacerse responsables de aquellas que han finalizado su funcionalidad en vehículos eléctricos, siendo forzados a implementar sistemas de reciclaje que involucran solamente costos para dichas empresas, más que generación de valor.

En el estudio, se propone una solución al problema de la esperada polución por desecho de baterías y para las empresas que se deban hacer cargo del reciclaje de estas, el cual consiste en la generación de un negocio basado en la venta de baterías de segunda vida provenientes de vehículos eléctricos, de esta manera, se busca determinar la rentabilidad económica para que empresas terceras puedan decidir si involucrarse en un negocio de este tipo o no. Así, estas empresas pueden comprar las baterías en desuso a las firmas responsables de su reciclaje, dándoles la opción de posponer el tiempo en que se deben hacer cargo de aquello, y generar un beneficio económico antes que un costo.

Los resultados del estudio indican que existen diversas variables positivas que influyen en el potencial crecimiento de la industria de las baterías de segunda vida. Entre ellos, el crecimiento de las ventas de vehículos eléctricos en Chile, la existencia de un mercado constante para suplir la oferta de baterías de segunda vida, además, que las características de precio y durabilidad de las baterías de segunda vida son superiores a las baterías nuevas de almacenaje. Esto significa que un negocio basado en la venta de baterías de segunda vida presenta condiciones optimas de existir en Chile.

Además, para un proyecto de comercialización de baterías en un horizonte de tiempo de 20 años, se esperan resultados positivos para el VAN y TIR modificada en aproximadamente un 87% de las veces en las 50.000 simulaciones realizadas. Sin embargo, se debe tener en consideración que para el éxito del proyecto se debe poseer una participación de mercado superior al 3% y que los precios de las baterías juegan un factor importante si es que llegan a disminuir de manera constante en el tiempo.

ABSTRACT

In Chile, government policies have emerged that seek to encourage the growth of the electric vehicle market, however, this brings with it variables that have not been considered, such as the disposal of batteries after completing their life cycle in electric cars. Solutions have been presented such as the Extended Producer Responsibility Law, which seeks that battery producers should be responsible for those that have ended their function in electric vehicles, being forced to implement recycling systems that only involve costs instead of generating value.

In the study, a solution is proposed to the problem of the expected pollution due to battery waste and for the companies that must take charge of their recycling, which consists of the generation of a business based on the sale of second-life batteries coming from electric vehicles, in this way, it is sought to determine the economic profitability so that third-party companies can decide whether to get involved in a business of this type or not. Thus, these companies can buy disused batteries from the firms responsible for their recycling, giving them the option of postponing the time in which they must take charge of that, and generating an economic benefit rather than a cost.

The results of the study indicate that there are several positive variables that influence the potential growth of the second-life battery industry. Among them, the growth in sales of electric vehicles in Chile, the existence of a constant market to cover the supply of second-life batteries, in addition, the price and durability characteristics of second-life batteries are superior to new storage batteries. This means that a business based on the sale of second-life batteries presents optimal conditions to exist in Chile.

Furthermore, for a battery commercialization project in a 20-year time horizon, positive results are expected for the NPV and modified IRR approximately 87% of the time in the 50,000 simulations carried out. However, it must be taken into consideration that for the success of the project it must have a market share greater than 3% and that the prices of batteries play an important factor if they are to decrease steadily over time.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	14
2	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
3	OBJETIVOS.....	18
3.4	Objetivo general.....	18
3.5	Objetivos específicos.....	18
4	MARCO TEÓRICO	19
4.1	Antecedentes.....	19
4.2	Justificación del problema.....	21
4.3	Contexto Internacional	23
4.3.1	China	23
4.3.2	Estados Unidos	30
4.3.3	Noruega	37
4.4	Panorama de la energía eléctrica en Chile.....	43
4.4.1	Matriz energética de Chile.....	43
4.4.2	Ley 20.571 para la generación distribuida.....	50
4.4.3	Sistema de tarifas eléctricas.....	54
4.5	Contexto del litio.....	58
4.6	Baterías de ion litio	59
4.6.1	Baterías de ion litio en la electromovilidad	61
4.6.2	Aplicaciones de las baterías de ion litio	64
4.7	Ciclo de vida y envejecimiento de las baterías de ion litio.....	65

4.8	Segunda vida de baterías de ion litio provenientes de la electromovilidad	67
4.9	Pruebas para verificar el estado de las baterías.....	70
5	METODOLOGÍA.....	72
6	ALCANCE.....	77
7	DESARROLLO.....	80
7.4	Análisis PEST.....	80
7.4.1	Político/Legal.....	80
7.4.2	Económico.....	86
7.4.3	Social.....	89
7.4.4	Tecnológico	92
7.5	Análisis de las cinco fuerzas de Porter	94
7.5.1	Poder de negociación de los clientes.....	94
7.5.2	Poder de negociación de los proveedores.....	99
7.5.3	Amenaza de productos sustitutos.....	101
7.5.4	Rivalidad entre competidores	103
7.5.5	Potenciales entrantes	106
7.6	FODA.....	107
7.7	Análisis de la demanda de baterías eléctricas de segunda vida	111
7.7.1	Demanda cliente Residencial.....	111
7.7.2	Demanda cliente comercial	114
7.7.3	Demanda total.....	116

7.7.4	Pronóstico de la demanda futura.....	118
7.8	Análisis de la oferta de baterías eléctricas de segunda vida	121
7.8.1	Oferta actual de baterías de segunda vida	121
7.8.2	Pronóstico conservador de la oferta futura	124
7.8.3	Pronóstico optimista de la oferta futura.....	126
7.9	Análisis de precios	129
7.9.1	Evolución de precios de las baterías eléctricas de litio nuevas	130
7.9.2	Estimación de precios de las baterías eléctricas de Litio de segunda vida	132
7.10	Análisis de ciclo de vida.....	136
7.10.1	Ciclo de vida de batería nueva.....	136
7.10.2	Ciclo de vida de batería de segunda vida	138
7.11	Comparación de precio y tiempo de vida según tipo de baterías	139
7.12	Propuesta de modelo de negocio para venta de baterías de segunda vida	141
7.12.1	Asociaciones clave.....	141
7.12.2	Estructura de costos	142
7.12.3	Propuesta de valor.....	145
7.12.4	Relaciones con clientes	146
7.12.5	Actividades clave.....	146
7.12.6	Recursos clave	147
7.12.7	Estructura de ingresos	147
7.12.8	Segmentos de mercado.....	148

7.12.9	Canales	148
7.13	Evaluación económica sobre la venta de baterías de segunda vida.....	150
7.13.1	Determinación de la tasa de descuento	151
7.13.2	Inversión necesaria.....	152
7.13.3	Determinación de la tasa de interés.....	154
7.13.4	Cálculo de la amortización e interés a pagar	154
7.13.5	Cálculo de la depreciación.....	156
7.13.6	Determinación del capital de trabajo.....	158
7.13.7	Evaluación económica caso conservador	158
7.13.8	Evaluación económica caso optimista.....	164
7.14	Análisis de resultados	169
7.15	Análisis de sensibilidad	171
7.15.1	Resultados Crystal Ball	173
8	CONCLUSIONES.....	177
9	REFERENCIAS	181
10	ANEXOS.....	196

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Alternativas posibles para tarifas tipo AT4 y BT4.	57
Tabla 2: Vehículos eléctricos más vendidos en Chile y sus respectivos precios.....	88
Tabla 3: Cálculo del índice estacional para pronóstico de demanda	118
Tabla 4: Demandas Totales pronosticadas por año	120
Tabla 5: Cálculo del índice estacional para pronóstico de oferta	124
Tabla 6: Oferta anual conservadora pronosticada	126
Tabla 7: Oferta anual optimista pronosticada	129
Tabla 8: Costo asociado a la instalación de paneles solares para Net Billing.	133
Tabla 9: Inversión necesaria caso conservador.	153
Tabla 10: Inversión necesaria caso optimista.....	154
Tabla 11: Amortización e intereses caso conservador.	155
Tabla 12: Amortización e intereses caso optimista.	156
Tabla 13: Vida útil de los activos a invertir.	156
Tabla 14: Depreciación de los activos caso conservador.....	157
Tabla 15: Depreciación de los activos caso optimista.	157
Tabla 16: Resultados evaluación económica caso conservador 5% de participación de mercado con financiación.	159
Tabla 17: Resultados evaluación económica caso conservador 5% de participación de mercado sin financiación.	160
Tabla 18: Resultados evaluación económica caso conservador 3% de participación de mercado con financiación.	160
Tabla 19: Resultados evaluación económica caso conservador 3% de participación de mercado sin financiación.	161
Tabla 20: Resultados evaluación económica caso conservador 2% de participación de mercado con financiación.	162

Tabla 21: Resultados evaluación económica caso conservador 2% de participación de mercado sin financiación.	162
Tabla 22: Resultados evaluación económica caso conservador 1% de participación de mercado con financiación.	163
Tabla 23: Resultados evaluación económica caso conservador 1% de participación de mercado sin financiación.	163
Tabla 24: Resultados evaluación económica caso optimista 5% de participación de mercado con financiación.	164
Tabla 25: Resultados evaluación económica caso optimista 5% de participación de mercado sin financiación.....	165
Tabla 26: Resultados evaluación económica caso optimista 3% de participación de mercado con financiación.	166
Tabla 27: Resultados evaluación económica caso optimista 3% de participación de mercado sin financiación.....	166
Tabla 28: Resultados evaluación económica caso optimista 2% de participación de mercado con financiación.	167
Tabla 29: Resultados evaluación económica caso optimista 2% de participación de mercado sin financiación.....	167
Tabla 30: Resultados evaluación económica caso optimista 1% de participación de mercado con financiación.	168
Tabla 31: Resultados evaluación económica caso optimista 1% de participación de mercado sin financiación.....	169
Tabla 32: Empresas de venta de baterías en la Región Metropolitana.	196
Tabla 33: Demanda Conjunta potenciales clientes de la industria.	196
Tabla 34: Cálculo de Tendencia de los periodos para la demanda.	197
Tabla 35: Resultados de pronóstico para la demanda.....	200

Tabla 36: Oferta actual de baterías de segunda vida.	203
Tabla 37: Cálculo de Tendencia de los periodos para pronóstico conservador de la oferta.	203
Tabla 38: Resultados de pronóstico conservador para la oferta.	206
Tabla 39: Resultados de pronóstico optimista para la oferta.....	208
Tabla 40: Precio de batería nueva y respectivo valor residual promedio.....	210
Tabla 41: Precio de batería nueva y respectivo costo de reacondicionamiento promedio.	210
Tabla 42: Flujo de caja conservador 5% de participación de mercado con financiación.	211
Tabla 43: Flujo de caja conservador 5% participación de mercado sin financiación.	213
Tabla 44: Flujo de caja conservador 3% participación de mercado con financiación.	215
Tabla 45: Flujo de caja conservador 3% participación de mercado sin financiación.	217
Tabla 46: Flujo de caja conservador 2% participación de mercado con financiación.	219
Tabla 47: Flujo de caja conservador 2% de participación de mercado sin financiación.	221
Tabla 48: Flujo de caja conservador 1% de participación de mercado con financiación.	223
Tabla 49: Flujo de caja conservador 1% de participación de mercado sin financiación.	225
Tabla 50: Flujo de caja optimista 5% de participación de mercado con financiación.....	227
Tabla 51: Flujo de caja optimista 5% de participación de mercado sin financiación.....	229
Tabla 52: Flujo de caja optimista 3% de participación de mercado con financiación.....	231
Tabla 53: Flujo de caja optimista 3% de participación de mercado sin financiación.	233
Tabla 54: Flujo de caja optimista 2% de participación de mercado con financiación.....	235
Tabla 55: Flujo de caja optimista 2% de participación de mercado sin financiación.....	237
Tabla 56: Flujo de caja optimista 1% de participación de mercado con financiación.....	239
Tabla 57: Flujo de caja optimista 1% de participación de mercado sin financiación.....	241

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ventas de vehículos NEV desde el año 2006 hasta el año 2018 en miles de unidades en China	25
Figura 2: Ventas de vehículos EV desde el año 2006 hasta el año 2018 en miles de unidades de Estados Unidos	32
Figura 3: Ventas de vehículos EV desde el año 2010 hasta el año 2019 en miles de unidades de Noruega	38
Figura 4: Evolución de la oferta de energía primaria en Chile dese 2007 a 2017.....	45
Figura 5: Oferta de energía en Tcal por tipo de fuente energética.	46
Figura 6: Ejemplo de Sistema Domiciliario Fotovoltaico.	52
Figura 7: Componentes de Tendencia de una serie cronológica.	74
Figura 8: Business Model Canvas.....	76
Figura 9: Ventas anuales de vehículos eléctricos en Chile.	87
Figura 10: Participación de mercado empresas de automóviles eléctricos en Chile	104
Figura 11: Matriz FODA para la industria de baterías de segunda vida.....	111
Figura 12: Demanda por tipo de cliente Net Billing.	112
Figura 13: Demanda por tipo de cliente electrodependiente.....	114
Figura 14: Demanda por tipo de cliente comercial	116
Figura 15: Demanda conjunta de potenciales clientes de la industria de baterías de segunda vida.	117
Figura 16: Pronóstico demanda de baterías de segunda vida año 2030.....	120
Figura 17: Ventas trimestrales de vehículos eléctricos en Chile.....	122
Figura 18: Baterías de segunda vida disponibles.	123
Figura 19: Pronóstico conservador de la oferta de baterías de segunda vida.....	126
Figura 20: Pronóstico optimista de la oferta de baterías de segunda vida	129
Figura 21: Evolución de precios de baterías ion litio.	130

Figura 22: Pronóstico del precio de baterías de litio nuevas.....	131
Figura 23: Evolución de precios baterías de segunda vida	136
Figura 24: Relación precio-ciclo de vida de baterías de litio nuevas	140
Figura 25: Relación precio-ciclo de vida de baterías de litio de segunda vida	140
Figura 26: Valor residual de baterías según precio de batería nueva	144
Figura 27: Costo de reacondicionamiento según precio de batería nueva.	145
Figura 28: Modelo Canvas para negocio de baterías de segunda vida.	149
Figura 29: Gráfico de frecuencias para el VAN >0 obtenido de Crystal Ball.	173
Figura 30: Gráfico de frecuencias para la TIR > 14,22% obtenido de Crystal Ball.....	174
Figura 31: Gráfico de frecuencias para el VAN > 15.000 obtenido de Crystal Ball.	175
Figura 32: Gráfico de frecuencias para el VAN > 30.000 obtenido de Crystal Ball.	175
Figura 33: Gráfico de tornado de la sensibilidad de las variables respecto al VAN.	176

1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad de Chile y el mundo, se está viviendo un proceso de toma de conciencia respecto a los temas relacionados con la crisis medioambiental, específicamente sobre la contaminación generada por las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)¹. En lo que refiere a Chile, el sector energético es el principal emisor de GEI con un 49,2% del balance de GEI en el año 2016 (Ministerio del medioambiente, 2018). Es importante mencionar, que el 98,9% de las emisiones del sector energético corresponden a actividades de la quema de combustible y emisiones fugitivas de combustible (Ministerio del medioambiente, 2018). Entre las actividades de quema de combustible toman una importante consideración, el consumo de combustibles líquidos como el diésel y gasolina para motor, para el transporte terrestre, lo que forma una importante subcategoría, dado que, representa un 87,7% de las emisiones de GEI generadas por este tipo de actividades (Ministerio del medioambiente, 2018).

Por las razones mencionadas anteriormente, es que se hace necesaria la implementación de medidas por parte del gobierno que incentiven un mejor uso de la energía en el sector del transporte privado y público, al ser consideradas tan relevantes en relación con las emisiones de GEI. En el marco de este contexto, el país tiene como desafío avanzar en la “incorporación de tecnologías de bajas y cero emisiones que permitan reemplazar el consumo de diésel y otros combustibles” (Ministerio de Energía, 2018). Una de las oportunidades que tiene Chile en cuanto a la incorporación de nuevas tecnologías que

¹ Son gases que forman parte de la atmosfera natural y que son generados a partir de la actividad humana. Los principales implicados son el dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, clorofluorocarbonos y ozono troposférico.

permitan realizar este cambio, es la transición hacia la electromovilidad. Los automóviles eléctricos representan una innovadora opción para enfrentar el problema existente de la contaminación ambiental por emisiones de carbono, por el hecho de que, los vehículos de batería eléctrica producen entre un 48% y 57% menos que un vehículo de combustión interna promedio (European Enviroment Agency, 2018). Por otra parte, no solo contribuye a la disminución de emisiones de carbono en la etapa de utilización del vehículo, sino que también, son más eficientes energéticamente, debido a que, “el motor eléctrico junto con el convertidor en el circuito de suministro tiene una eficiencia de alrededor de 90% más alta que un motor de combustión interna que tiene una eficiencia de no más de 40% (en promedio 30%)” (Golovano & Marinescu, 2019).

En vista de dichos beneficios es que, en Chile, el Gobierno ha desarrollado una estrategia de electromovilidad hacia el año 2050 con la finalidad de convertirse en líderes mundiales en la utilización de tecnologías más sustentables para el medioambiente, en que se tiene como objetivo “que un 100% de la flota de transporte público y el 40% de los vehículos particulares sean eléctricos” (Ministerio de Energía, 2017). Por otra parte, ya se han empezado a desarrollar iniciativas para potenciar la creciente industria de la automovilidad eléctrica, un ejemplo de esto es el hecho de que ha sido aprobado un proyecto impulsado por COPEC y el Gobierno Regional Metropolitano en una alianza público privada, que busca instalar 104 puntos de carga eléctrica en todas las comunas de la Región Metropolitana ante la necesidad de disminuir la huella de carbono que generan los automóviles que funcionan a partir de hidrocarburos (Ministerio de Energía, 2019).

Sin embargo, a pesar de las iniciativas que se están tomando por parte del Gobierno, en vista de la situación respectiva a la huella de carbono generada por las actividades de quema de combustible, específicamente en el transporte terrestre, hay muchas consideraciones que aún no han sido contempladas respecto al tema de la automovilidad eléctrica. Una de estas consideraciones es que no se está tomando en cuenta el tema relativo a la manufactura de este tipo de vehículos, dado que, las emisiones de carbono en la etapa producción de vehículos de batería eléctrica son estimadas en ser alrededor de 1,3 a 2 veces más que las generadas en la producción de vehículos de combustión interna (Ager, Elligsen, Singh, & Hammer, 2016), siendo producción de la batería eléctrica de los vehículos la etapa de mayor requerimiento energético y que por lo tanto más contaminación genera. Otro ejemplo de gran relevancia es que, las baterías de litio cuando llegan al 80% de su rendimiento, aproximadamente a sus 5 años de vida deben ser sustituidas.

Existen dos problemas en este caso; el primero es que las baterías son uno de los elementos más caros de un vehículo eléctrico, por lo que se requiere de una gran suma de dinero para poder cambiar esta batería, por tanto, algunas personas podrían optar por comprar un vehículo nuevo, en vez de hacer el cambio, generando aún más desechos. El segundo problema es que las baterías son difíciles de reciclar por su estructura interna, requiriendo a expertos que lo hagan y de un trabajo muy minucioso, lo que tarda mucho tiempo y recursos, siendo más fácil simplemente botarlas (Hachim Campos, 2018). Por ende, para los entes que deben hacerse cargo de su reciclaje, que corresponden a las empresas productoras de vehículos eléctricos, esto puede significar un costo de grandes magnitudes.

Tomando en cuenta, la existencia de factores negativos en el traspaso hacia la electromovilidad que actualmente está siendo fomentada por el Ministerio de Energía del

Gobierno de Chile, es importante desarrollar alternativas para enfrentar el cambio que se espera generar en este ámbito del sector energético del país.

2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Una posible solución para el problema de baterías de automóviles eléctricos que han cumplido con su ciclo de vida es el reacondicionamiento para su aplicación en otro tipo de materias, entre las cuales destacan su uso como almacenamiento de energía. Es por esto, que en el presente documento se realizará una evaluación de factibilidad técnica y económica acerca de la utilización de baterías eléctricas en su segundo uso de vida para su venta en aplicaciones de almacenaje de energía, en vista de analizar una alternativa para evitar la posible contaminación que se puede generar por los desechos de baterías producidos por los vehículos eléctricos y la posibilidad de generar una alternativa económica a empresas productoras de vehículos que tienen la obligación de hacerse responsables de las baterías en desuso, otorgándoles la opción de vender las baterías a valor residual a empresas terceras, en vez de hacerse cargo del reciclaje de las mismas, lo que podría significar un beneficio en contraste con los costos que se ven involucrados en el reciclaje. Es por esto, que se requiere extraer resultados del estudio que permitan recomendar a inversionistas o empresas que busquen generar un negocio de este tipo, acerca de la factibilidad y rentabilidad de incorporarse a la industria de baterías de segunda vida.

Se busca responder a preguntas como, ¿Se encuentra el mercado de los automóviles eléctricos en tendencia de crecimiento?, ¿Por qué se ha producido el crecimiento del mercado de vehículos eléctricos en países líderes en electromovilidad?, ¿Cuáles son algunas de las medidas que ha tomado Chile para el incentivo de la electromovilidad?, ¿Es factible técnicamente el desarrollo de un reacondicionamiento de la batería eléctrica que ha finalizado

su ciclo de vida, para el almacenamiento de energía?, ¿Es rentable económicamente llevar a cabo este proceso para la implementación de un negocio basado en la reutilización de las baterías provenientes de la electromovilidad?

3 OBJETIVOS

3.4 Objetivo general

Estudiar la viabilidad de la reutilización de baterías de ion-litio provenientes de automóviles eléctricos para su comercialización, mediante un estudio de factibilidad técnico económico.

3.5 Objetivos específicos

Analizar el contexto de los países que lideran en la actualidad la electromovilidad a modo de comparación con lo que se hace en Chile actualmente.

Realizar un análisis de la demanda y oferta futuras de las baterías eléctricas de litio a través de herramientas de pronóstico de demanda y análisis de potenciales proveedores respectivamente.

Analizar el mercado de las baterías eléctricas de litio nuevas respecto a la evolución de sus precios a modo de comparación con las baterías provenientes de la electromovilidad.

Estudiar el ciclo de vida de las baterías nuevas con respecto a las baterías provenientes de la electromovilidad con el propósito de determinar la factibilidad de un negocio basado en la venta de baterías de segunda vida

Proponer un modelo de negocios basado en la venta de baterías eléctricas de litio de segunda vida para su utilización en aplicaciones de almacenaje de energía mediante un modelo Canvas

Desarrollar un estudio económico de diversos casos para determinar la rentabilidad económica de un negocio basado en la venta de baterías eléctricas de litio de segunda vida.

4 MARCO TEÓRICO

4.1 Antecedentes

Los automóviles eléctricos existen desde hace muchísimos años, sin embargo, es en la última década que se ha experimentado un crecimiento considerable en la cantidad de vehículos de este tipo que hay en el mundo, principalmente, por la toma de consciencia acerca de la contaminación medioambiental producida por los vehículos de combustión interna, sin dejar de lado el hecho de que además la producción de vehículos eléctricos se ha hecho considerablemente más eficiente, permitiendo reducir los costos de producción y , por consecuencia, los coches eléctricos se han vuelto más accesibles para el público en general.

En el año 2018 la flota total de automóviles eléctricos en el mundo fue de más de 5,1 millones, superando en 2 millones la marca registrada el año 2017 (International Energy Agency, 2019). Por otra parte, es importante mencionar que China, Europa y Estados Unidos representan la mayor parte con respecto a la cantidad de vehículos eléctricos existentes.

China posee 2,1 millones de unidades, Europa tiene un total de 1,2 millones de unidades y Estados Unidos un total de 1,1 millones de automóviles eléctricos (International Energy Agency, 2019). Sin embargo, considerando la cantidad de población que tiene cada uno de los territorios mencionados, el número de vehículos eléctricos existentes representan una

cantidad aún muy pequeña en cuanto a cuotas de mercado en la demanda total de automóviles. En este sentido, el país que lidera el mercado automotivo eléctrico es Noruega, ya que la participación de los automóviles eléctricos representa un 49% del total del mercado (International Energy Agency, 2019).

La demanda creciente de la electromovilidad en el mundo, sobre todo en los países más representativos como China, Estados Unidos y Noruega, han estado motivadas principalmente por políticas e iniciativas por parte de los respectivos gobiernos, así como también por la implementación de infraestructura necesaria para apoyar al desarrollo del mercado de los automóviles eléctricos. Un ejemplo de esto es el caso de Noruega, que desde el año 1990 comenzó a establecer normativas e incentivos para ayudar a transición hacia vehículos de cero emisiones, algunos de ellos son según Norsk elbilforening (s.f):

- El parlamento noruego establece una meta nacional para el año 2025 de que todos los autos vendidos deben ser de cero emisiones, eléctricos o de hidrogeno.
- Se ha desarrollado una importante red de carga para automóviles eléctricos, que comprende un total de 10.000 puntos de carga públicos y más de 1.500 vehículos pueden utilizar la carga rápida al mismo tiempo. Además, el gobierno de Noruega ha impulsado un programa que considera la financiación de al menos 2 estaciones de carga cada 50 kilómetros en todas las carreteras principales del país.
- La mayoría de los partidos políticos en Noruega concuerdan en que la compra de un vehículo de cero emisiones debe ser siempre más beneficiosamente económica que la de un vehículo de combustión interna. En base a esto, el precio de los vehículos se calcula en base a las emisiones de carbono que produce, es decir, que los automóviles que más emisiones generan se vuelven considerablemente más caros.

Chile actualmente, aún posee un mercado muy reducido de vehículos eléctricos, pero que tiene una tendencia al alza. En el año 2018 se registraron un total de 197 vehículos híbridos y eléctricos vendidos en el país, representando un 44% más que en el año 2017, y en el año 2017 presentó un crecimiento de 523% respecto a 2016 (Asociación Nacional Automotriz de Chile A.G., 2018). Por otra parte, el gobierno ha empezado campañas para incentivar el traspaso hacia la automovilidad eléctrica, estableciendo un plan de electromovilidad que busca que para el año 2050, el 40% de los autos privados sea eléctrico y el 100% del transporte público también (Ministerio de Energía, 2017). Además, se ha aprobado un proyecto que busca la instalación de puntos de carga a lo largo del país, para aumentar la autonomía de los autos eléctricos (Ministerio de Energía, 2019). Aunque Chile, aún se encuentra en un estado muy prematuro respecto a la comercialización e implementación de políticas que incentiven el uso de automóviles de cero emisiones, actualmente presenta una tendencia en el crecimiento de las ventas de dichos vehículos y el Gobierno de Chile al igual que como China, Estados Unidos y Noruega lo hicieron en un principio, ha empezado a desarrollar iniciativas para incentivar el crecimiento del mercado de los vehículos eléctricos.

4.2 Justificación del problema

El continuo crecimiento de la automovilidad eléctrica significa por un lado la reducción de GEI emitidos durante el ciclo de vida de los vehículos en el largo plazo, sin embargo, en el proceso productivo de dichos automóviles, la producción de las baterías eléctricas que los componen resultan ser el subproceso más contaminante en cuanto a emisiones de GEI, de hecho, por esa razón en particular es que la producción de vehículos

eléctricos suele ser más contaminante, ya que, la etapa de producción de un vehículo eléctrico es 1,3 a 2 veces superior en cuanto a emisiones de GEI, que la de un vehículo de combustión interna (Ager et al., 2016).

En el contexto de lo anterior, las baterías de vehículos eléctricos poseen lo que se conoce como State of Health (SOH)². Si el SOH de una batería se encuentra entre un 70-80% de su capacidad inicial (Tiempo aproximado de 5 años), debe ser cambiada para conservar el rendimiento de los vehículos eléctricos, razón por la cual el traspaso hacia la electromovilidad se vuelve un problema, tanto en términos de costos para el dueño del vehículo como en términos de contaminación atmosférica, lo primero porque el dueño deberá pagar por un reemplazo de la batería cuyos precios son bastante elevados y el segundo punto porque el cambio de batería implicaría la producción de una nueva, generando GEI e implicando además el desecho de la batería, que si no es reciclada puede generar también contaminación atmosférica.

Sin embargo, “dichas baterías, no utilizables para aplicaciones en electromovilidad serían aun capaces de entregar servicios de almacenamiento de energía en otras aplicaciones menos demandantes” (Martinez-Laserna et al., 2018). Lo que podría significar una solución al problema planteado ya que la batería puede tener la opción de ser reutilizada para otro tipo de aplicación y revendida, de esta manera se evitaría su desecho y se aprovecharía al máximo la capacidad de la batería, alargando su ciclo de vida y contribuyendo a la disminución de la

² Se refiere a una medida que refleja la condición general de la batería y su habilidad para entregar un rendimiento específico comparado con el de una batería del mismo tipo nueva.

contaminación generada. De hecho, Martinez-Laserna et al. (2018) afirma en el contexto de la reutilización de baterías de coches eléctricos que:

Reutilizar esta significativa cantidad de baterías representa una gran oportunidad no solo para la industria automotora, sino que también para otras industrias. Incluso, más allá de solo ser una motivación económica, las baterías de segunda vida representan una alternativa a otras soluciones de almacenamiento de energía, que podría evitar o postergar la manufactura de nuevos sistemas, guiando hacia mitigaciones indirectas de las huellas medioambientales de carbono. (p.2703)

Particularmente, en base a lo anterior, es que se busca estudiar la factibilidad económica de la reutilización de baterías de litio provenientes de la electromovilidad para su venta en el uso de sistemas de almacenamiento de energía.

4.3 Contexto Internacional

4.3.1 China

4.3.1.1 Parque Automotriz de China

El mercado automotriz de China ha sido uno de los cuales ha experimentado un mayor crecimiento en el mundo durante las últimas décadas, lo que ha contribuido a que en la actualidad se posicione como el mercado automotriz más grande del mundo. El país antes de unirse a la Organización Mundial del Comercio (OMC), en el año 1999, solo producía una cantidad menor a 2 millones de vehículos anuales, sin embargo, para el año 2015 ese número ha aumentado considerablemente, produciendo 24,5 millones de vehículos anuales aproximadamente (Sachon, Ribera, Zhang, Zhang, & Castillo, 2017). Se espera que la

producción de vehículos en China siga presentando un crecimiento significativo, ya que, para el año 2025 se pronostica que se produzcan un total de 35 millones de vehículos anuales (Business Sweden, 2019).

A pesar del crecimiento exponencial que ha tenido la industria automotriz en China, su ciclo de vida está incorporándose a una fase más madura, ya que, en el año 2018 las ventas de vehículos disminuyeron en un 2,8% en comparación al año 2017. Lo anterior producto del cambio de políticas gubernamentales, que, sin embargo, han dado paso al crecimiento de la venta de vehículos eléctricos cuyas ventas en el año 2018 fueron de un total de 1,3 millones en volumen, representando un aumento del 62% con respecto al año anterior (Business Sweden, 2019).

En la Figura 1 mostrada a continuación se puede observar cómo ha sido la evolución del mercado de automóviles en China, tomando datos desde el año 2006 hasta el año 2018. Como se puede observar desde el año 2006 ha habido un notorio crecimiento del parque vehicular total que conforma China, representando un aumento del 294% en tan solo 12 años. Por otra parte, es importante recalcar el marcado ritmo de aumento que existe sobre los vehículos tipo NEV³, que en el año 2013 representaba solo un 0,08% de las ventas totales de vehículos en China, sin embargo, para el año 2018 han logrado representar aproximadamente un 4,5%.

³ Hace referencia a la sigla en inglés “New Energy Vehicle”, que son aquellos vehículos que utilizan batería eléctrica, considerando también los vehículos híbridos.

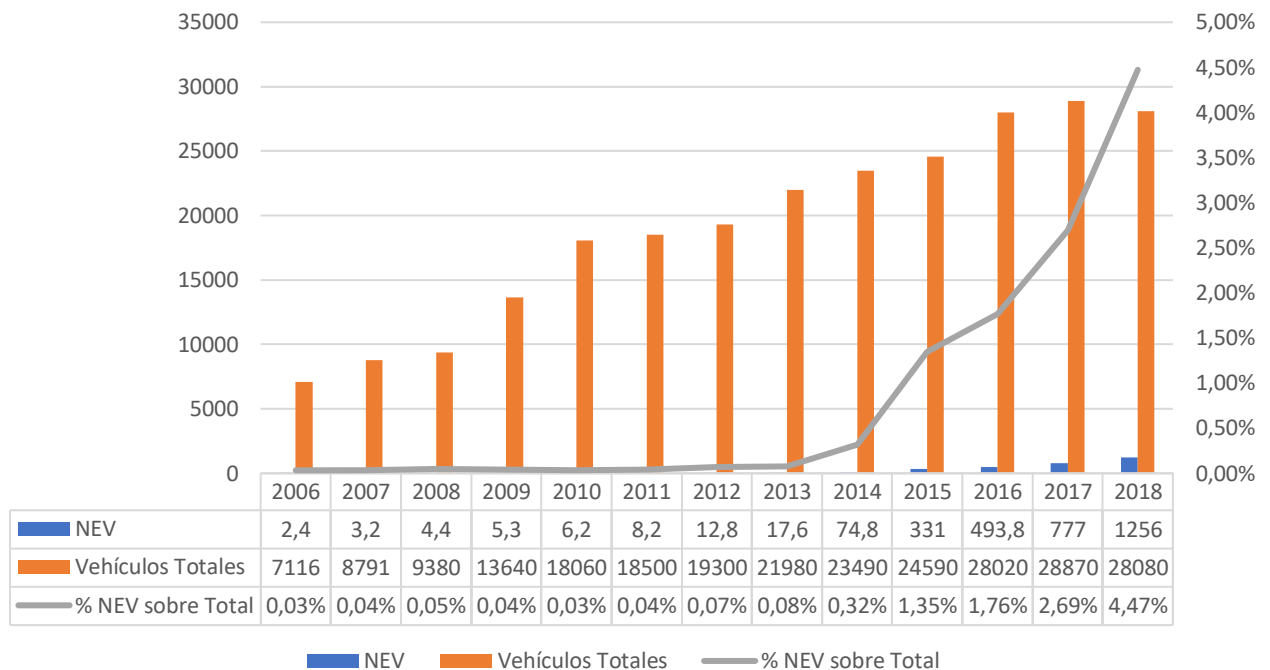


Figura 1: Ventas de vehículos NEV desde el año 2006 hasta el año 2018 en miles de unidades en China
(Fuente: Automotives Statistics, China Association of Automobile Manufacturers, 2018)

En la actualidad el parque automotriz de China se ve claramente dominado por los vehículos de combustión interna, pero, se pronostica que para el año 2050 los vehículos tipo NEV dominen la industria (Business Sweden, 2019).

4.3.1.2 Leyes y Normas Regulatorias en China

Tal como se observó en el punto anterior, el parque automotriz de China en cuanto a los vehículos NEV ha presentado un marcado crecimiento en sus ventas en la última década. Dicho crecimiento se ve afectado principalmente por factores relacionados a políticas gubernamentales.

En base a lo anterior, en el año 2012 se dicta el plan “New Energy Vehicles Industry Development Program 2012-2020”, que fue promulgado por el Consejo de Estado de la

República Popular China, con la finalidad de proteger la obtención de energía y la protección del medioambiente mediante la reducción del consumo de combustible. Este plan buscaba promover el ahorro de energía, así como también, el desarrollo de la industria de NEVs. Según Asia-Pacific Economic Cooperation (2012), las siguientes políticas y acciones fueron incluidas en dicho programa:

- **Energía Renovable:** En este aspecto, se busca promover la transformación eléctrica de los sistemas de energía automotriz, así como también, la popularización de vehículos ahorradores de energía y fomentar la actualización de la tecnología de la industria automotriz. Por otra parte, se pretende incorporar la innovación independiente para promover el ahorro energético y la manufactura de NEVs. En este sentido, también se considera la aceleración de la formación de tecnología, estándares y derechos de propiedad intelectual. Además, se pretende fortalecer la industria de los vehículos NEV y la industria de apoyo, entre los que se encuentran, la producción de baterías, motores, electrónica automotriz, etc. En último lugar, se debe fortalecer y acelerar la construcción de instalaciones de carga para este tipo de vehículos.
- **Medioambiente:** Con respecto a este punto, se busca establecer un sistema de etiquetado de consumo de combustible para vehículos comerciales, y construir un mecanismo para publicitar los óxidos de nitrógeno y otros contaminantes.
- **Inversiones:** El gobierno presentará fondos para la implementación de proyectos de ahorro de energía y para proyectos de innovación tecnológica de NEVs. También, hay incentivos financieros para la construcción de instalaciones de carga y sistema de reciclaje de baterías. Hay beneficios en relación con los impuestos para aquellas empresas relacionadas con el desarrollo de NEVs.

- **Tecnología:** Se plantea fortalecer la investigación de nuevas tecnologías relacionadas a los NEVs. Se busca promover la innovación de la tecnología asociada a las baterías eléctricas, con un enfoque en la seguridad del sistema de poder, confiabilidad y diseños de bajo peso.

Durante el desarrollo de la implementación del programa mencionado anteriormente, las siguientes acciones fueron ejecutadas, y que ayudaron a reflejar el aumento sustancial de los vehículos NEV (Business Sweden, 2019):

- Existieron subvenciones a la adquisición, para promover la venta de vehículos NEV en 88 ciudades de prueba en China, en que a finales del año 2018 el total de subsidios alcanzó un total de 95,84 billones de CNY.
- La implementación de un sistema de cuotas para los productores de automóviles NEV, en que se asigna un número de créditos a los automóviles dependiendo de factores como rango eléctrico, eficiencia energética, etc. A los vehículos que presenten un mayor rendimiento se les asigna un mayor número de créditos. En este sentido, los fabricantes de automóviles deben tener un saldo crediticio positivo, si no, se ven obligados a reducir la producción de vehículos de combustión interna, o detener la producción de nuevos modelos y recibir multas monetarias.

Además, otras de las políticas que el gobierno chino implementó para el incentivo a la producción y compra de vehículos NEV, según Columbia University (2019) son:

- Nuevos requerimientos para la construcción de fábricas de automóviles, ya que, se desincentiva fuertemente la construcción de fábricas solamente de vehículos de

combustión interna. Cada nueva fábrica debe contar con capacidad para la construcción de vehículos eléctricos.

- El gobierno chino no cobra impuestos de venta y de consumo a los compradores de vehículos eléctricos.
- Los gobiernos locales de China, se encargan de promover los vehículos eléctricos también, a través de: la agilización de la obtención de patentes de vehículos eléctricos es más rápida y menos costosa que para vehículos convencionales, espacios de estacionamiento gratis y preferenciales para automóviles eléctricos, no hay restricciones medioambientales para vehículos NEV, algunas municipalidades como Beijing y Shenzhen anunciaron que su flota de taxis sería completamente de vehículos eléctricos, por otra parte, la provincia de Hainan anunciaron que la venta de vehículos a combustible se eliminaría en el año 2030.

4.3.1.3 Tratamiento de las baterías provenientes de la electromovilidad en China

En vista del crecimiento exponencial que ha tenido la compra de vehículos eléctricos en la última década en China, existe la problemática sobre que se debe hacer con las baterías que han finalizado su ciclo de vida en los automóviles eléctricos. En China, el año 2018 se reciclaron un total de 67.000 toneladas de baterías de ion-litio (Green Tech Media, 2019) y se espera que para el año 2029 se reciclen un total de 3 millones de baterías por año (ID Tech Ex, 2018).

Dadas las razones anteriores, el Ministerio de Industria Chino, generó en el año 2018 guías detalladas para hacerse cargo del reciclaje de las baterías provenientes de la electromovilidad. Estas regulaciones obligan a los fabricantes de vehículos eléctricos a crear una cadena de recolección de baterías usadas. Hay dos tipos de instalaciones que deben

establecerse en la industria: Instalaciones con capacidad de 5 toneladas para almacenamiento de baterías temporal e instalaciones con capacidad de 30 toneladas para almacenamiento de baterías de operación de largo plazo (Electrived, 2019).

Otra de las regulaciones que fueron dictadas por el Ministerio de Industria Chino, es que, si un productor vende más de 8.000 vehículos NEV en un área administrativa, debe construir una de las instalaciones de gran capacidad de almacenamiento, como las mencionadas en el párrafo anterior (Electrived, 2019).

Dichas instalaciones están solo encargadas de recibir las baterías, ordenar las baterías por tipo, almacenar, empaquetar y distribuir las baterías usadas a reciclaje (Electrived, 2019).

Además, se implementó la plataforma de gestión de trazabilidad, que dicta que, desde agosto del año 2018, todas las baterías producidas se les dará un código de identificación único, para ayudar a seguir el rastro de las baterías en su ciclo de vida entero, partiendo desde la producción, durante el ciclo de ventas, el uso del vehículo y en su posterior etapa de reciclaje o segundo uso de vida (ID Tech Ex, 2018).

Sin embargo, estas medidas regulatorias se están tomando recientemente, esto quiere decir, que el mercado de las baterías eléctricas usadas en China se encuentra aún en una etapa de vida muy temprana, a pesar de que, es el mayor mercado de vehículos NEV existente en el mundo actualmente. A pesar de eso, dada la gran inmensidad del mercado de los automóviles eléctricos en China, y su crecimiento desmedido, se espera que sea el país que guíe al resto en el reciclaje de baterías provenientes de la electromovilidad (Green Tech Media, 2019).

Por otra parte, dado que las baterías provenientes de la electromovilidad aún presentan hasta un 80% de capacidad residual, en China, las compañías productoras de vehículos eléctricos son conscientes de esto, y piensan que es posible aprovechar el valor de dichas baterías, dado que, aún pueden ser utilizadas en aplicaciones que requieren una menor capacidad energética.

Un ejemplo de esto es la compañía Nissan que en conjunto con la empresa Eaton, han lanzado su producto de almacenamiento de energía llamado xStorage usando baterías de segunda vida provenientes de su modelo de vehículo eléctrico LEAF. Otro ejemplo, es la compañía Renault, que busca construir unidades de almacenamiento de energía comercial, llamado E-STOR, usando baterías de segunda vida provenientes de sus vehículos eléctricos (ID Tech Ex, 2018)

Las compañías chinas de vehículos eléctricos o de reciclaje pueden sacar provecho de las regulaciones planteadas por el gobierno, ya que, al tener un rastro de las baterías provenientes de la electromovilidad, es más fácil la planificación para el segundo uso de las baterías o su reciclaje (ID Tech Ex, 2018).

4.3.2 Estados Unidos

4.3.2.1 Parque Automotriz de Estados Unidos

La industria automovilística de Estados Unidos es una de las más grandes en la actualidad, posicionándose como el segundo país de mayor producción de automóviles en el mundo luego de China. Para el año 2019, Estados Unidos tuvo una producción anual de 10,88 millones de vehículos, incluyendo automóviles de pasajeros y vehículos comerciales (Investopedia, 2019).

En el futuro, la industria automovilística estadounidense espera que se produzcan un total de 11,7 millones de unidades para el año 2025 (Statista, 2020). Dado lo anterior, significa que la industria está entrando en un periodo de estancamiento, por el hecho, de que no se esperan fuertes aumentos en la producción de vehículos.

Por otra parte, se estima que las ventas de vehículos motorizados en Estados Unidos presenten una desaceleración en el mediano plazo, sin embargo, seguirá siendo el mercado de ventas de vehículos más grande de América del Norte. Se pronostica que las ventas de vehículos ligeros rondan los 17,7 millones de unidades en el año 2025 (Statista, 2020).

Dada la gran producción de vehículos de combustión interna en los Estados Unidos, se ha generado un foco incremental en reducir la cantidad de emisiones de carbono producida por los automóviles de combustión interna, por lo que el gobierno y agencias medioambientales han comenzado a dictar leyes restrictivas de emisiones y leyes, que pueden incrementar el costo de manufactura de dicho tipo de vehículos en los próximos años (Bussines Wire, 2020).

El país ha demostrado tener una demanda de vehículos eléctricos en constante crecimiento. Un ejemplo de esto es que se presentó un aumento de las ventas de automóviles eléctricos (sin considerar vehículos tipo PHEV⁴) de un 81% en el año 2018, con respecto al año anterior. Además, la tasa de crecimiento de las ventas promedio un 25% por año (Bussines Wire, 2020).

⁴ Se refiere a los vehículos de tipo híbridos, que poseen batería eléctrica pero que también pueden funcionar con combustible.

En la Figura 2 mostrada a continuación, se puede ver las ventas de vehículos eléctricos ligeros (EV), dentro de los cuales se consideran los tipos de batería eléctrica (BEV) e híbridos (PHEV). Además, se puede observar la cantidad de vehículos ligeros totales vendidos en los Estados Unidos desde el año 2006 hasta 2019. Si se hace un análisis con respecto a la información mostrada en el gráfico, se puede notar que en general las ventas de automóviles ligeros en el país han mantenido un ritmo constante en el tiempo, exceptuando el periodo en que se originó la recesión económica del 2008, y los años posteriores en que se tuvo que recuperar la economía. Es importante destacar el aumento considerable de ventas de automóviles eléctricos en el mercado estadounidense, que ha crecido un total de 188% en tan solo 13 años. Se debe agregar, que el porcentaje de automóviles eléctricos en relación con los vehículos vendidos totales ha pasado desde un 1,53% en el año 2006 a un 4,29% en el año 2019.

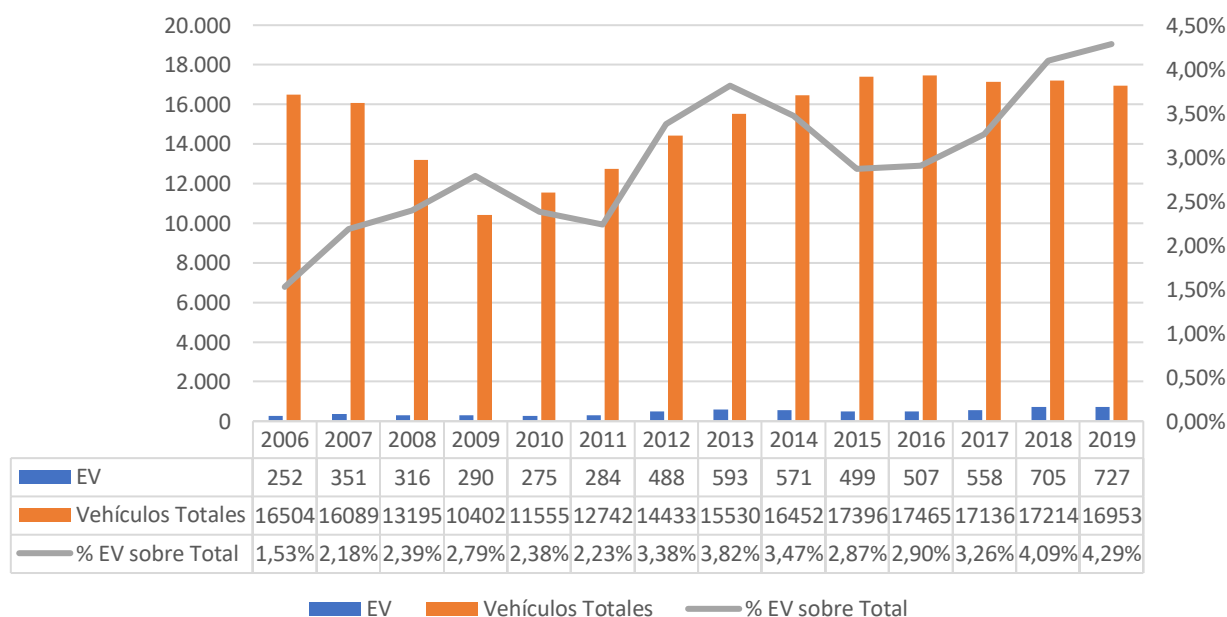


Figura 2: Ventas de vehículos EV desde el año 2006 hasta el año 2018 en miles de unidades de Estados Unidos
(Fuente: Transportation Energy Data Book, U.S Department of Energy, 2020)

4.3.2.2 Leyes y Normas Regulatorias en Estados Unidos

Para incentivar la compra de vehículos eléctricos, el Gobierno Federal de los Estados Unidos ha aplicado ciertas medidas, relacionadas con los impuestos, para de esta manera reducir la huella de carbono. Además, ha incorporado inversiones en investigación y desarrollo para reducir el costo de las baterías de automóviles eléctricos, incrementar el rango de los vehículos y disminuir los tiempos de carga de las baterías. Por otra parte, ha realizado inversiones en la creación de infraestructura para este tipo de vehículos (Congressional Research Service, 2019).

Los siguientes incentivos por parte del Gobierno han ayudado a incrementar las ventas de vehículos eléctricos en Estados Unidos (Congressional Research Service, 2019):

- **Créditos fiscales para la compra de vehículos:** Es un crédito que se le otorga a las personas que pagan impuestos, y se aplica al precio de los vehículos eléctricos. Este crédito tiene un rango que va desde los US\$ 2.500 hasta los US\$ 7.000 por vehículo, dependiendo de la capacidad de la batería.
- **Créditos fiscales para la infraestructura:** Existe el crédito fiscal para la propiedad de reabastecimiento de combustible de vehículos de combustible alternativo. El crédito cubre el 30% de la propiedad calificada, es decir, aquellas empresas que deseen invertir en una instalación de carga para vehículos eléctricos pueden optar por este incentivo.
- **Vehículos eléctricos e impuestos federales sobre las carreteras:** Este es un impuesto que se cobra únicamente a aquellos vehículos que queman combustible, como los vehículos eléctricos no utilizan este modo de generación de energía, están exentos de pagar este tipo de impuesto en las carreteras.

- **Investigación sobre vehículos eléctricos:** El estado destino importantes cantidades de dinero para apoyar la investigación y avance sobre la electrificación del transporte. Se destinaron US\$163,2 millones para tecnologías de baterías y electrificación. Además, se destinaron US\$37,8 millones para el programa “Clean Cities” que proporciona subvenciones para apoyar actividades de implementación de vehículos eléctricos, tales como infraestructura para la carga de estos. Entre las prioridades de la investigación se busca identificar nuevas tecnologías para las celdas y química de las baterías con la finalidad de reducir su costo, aumentar el rango de los vehículos a 300 millas y disminuir el tiempo de carga a 15 minutos para el año 2028.
- **Incentivos del estado:** Entre los incentivos que da el estado a los conductores de vehículos eléctricos se encuentra el permiso para el uso de carriles de alta ocupación, bonificaciones sobre la compra de vehículos eléctricos, tarifas de registro de vehículos reducida, así como también, tarifas de estacionamiento más baratas.
- **Programa de vehículos de cero emisiones:** La Junta de Recursos del Aire de California (CARB) implementó este programa para que los fabricantes de automóviles ofrezcan a la venta vehículos de menor emisión con un enfoque en los vehículos eléctricos. La cantidad de vehículos cero emisiones que debe vender cada fabricante se basan en sus ventas totales de vehículos ligeros en un determinado estado. Los estados que han implementado esta regulación al igual que California son nueve, que representan un tercio de todas las ventas de vehículos livianos en Estados Unidos.

4.3.2.3 Tratamiento de las baterías provenientes de la electromovilidad en Estados Unidos

Sin dudas, el crecimiento del mercado de vehículos eléctricos en Estados Unidos supone que luego del término de vida de las baterías, exista el problema del tratamiento del final de ciclo de vida de millones de baterías. Lo anterior, se debe a que se espera que las ventas de vehículos eléctricos crezcan a 1,3 millones para el año 2025 (U.S Department of Energy, 2019).

Sin embargo, en la actualidad no existen regulaciones que incentiven el reciclaje de las baterías por parte del Gobierno de los Estados Unidos, ni tampoco presentan requerimientos específicos que se hagan cargo del tema. Por otra parte, en cuanto a regulaciones y estándares que incentiven el segundo uso de vida de baterías provenientes de la electromovilidad, tampoco existen en los Estados Unidos (FEV Inc., 2012).

A pesar de que no existen regulaciones ni normas específicas que se hagan cargo del tratamiento de las baterías que han finalizado su ciclo de vida en la electromovilidad, si existe un plan para la investigación sobre el reciclaje y recuperación de materiales críticos provenientes de las baterías de ion litio hecho por la Oficina de Eficiencia Energética y Energía Renovable del Departamento de Energía de los Estados Unidos. Cabe mencionar que esta iniciativa por parte del Gobierno está enfocada principalmente para mitigar los posibles riesgos futuros en el suministro de materiales críticos como el cobalto para la fabricación de baterías eléctricas de ion litio. En base a lo anterior, el principal objetivo del plan es “reducir el costo de las baterías a menos que USD/KWh 50 con tecnologías que reduzcan

significativamente o eliminen la dependencia en materiales críticos (como el Cobalto) y utilizar materia prima de materiales reciclados (U.S Department of Energy, 2019).

Para lograr el objetivo propuesto por el Departamento de Energía de los Estados Unidos se considera el desarrollo de los siguientes pilares:

- Apoyar investigaciones de la industria y de laboratorios universitarios para el desarrollo de nuevas baterías de ion litio no dependientes de cobalto para los materiales activos de sus cátodos.
- Establecimiento del centro de investigación y desarrollo de reciclaje de baterías de litio “ReCell” centrado en procesos de reciclaje rentables para recuperar materiales críticos de baterías de litio.
- Lanzamiento de un premio de reciclaje de baterías de ion litio para incentivar a empresarios estadounidenses a encontrar soluciones innovadoras para resolver los desafíos asociados a la recolección, almacenamiento y transporte de baterías de litio desechadas para su reciclaje.

En cuanto a los usos de segunda vida de baterías provenientes de la electromovilidad en los Estados Unidos, esto aún se considera como un mercado inexplorado y que recientemente comienza a formar raíces. El primer ente estatal que se ha encargado de incentivar la temática de la reutilización de baterías es la Comisión de Energía de California (CEC). Su objetivo ha sido la búsqueda de validar la capacidad de las baterías de segunda vida para integrar de manera rentable la energía solar para aplicaciones de edificios comerciales medianos y pequeños (Green Tech Media, 2020).

La CEC incentivó esto otorgando un premio de US\$2,9 millones a empresas que se encarguen de desarrollar métodos que ayuden a cumplir este propósito. Las compañías ganadoras fueron CleanSpark y ReJoule, quienes recibirán la ayuda de Ford Motor Company para el desarrollo de su proyecto brindándoles baterías usadas provenientes de sus vehículos eléctricos, así como también, apoyo técnico de los laboratorios de Ford en Greenfield (Renewable Energy World, 2020).

4.3.3 Noruega

4.3.3.1 Parque Automotriz de Noruega

Noruega es uno de los países más representativos del mundo en cuanto a la transición a la electromovilidad. Esto se debe principalmente a que prácticamente la mitad de su parque automotriz está compuesto por vehículos eléctricos e híbridos. Un ejemplo de esto es que durante marzo del año 2019 el 60% de vehículos que se vendieron en Noruega fueron eléctricos (Forbes, 2019).

Los grandes porcentajes que presenta Noruega en cuanto a su proporción de vehículos eléctricos se debe en gran parte por el objetivo que posee el parlamento de que todos los automóviles que se vendan en noruega deben ser cero emisiones para el año 2025 (Climate Change News, 2020).

Por otra parte, a pesar de que las ventas unitarias en China y Estados Unidos son bastante más altas, Noruega sigue siendo el modelo de revolución de los vehículos eléctricos. Eso se debe a que hay muchos más vehículos eléctricos en las calles noruegas en proporción a los vehículos totales que en cualquier otra parte del mundo (Forbes, 2019).

Lo anterior se puede ver reflejado en la Figura 3, que muestra las ventas totales en miles de unidades de vehículos en Noruega desde el año 2010 hasta el año 2019, además, se muestra la cantidad de ventas de vehículos eléctricos en el mismo horizonte de tiempo y la proporción de vehículos eléctricos en comparación a las ventas totales:

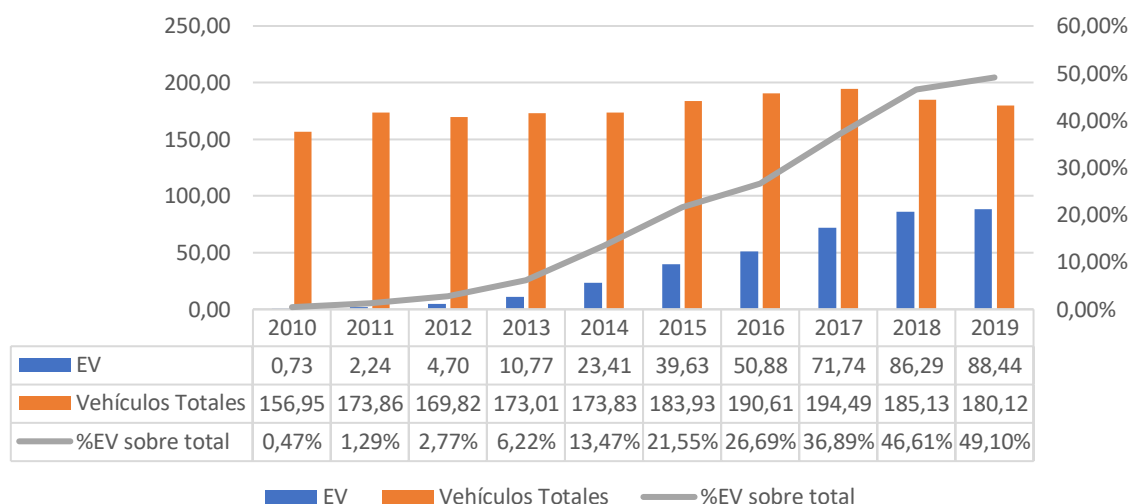


Figura 3: Ventas de vehículos EV desde el año 2010 hasta el año 2019 en miles de unidades de Noruega
(Fuente: Europe Total Car Sales, Car Sales Base, 2020)

Como se puede observar en la Figura 3, las ventas totales de vehículos desde el año 2010 se han mantenido prácticamente estables durante el tiempo, sin presentar un aumento significativo, sin embargo, la proporción de vehículos eléctricos con respecto al total es bastante significativa, ya que, en tan solo 9 años ha pasado de ser un 0,47% en el 2010 a un 49,10% en el año 2019. Dado lo anterior, es que se considera a Noruega como un líder en la transición hacía la electromovilidad, ya que, en pocos años ha logrado que prácticamente la mitad de los vehículos que se venden en el país sean del tipo eléctricos. Lo anterior se debe en gran parte a las políticas y regulaciones que el parlamento noruego ha establecido durante los años, y que se analizará en el siguiente punto.

4.3.3.2 Leyes y Normas Regulatorias en Noruega

El éxito de Noruega en la transición hacia la electromovilidad se debe principalmente a los incentivos e iniciativas por parte del gobierno para promover vehículos cero emisiones en el mercado, dichos incentivos han sido gradualmente introducidos desde etapas tempranas de introducción de este tipo de vehículos desde el año 1990 (Norsk elbilforening, s.f).

Las siguientes políticas han sido introducidas desde el año 1990 en el país para el incentivo sobre la utilización de vehículos eléctricos (Ecofys, 2018):

- **Excepción sobre los impuestos de matrícula:** A partir del año 1990 Noruega aplica un impuesto de matriculación o importación de vehículos, que puede alcanzar los EUR 10.000 o más según las emisiones de CO₂ que presente el automóvil. Sin embargo, los vehículos eléctricos quedan exentos de dicho impuesto.
- **Impuesto de circulación anual bajo:** Se añade este incentivo en el año 1996, en que los dueños de vehículos eléctricos pagan un impuesto de EUR 52, mientras que los dueños de vehículos de combustión interna pagan un impuesto de EUR 367.
- **Introducción de placas de matrícula especiales:** Desde el año 1999 los vehículos eléctricos reciben matrículas especiales con los prefijos “EK” o “EL”. Esta iniciativa tenía el principal objeto para permitir ciertos tipos de incentivos, como, por ejemplo, permitir el acceso a carriles rápidos de buses y poder identificar este tipo de coches.
- **Estacionamientos municipales gratis:** Desde el año 1999 los dueños de vehículos eléctricos disponen de estacionamientos gratis, lo que les permite el ahorro de miles de Kroners anuales. Esta iniciativa en la actualidad será revisada por el creciente número de autos eléctricos en el país.

- **Impuestos a los vehículos de empresa:** Desde el año 2000 el impuesto a la compra de vehículos con fines empresarios se reduce en un 50%. Sin embargo, desde el año 2018 este impuesto cambia a un 40%.
- **Excepción al impuesto del valor agregado:** En el año 2001 los vehículos eléctricos quedan exentos del pago del impuesto al valor agregado de 25% sobre la tarifa de compra o arrendamiento. Esta excepción se prolonga hasta el año 2020, sin embargo, se desarrollará un nuevo esquema debido al creciente número de automóviles de este tipo.
- **Acceso a los carriles de buses:** Desde el año 2005 los automóviles de batería eléctrica tienen acceso los carriles de autobuses en la mayoría de los pueblos y ciudades de Noruega. Sin embargo, dado el crecimiento de este tipo de coches, en la ciudad de Oslo para hacer uso de este incentivo se requiere compartir el vehículo con al menos un pasajero.
- **Excepción de pagos en peajes de carreteras:** Los autos de batería eléctrica desde el año 2009, disfrutan de exenciones del pago de peajes en las carreteras de Noruega como regla general. El pago de carreteras puede llegar a ser considerable, costando hasta miles de euros anuales en determinados tramos.

Otros incentivos por parte del parlamento noruego son los siguientes (Norsk elbilforening, s.f):

- **Ley del 50%:** Esta regla supone que las municipalidades y condados de Noruega no pueden cobrar más del 50% de tarifas de estacionamiento, peajes y tarifas de ferry aplicables a los vehículos de combustible fósil.
- **Infraestructura de carga:** En el año 2017, el gobierno noruego establece un programa para el financiamiento del establecimiento de al menos dos estaciones de carga rápida

para vehículos eléctricos cada 50 kilómetros en todas las carreteras principales de Noruega. A excepción de las ciudades de Finnmark y Lofoten, dichas estaciones de carga se han construido con éxito.

4.3.3.3 Tratamiento de las baterías provenientes de la electromovilidad en Noruega

Actualmente en Noruega se está llevando a cabo una iniciativa que ha sido promovida por el Centro Noruego de Experticia para la Industria de Procesos Sostenibles o también conocido como EYDE Cluster.

La iniciativa tiene por nombre BATMAN y consiste en un proyecto que busca encontrar nuevas oportunidades para el reciclaje y la reutilización de baterías eléctricas de ion litio al permitir que empresas identifiquen oportunidades de creación de valor, tomen decisiones estratégicas y comprendan cuando es mejor realizar inversiones en el desarrollo de productos e instalaciones. Este proyecto ayudará a que las empresas desarrollen herramientas dinámicas y estratégicas sobre el análisis del flujo de materiales, de esta manera, se permitirá que las materias primas o materiales resultantes provenientes de una cadena de valor puedan ser reutilizados generando una economía circular (The Explorer, 2019).

El primer resultado de este proyecto se ve reflejado en informes que reúnen las políticas que se originan en torno al reciclaje de las baterías. En dichos informes se resume el entorno dinámico de las políticas europeas con respecto a las baterías y los siguientes aspectos son evaluados (NCE EYDE, 2020):

- **Nuevas regulaciones en proceso:** En cuanto a la industria de las baterías existen iniciativas claves para verse desarrolladas en el periodo 2020-2022:

1. En primer lugar, se desarrollará un marco regulatorio en lugar de una Directiva de baterías, esto implicará que exista una legislación más unificada sobre baterías en toda la Unión Europea.
 2. El reglamento de traslado de residuos está siendo revisado, por el hecho de que, si los componentes de la batería son etiquetados como tóxicos la exportación transfronteriza se torna difícil. Por esta razón se debe encontrar un equilibrio en la gestión de los peligros tóxicos y el transporte de baterías y sus componentes en el mercado.
 3. La formación de una directiva de vehículos End-of-Life (Al término de su vida útil), que tenga como objetivo reducir el desperdicio proveniente de automóviles que finalicen su vida útil. Esto se revisará en el año 2021 luego de que entre en vigor la nueva regulación de baterías.
- **Nueva clasificación para baterías de ion-litio:** Las baterías de ion litio han sido catalogadas desde el año 2006 como baterías industriales por la directiva de baterías. Este tipo de clasificación será revisada para poder captar de mejor manera la importancia que reside en el potencial uso que se le puede dar a las baterías.
 - **Transformación digital de las baterías:** Se está discutiendo el establecimiento de un sistema de códigos QR para baterías, que permita el intercambio de información entre los actores de la cadena de valor de las baterías. Esto logrará el aumento de información acerca del contenido y estado de las baterías individuales, de esta manera, será más fácil acceder a la reutilización de las baterías o su reciclaje.

4.4 Panorama de la energía eléctrica en Chile

4.4.1 Matriz energética de Chile

Como se discutió en puntos anteriores el Ministerio de Energía ha planteado el desarrollo de una estrategia de transición hacia la electromovilidad que busca para el año 2050 que el parque de vehículos livianos este conformado por un 40% de vehículos eléctricos y que el transporte público sea eléctrico en un 100%. Uno de los objetivos de la transición hacia la electromovilidad es la disminución de las emisiones de carbono, ya que para el año 2050 se busca reducir el nivel de dichas emisiones en al menos un 80% (Ministerio de Energía, 2017).

Sin embargo, aunque es cierto que los vehículos eléctricos producen entre 48% y 57% menos que un vehículo de combustión interna promedio (European Enviroment Agency, 2018), la producción de las baterías de dichos vehículos genera 1,3 a 2 veces más emisiones de carbono que las generadas en la producción de vehículos de combustión interna (Ager, Elligsen, Singh, & Hammer, 2016). Si bien, este problema no radicaría fundamentalmente en Chile, al no caracterizarse por ser un país productor de vehículos, si se vuelve importante que la matriz energética del país sea coherente con los objetivos planteados de reducción de emisiones de carbono en el futuro.

Complementando el párrafo anterior, los vehículos eléctricos necesitan ser cargados con energía proveniente del sistema eléctrico. En general la batería de un vehículo eléctrico promedio es de 30 KWh, dependiendo del tipo de estación de carga dependerá la velocidad en la que la batería puede quedar totalmente cargada. En Chile existen estaciones de carga de 50KW que permiten que el vehículo se cargue en un rango de 25-30 minutos, estaciones de

carga de 22 KW que logran que se cargue la batería entre 60-90 minutos y estaciones de 7KW cuyo tiempo estimado de carga es de 3-4 horas (Enel, 2020).

Para que las electrolinerías cumplan el objetivo de carga del vehículo necesitan alimentarse de la red eléctrica del país. Dicha red eléctrica es la que se alimenta de las fuentes energéticas de Chile, es decir, de los sistemas de generación de energía. Para que exista congruencia con la finalidad que tiene el Ministerio de Energía de disminuir la huella de carbono en años futuros, particularmente, a través de la estrategia de electromovilidad, es necesario que la matriz energética del país también sea limpia, es decir, que las fuentes de generación de energía sean renovables. Es por esta razón que a continuación, se hará un análisis sobre los objetivos que se tienen a futuro sobre la constitución de la matriz energética del país y sobre su estado actual.

4.4.1.1 Estado actual de la matriz energética de Chile

La matriz de energía primaria del país representa el aprovisionamiento energético de Chile y los flujos de importación y exportación. En el año 2007 la oferta de energía correspondía a un total de 258.608 teracalorías (Tcal) y 10 años después para el 2017, la oferta de energía del país llegó a representar un total de 336.480 Tcal. En el siguiente gráfico se puede apreciar cómo ha sido la evolución de la oferta energética del país en Tcal, desde el año 2007 hasta el año 2017:

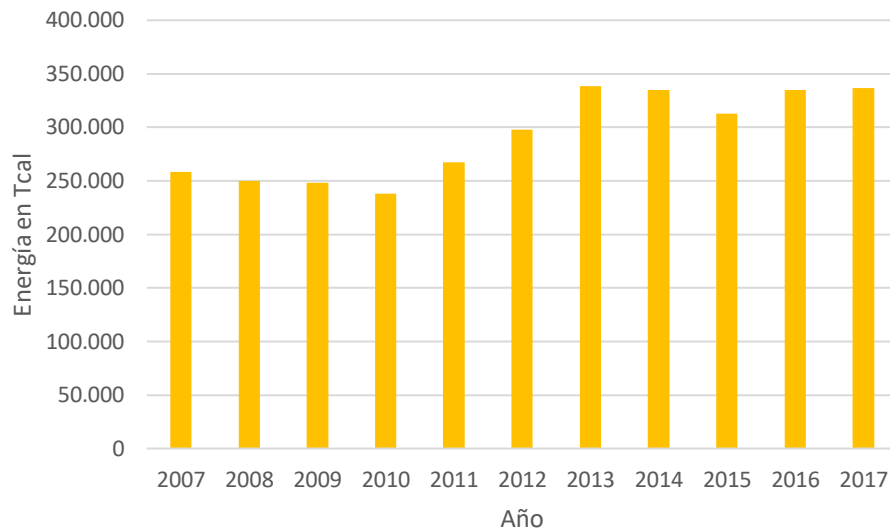


Figura 4: Evolución de la oferta de energía primaria en Chile desde 2007 a 2017
(Fuente: Anuario Estadístico de Energía 2018, Comisión Nacional de Energía, 2018)

Como se puede apreciar en la Figura 4, existe una tendencia hacia el aumento de la oferta energética del país, habiendo un incremento correspondiente al 30,46% entre el año 2007 y 2017 con respecto a la cantidad de Tcal que se producen en el país desde las fuentes de energía.

Sin embargo, más importante que la oferta de energía que tiene el país, es necesario analizar las fuentes de donde proviene dicha energía. En este sentido, para el año 2017 en Chile, el principal aporte de energía proviene de fuentes de energía no renovables que se encuentran compuestas por petróleo crudo, gas natural, y carbón, que en conjunto representan un 68% de la generación eléctrica del país. El resto de la energía eléctrica proviene de fuentes de energía renovables, en la que la producción de biomasa representa un 24%, y el 8% restante es producido por energía hidroeléctrica, solar y eólica (Comisión Nacional de Energía, 2018).

En la Figura 5 se puede apreciar la oferta de energía en Chile por cada tipo de fuente energética, en que respecta al año 2017, 2016 y 2007:

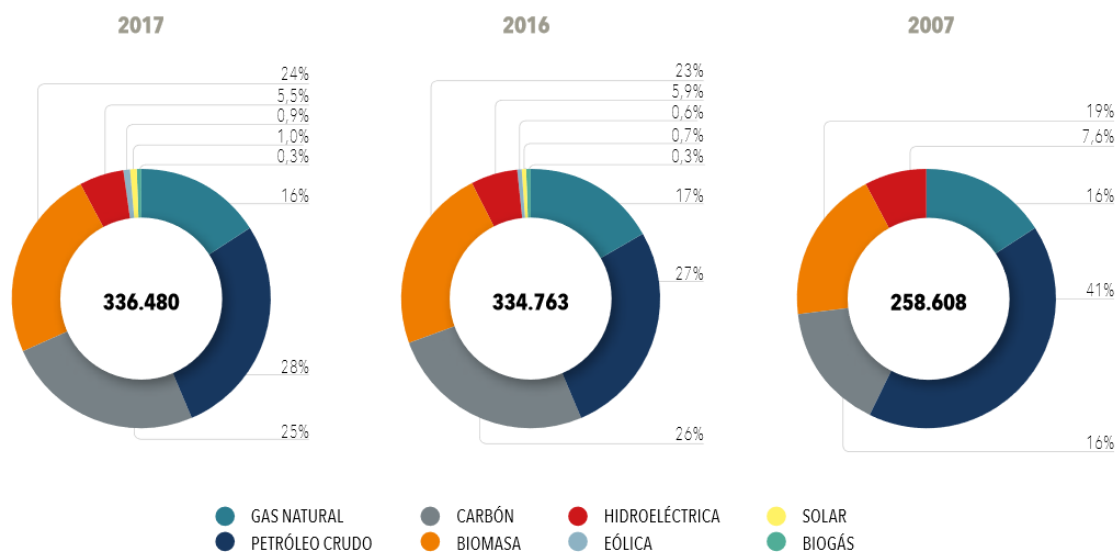


Figura 5: Oferta de energía en Tcal por tipo de fuente energética.
(Fuente: Anuario Estadístico de Energía 2018, Comisión Nacional de Energía, 2018)

Como se desprende de la Figura 5, la oferta de energía eléctrica en Chile aún se compone principalmente de fuentes de generación de electricidad a partir de combustibles fósiles, representando el gas natural, petróleo crudo y el carbón un 68% de la generación eléctrica para el año 2017, como se había mencionado en el párrafo anterior. Sin embargo, a pesar de que aún gran parte de la matriz de energía se compone por combustibles fósiles, si se pueden notar cambios en la composición de la matriz, en cuanto a las fuentes de generación eléctrica desde el año 2007. Un ejemplo de esto es que para el año 2007 los combustibles fósiles (gas natural, petróleo crudo y carbón) representaban un 73% de la generación eléctrica del país. Además, se puede notar que desde el año 2007 han aparecido nuevos tipos de fuentes

de generación eléctrica a partir de recursos renovables, como lo es la energía eólica, solar y de biogás, que para el año 2017 logran representar un 2,2% de la oferta de energía en el país.

No obstante, a pesar de que ha habido cambios con respecto a los tipos de fuente de generación eléctrica en la última década, esto no representa un cambio significativo en la composición de la matriz de energía chilena, ya que las fuentes de energía convencionales, es decir, aquellas que se generan a partir de combustibles fósiles solo han reducido su utilización en un 5% en un lapso de 10 años.

Complementando lo dicho anteriormente, es importante hablar también de la demanda energética que existe en el país. Para el año 2017, la demanda energética fue de 288.901 Tcal, de las cuales los principales demandantes de consumo eléctrico son el sector industrial y minero que representa un 39% de dicha demanda, y el sector de transporte que corresponde a un 36% de la demanda (Comisión Nacional de Energía, 2018).

Como el sector de transportes representa gran demanda de consumo de energía en Chile, es importante que si se desea hacer una transición hacia la electromovilidad, con la finalidad de reducir la huella de carbono, se haga un cambio respecto a la composición de la matriz de energía chilena, pues, la generación de energía a través de combustibles fósiles es también uno de los mayores emisores de carbono, cabe decir, que la quema de combustibles fósiles representa el 60% de la huella de carbono de la humanidad (Organización de las Naciones Unidas, 2019).

4.4.1.2 Metas futuras para la Matriz Energética de Chile

La generación de energía a partir de fuentes renovables no convencionales, entre las cuales destacan, la hidroeléctrica, solar y eólica, ha tenido un incremento de su participación en la oferta energética del país. En el año 2005 existían 286 MW de capacidad de ERNC⁵, y en el año 2015 alcanzó un total de 2.135 MW instalados (Ministerio de Energía, 2015), por lo que se puede observar que este tipo de generación de energía ha ganado gran relevancia en el escenario chileno.

En el año 2015 se realizó una Mesa sobre ERNC para el proceso de desarrollo de las políticas para el proyecto del Ministerio de Energía llamado “Energía 2050”, dicha mesa reunió especialistas del sector público, privado y académico en conjunto con el Gobierno Alemán. Durante la realización de la mesa, se efectuó una evaluación de impactos técnicos y económicos sobre la penetración de las fuentes renovables variables, es decir, eólica y solar, para proyectar escenarios de largo plazo. Los resultados de dicha evaluación indican que para el año 2035, indican que en promedio las ERNC pueden llegar a constituir un 40% de la generación eléctrica del país (Ministerio de Energía, 2015).

Lo anterior significa, que para el año 2035 las energías no convencionales representarían un 60% de la matriz de energía, esto significa un 18% menos de lo que representaba en el año 2017.

⁵ El término se refiere a las siglas de Energías Renovables No Convencionales, entre las que destacan la energía hidroeléctrica, de biomasa, solar y eólica.

Además, los estudios realizados en la mesa sugieren que para el año 2050 se logre una matriz de energía que presente al menos un 70% de energías renovables no convencionales (Ministerio de Energía, 2015).

En base al potencial que tiene la penetración de las energías renovables en la matriz de energía chilena, es que el Ministerio de Energía ha empezado a desarrollar políticas que se basan en las siguientes metas para el año 2035 y el año 2050 respectivamente (Ministerio de Energía, 2015):

- **Metas al 2035:**

1. Al menos el 60% de la generación eléctrica debe provenir de energías renovables
2. El complemento de esta matriz renovable deberá utilizar al máximo la infraestructura de generación que contribuya a un desempeño eficiente del sistema, privilegiando los nuevos desarrollos con tecnologías bajas en emisiones y que sean costo-eficientes, como el Gas Natural en la actualidad, y otras fuentes que se desarrollen en el futuro.
3. Para lograrlo se promueve una alta penetración de energías renovables en la matriz eléctrica, así como también, el desarrollo hidroeléctrico y el fomento de participación de combustible de bajas emisiones GEI en la matriz.

- **Metas al 2050:**

1. Al menos el 70% de la generación eléctrica nacional proviene de energías renovables.
2. Al igual que para la meta de 2035 se promueve la infraestructura con tecnologías bajas en emisiones y costo eficientes.

Como se puede observar de las metas que propone el Ministerio de Energía para el año 2050, un 70% de la generación eléctrica del país deberá ser constituida de energías renovables no convencionales, es decir, aquellas que tienen prácticamente un nulo impacto en la emisión de GEI. Se puede decir entonces, que existe una concordancia entre dicho plan y la estrategia de transición hacia la electromovilidad que plantea también el Ministerio de Energía para el año 2050. Si se logra que la generación eléctrica del país sea en su mayoría producida por fuentes de energía renovables con mínima generación de gases contaminantes, entonces también tendría sentido que haya una penetración de la industria de vehículos eléctricos para contribuir en la disminución de dichos gases. Esto por el hecho de que, como ese tipo de vehículos deben cargarse directamente del sistema eléctrico, y la generación de electricidad que alimenta al sistema sería en su mayoría renovable, tiene lógica entonces la finalidad que se le está dando a la transición hacia la electromovilidad.

4.4.2 Ley 20.571 para la generación distribuida

El presente estudio busca determinar la factibilidad económica sobre la incorporación de una industria encargada de la comercialización de baterías reacondicionadas provenientes de automóviles eléctricos para su utilización en aplicaciones de almacenaje de energía. En ese sentido, es importante conocer cuál es el contexto de la Ley eléctrica chilena en torno al funcionamiento de equipos de generación eléctrica que trabajan mediante ERNC, y si es que hay alguna regulación vigente que estipule normas sobre el uso de dichas tecnologías, y comprender de qué manera puede afectar al mercado de baterías eléctricas de segunda vida, que puede estar principalmente constituido por clientes que buscan el autoconsumo, como empresas u hogares.

En el marco de este contexto, en el año 2014 entra en vigor la Ley 20.571 para la Generación Distribuida, que otorga derechos a los clientes de las distribuidoras de generar su propia energía eléctrica a través de fuentes de energía renovables, consumirla y vender sus excedentes energéticos a las empresas distribuidoras de energía eléctrica (Ministerio de Energía, 2017).

La Ley está enfocada en aquellos clientes regulados que poseen una capacidad conectada inferior a 2.000 KW y cuyo sistema de generación de energía en tenga una potencia instalada menor a 100 KW nominal (Asociación Chilena de Energía Solar, 2019).

El principal beneficio que tiene el Net Billing es que los clientes residenciales aprovechan al máximo los sistemas de generación eléctrica solar, y que con esta Ley se les permite cubrir parte de su consumo eléctrico para reducir sus gastos en electricidad (Asociación Chilena de Energía Solar, 2019). Cabe mencionar, que los excedentes que venden los clientes se venden a una tarifa menor a la de consumo, por lo que no ayuda a suplir en su totalidad la cuenta de gastos eléctricos.

Para poder acceder a los beneficios que entrega esta Ley los clientes deben cumplir con los siguientes requisitos (Asociación Chilena de Energía Solar, 2019):

- Que los clientes regulados instalen los equipos de generación eléctrica.
- Que la capacidad instalada del sistema no supere los 100 KW.
- Que el sistema de generación funcione a partir de energías renovables.
- Cumplir con los requisitos técnicos: Contar con superficie disponible para instalar los módulos y contar con conexión a la red (Tablero, Empalme y Contrato de suministro eléctrico).

En la Figura 6, se muestra un ejemplo de funcionamiento de un sistema domiciliario fotovoltaico:



Figura 6: Ejemplo de Sistema Domiciliario Fotovoltaico.
(Fuente: Generación Distribuida – Net Billing, Compañía General de Electricidad, 2020)

El funcionamiento consiste principalmente en que los paneles fotovoltaicos transforman la radiación solar en electricidad, luego el inversor transforma la energía eléctrica generada por los paneles de corriente continua a corriente alterna para de esta manera pueda ser utilizada e inyectada a la red. Por otra parte, el medidor bidireccional permite registrar la electricidad consumida desde la red eléctrica y la inyección de energía a la red por separado (Ministerio de Energía, 2017).

El sistema Net Billing ha sido atractivo para hogares principalmente para generar su propia energía y para poder disminuir o cubrir sus gastos en electricidad completamente. Sin embargo, han surgido críticas a su implementación debido a que ha habido un creciente interés por parte de empresas en desarrollar proyectos que se encuentran por sobre los 100 Kw que considera la Ley 20.571.

Debido a las razones anteriores es que en el año 2018 ha entrado en vigor la Ley 21.118 que ahora establece que los proyectos de generación eléctrica ahora pueden llegar hasta la instalación de 300 KW nominales, esto permite fomentar la aparición de más proyectos de este tipo (Tritec Intervento, 2019).

Es importante recalcar que, para recibir pagos por excedentes de energía de un proyecto Net Billing, se debe necesariamente demostrar que es para un proyecto de autoconsumo. Quienes pueden evitar estas restricciones son solamente aquellos clientes residenciales que presenten potencias conectadas de hasta 20 KW y personas jurídicas sin fines de lucro con una potencia conectada de hasta 50 KW (Tritec Intervento, 2019).

En base a la Ley de Net Billing que ha entrado en vigor recientemente, se podría decir que se pone en riesgo el potencial mercado que la industria de comercialización de baterías podría tener. Sin embargo, esto aplicaría mayormente a aquellos clientes residenciales, dado que, la capacidad que estipula el Net Billing como límite es solamente de 300 Kw, son proyectos de generación de energía pequeños, por ende, empresas de mayor tamaño no podrían beneficiarse mayormente de proyectos de este tipo. Un cliente residencial podría optar por la utilización del Net Billing como un medio para generar una fuente extra de ingresos, o bien, para disminuir la cuenta eléctrica de su hogar. Mas aún, la Ley específica que para recibir pagos provenientes del Net Billing es necesario demostrar que no es con fines lucrativos, por ende, empresas no podrían optar por este método para la generación de ingresos. En este sentido, la industria de la comercialización de baterías eléctricas para su uso en almacenaje de energía no se vería mayormente afectada por esta Ley, esto por los siguientes motivos:

- La ley de Net Billing incentiva el uso de energías renovables, pero está enfocada principalmente en la reducción de los gastos eléctricos de hogares residenciales y no en su uso lucrativo.
- Existen numerosas aplicaciones de almacenaje de energía hacia las cuales puede apuntar una industria de comercialización de baterías eléctricas. Algunos ejemplos de aquellos son, sistemas de almacenaje de energía para empresas en caso de cortes del suministro de energía, sistemas de almacenaje de energía para la agroindustria, sistemas de almacenaje de energía residenciales (en este caso es necesario evaluar si es más rentable la utilización de Net Billing), sistemas de almacenaje de energía para personas electrodependientes, además, también se puede considerar aquellos mercados sobre clientes que se encuentren lejos al suministro de energía eléctrica, donde también un sistema de almacenamiento de energía sería necesario.

En síntesis, una industria que se encargue de la comercialización de baterías reacondicionadas no se ve afectada mayormente por el marco de esta ley, pues, existe un amplio espectro de mercado al cual se puede acceder para el almacenaje de energía además de los clientes de tipo residencial. Sin embargo, de igual manera sería más conveniente enfocar un proyecto de venta de baterías eléctricas reacondicionadas en otro tipo de mercados para evitar la posible conveniencia del Net Billing por sobre el almacenamiento de energía en aquellos casos que se busque reducir los gastos de electricidad en hogares.

4.4.3 Sistema de tarifas eléctricas

Es importante para el estudio conocer cómo funciona el sistema de tarifas eléctricas en Chile, dado que, si se desea hacer un estudio con respecto al mercado de baterías eléctricas

en el país, es importante saber cuáles son los costos por utilización de electricidad a los cuales se ven expuestos los potenciales consumidores, como empresas u hogares.

Las tarifas eléctricas en Chile son fijadas cada cuatro años por el Ministerio de Economía, y la fijación se realiza en base a estudios de consultores expertos y de la Comisión Nacional de Energía.

Según la Compañía General de Electricidad (2020), estas son las siguientes opciones tarifarias de suministro:

- **Tarifa BT1:** Consiste en la tarifa más simple que se cobra a los clientes, ya que, solo mide la energía consumida y no existe un cobro a la potencia demandada. Para optar a esta tarifa se debe contar con un suministro de baja tensión y una potencia conectada inferior a 10 KW. La tarifa se compone de los siguientes cargos:
 1. *Cargo fijo mensual:* Es un cargo que se factura mensualmente todos los meses del año, independiente del consumo que el cliente presente.
 2. *Cargo por arriendo:* Es un cargo que se factura a los clientes que optaron por el arriendo de equipo de medida.
 3. *Cargo por Energía Base* Es un cargo que se aplica multiplicando la energía mensual consumida en KWh por precio unitario de la energía (\$/KWh).
 4. *Cargo por Energía Adicional:* Este cargo es aplicado entre los meses de abril y septiembre, en el caso de que el consumo sea superior a 430 KWh y superior al límite de invierno. Se deben cumplir los dos requisitos mencionados anteriormente para estar afecto a la “Carga por Energía Adicional de Invierno”.

- **Tarifa BT2 y AT2:** En el caso de este tipo de tarifa, se separan los cobros por energía y potencia. La energía es medida con un medidor simple de energía, mientras que, la potencia es contratada por el cliente según las necesidades que presente y es medida con un limitador de potencia. Las tarifas BT y AT, son los voltajes de suministro, que son Baja Tensión y Alta Tensión respectivamente. La de Baja Tensión es hasta 400 volts, mientras que, la de Alta Tensión es por sobre los 400 volts. La tarifa se compone de los siguientes cargos:

1. *Cargo fijo mensual:* Es un cargo que se factura todos los meses y que es independiente del consumo que tenga el cliente.
2. *Cargo fijo por arriendo:* Se factura a los clientes que arriendan el equipo de medida.
3. *Cargo por Energía:* Es un cargo que se aplica multiplicando la energía mensual consumida en KWh por precio unitario de la energía (\$/KWh).
4. *Cargo por Potencia contratada:* Se calcula al multiplicar la potencia contratada por el precio de KW en Alta o Baja Tensión según corresponda.

- **Tarifa BT3 y AT3:** Al igual que las tarifas anteriores, este tipo de tarifa separa los cargos por energía y potencia, solamente que ambas son medidas a través de un medidor con registrador de demanda máxima. Baja Tensión corresponde bajo 400 volts y Alta Tensión sobre 400 volts. Se compone de los siguientes cargos:

1. *Cargo fijo mensual:* Es un cargo constante durante todos los meses del año, independiente del consumo del cliente.
2. *Cargo fijo por arriendo:* Se factura todos los meses a los clientes que arriendan el equipo de medida.

3. *Cargo por Energía:* Es un cargo que se aplica multiplicando la energía mensual consumida en KWh por precio unitario de la energía (\$/KWh).
 4. *Cargo por Demanda Máxima:* Se calcula multiplicando la energía máxima de facturación por el precio unitario de la potencia. Se considera como demanda máxima de facturación del mes, a la más alta que resulta de comparar la máxima leída del mes con el promedio de las dos más altas demandas registradas en aquellos meses que contengan horas de punta, dentro de los últimos 12 meses, incluido el mes que se factura. Cabe mencionar que el precio unitario de potencia dependerá si se demanda la potencia en horas punta del sistema o no.
- **Tarifa BT4 y AT4:** Este tipo de tarifa separa los cobros por energía, demanda máxima del mes en potencia suministrada y potencia en horas punta. Hay tres alternativas posibles para esta tarifa, que se muestran en la Tabla 1:

Tabla 1: Alternativas posibles para tarifas tipo AT4 y BT4.

Fuente: Tarifas, Compañía General de Electricidad, 2020

	BT4.1 AT4.1	BT4.2 AT4.2	BT4.3 AT4.3
Energía	Medida	Medida	Medida
Potencia a Horas de Punta	Contratada	Medida	Medida
Potencia a Horas fuera de Punta	Contratada	Contratada	Medida

Es importante mencionar que las tarifas BT4.3 y AT4.3 son utilizadas por aquellos clientes que tienen la posibilidad de reducir su potencia demandada durante horas punta.

De igual manera la tarifa está compuesta por los siguientes cargos:

1. Cargo fijo mensual: Es un cargo constante durante todos los meses del año, independiente del consumo del cliente.

2. Cargo fijo por arriendo: Se factura todos los meses a los clientes que arriendan el equipo de medida.
3. Cargo por Energía: Es un cargo que se aplica multiplicando la energía mensual consumida en KWh por precio unitario de la energía (\$/KWh).
4. Cargo por Potencia: Este cargo depende de la alternativa elegida, que puede ser BT4.2 AT4.3 o BT4.3 AT4.3.

Es importante aclarar que se considera como horas punta según el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) a los horarios comprendidos entre las 18:00 y 22:00 horas cada día durante los meses de abril, mayo, junio, agosto y septiembre. El resto de los meses el horario punta es desde las 19:00 hasta las 24:00 horas.

4.5 Contexto del litio

El litio es el metal sólido más liviano, que presenta características como alta potencia electroquímica, alta conductividad térmica y alta conductividad eléctrica (Hatch, 2019). Puede ser encontrado principalmente en salmueras naturales, pegmatitas, pozos petrolíferos, campos geotermales y agua de mar (Ministerio de Minería, s.f.).

El uso del litio comienza a tomar cada vez más relevancia, lo que se debe principalmente a su utilización en la electromovilidad, específicamente en la fabricación de baterías recargables, y también, al cambio climático que presiona a gobiernos a reducir el consumo interno de combustibles fósiles a través de subsidios (Hatch, 2019).

Como se ha mencionado anteriormente, en Chile se espera que la electromovilidad siga creciendo por medidas que ha comenzado a impulsar el gobierno, por lo que la presencia

de litio en el país puede ser un factor de desarrollo importante de analizar, ya que, Chile posee alrededor del 52% de las reservas mundiales de litio, en forma de salmueras (Ministerio de Minería, s.f.). Además, se espera que la demanda de litio experimente un crecimiento promedio entre 10% y 12% anual (Ministerio de Minería, s.f.).

En cuanto a Chile, para el año 2017, las exportaciones de litio representaban un 3% del total de las exportaciones de cobre, siendo aun un mercado muy pequeño, sin embargo, se espera que la industria del litio alcance valores de exportación similares a los sectores vitivinícola, salmonero o forestal (Hatch, 2019).

Para el año 2017, la oferta mundial del litio fue liderada por Australia, Chile y Argentina con un 43%, 34% y 13% respectivamente, representando un 89% de la producción mundial. Sin embargo, se espera que Chile para el año 2022 haya triplicado su exportación (Hatch, 2019).

4.6 Baterías de ion litio

Las baterías son dispositivos que transforman energía química en energía eléctrica, las baterías recargables por su parte pueden recibir energía, almacenarla y entregarla cuando sea necesario (Planete Energies, 2019). Las baterías de ion litio recargables se componen de la siguiente manera:

Se encuentran hechas de uno o más compartimentos generadores de energía llamados celdas. Cada celda tiene esencialmente tres componentes: un electrodo positivo (conectado al terminal positivo de la batería), un electrodo negativo (conectado al terminal negativo) y un separador que contiene un químico llamado electrolito entre ellos. El electrodo positivo se encuentra hecho de un compuesto químico que contiene

litio, el electrodo negativo se encuentra hecho generalmente de grafito y el electrolito varía según el tipo de batería. (Explain that stuff, 2019)

Por otra parte, su funcionamiento consiste básicamente en que, el proceso de carga de la batería se da cuando los iones de litio se mueven del cátodo al ánodo durante la carga y se mueven de manera contraria en el proceso de descarga de la batería (A.Hannan, Hoque, Hussain, Yusof, & Ker, 2018).

Las baterías de ion litio fueron introducidas por Sony Corporation a principio de los años noventa, y se han vuelto rápidamente la más importante tecnología de dispositivos electrónicos de consumo (International Renewable Energy Agency, 2017). La tecnología de las baterías de ion litio se ha vuelto dominante y es la más elegida para la fabricación de dispositivos electrónicos portables y en el mercado de la electromovilidad. Según International Renewable Energy Agency (2017), “A medida que el costo de los sistemas de ion litio se vea disminuido, se vuelven una opción económica para aplicaciones estacionarias y su presencia en ese segmento está aumentando”. (p.65)

Básicamente las baterías de ion litio se han vuelto tan usadas por factores como la ligereza de sus componentes, su gran capacidad energética, su resistencia a la descarga y el poco efecto memoria⁶ que tienen (Foro Coches Eléctricos, 2013).

Las baterías de ion litio tienen la capacidad de convertirse en el mayor almacenamiento de energía renovable, ya que, en comparación a baterías conservan su carga

⁶ Se refiere a la reducción de la capacidad de las baterías con cargas incompletas, y se produce cuando se carga una batería sin haber sido descargada del todo.

durante mayor tiempo y se componen de materiales menos tóxicos (Durán Redondo, 2017).

Según A.Hannan et al (2018):

Las baterías de ion litio tienen un mercado global potencial comparado con otras baterías en varias aplicaciones debido a sus características superiores y tecnología avanzada con la más alta densidad de energía, bajo efecto de memoria y baja tasa de autodescarga. Las baterías de ion litio son comúnmente aplicadas en vehículos eléctricos y otros sistemas como la principal o segunda fuente de energía. Debido a los atributos mencionados, incluyendo el bajo precio, las baterías de ion litio van a enfrentar una demanda futura sustancial para aplicaciones aeroespaciales y automotivas. (p.19362-19363)

4.6.1 Baterías de ion litio en la electromovilidad

Para entender el porqué de la utilización de las baterías de ion litio mayoritariamente en los vehículos eléctricos, es necesario tener noción acerca de los tipos de baterías de ion litio existentes y que son utilizadas en la electromovilidad, según e-park (2017) se destacan las siguientes:

- **Baterías de litio-hierro-fosfato:** Son un tipo de batería que es variante a el tipo de baterías de ion-litio, que resultan ser más seguras y estables debido a su largo periodo de vida útil, sin embargo, presenta una densidad menor por lo tanto la cantidad de energía que pueden acumular por unidad de peso es bastante más reducida.
- **Baterías de litio-manganeso:** Es otro tipo de batería que tiene la particularidad de ser poco contaminante, tiene la particularidad de aguantar un mayor voltaje y tolerar el calor

de mejor manera, sin embargo, presenta de igual forma el problema de que no puede almacenar grandes cantidades de energía por su baja capacidad de almacenaje por unidad de peso.

- **Baterías de litio-níquel-cobalto-manganeso:** Es una combinación de las anteriores, que permite equilibrar su coste y rendimiento, además de poseer una de las vidas útiles más larga, posee una de las mejores densidades energéticas, lo que la convierte en una de las opciones más empleadas en la electromovilidad.
- **Baterías de litio-polímero:** El polímero le otorga a la batería un aspecto blando que la diferencia del resto, la hace bastante ligera, además son una variante de las baterías de ion litio con mayor densidad energética y con mayor potencia, sin efecto de memoria, pero que poseen un costo elevadísimo de producción por lo que su uso es mínimo.
- **Baterías litio-titanio:** Es el tipo de batería dentro de las variantes del litio, que ofrece una mayor durabilidad, y que aguanta hasta 12.000 recargas, posee una buena densidad energética que permite que la batería tenga gran capacidad de carga, pero, su costo de producción suele ser más elevado por el uso de titanio.

Teniendo en cuenta las peculiaridades de los tipos de baterías que son utilizadas generalmente en la construcción de coches eléctricos, se hace posible destacar que la utilización mayoritaria de baterías de iones de litio se debe principalmente a que su costo se ha visto reducido considerablemente a lo largo de los años, y a que se espera que en un futuro no muy lejano siga siendo así, según Bloomberg New Energy Finance (BNEF) (2018):

Los precios de las baterías de ion-litio han caído en los años recientes. BNEF empezó rastreando los precios de las baterías de vehículos eléctricos en 2010, cuando los

precios eran de US\$1.000/kWh. Adelantándose a fines de 2017 los precios promedio llegaron a ser de US\$209/kWh, un remarcable 79% de disminución en 7 años. (p.2)

Además, se estima que para el año 2030 el precio de las baterías de ion litio sigan bajando, alcanzando un precio de US\$70/kWh (Bloomberg New Energy Finance, 2018). Otro de los factores importantes que inciden en el uso de las baterías de litio mayoritariamente en los automóviles eléctricos, es el hecho de que también poseen una mejor densidad de carga, es decir, que almacenan más energía (e-park, 2017), y no solo eso sino que también se estima en promedio que las baterías de ion litio están mejorando su densidad de energía alrededor de 5-7% anualmente (Bloomberg New Energy Finance, 2018), lo que significa que progresivamente podrán ser capaces de almacenar más energía y volverse mucho más eficientes.

Aparte de que las baterías de ion litio sean remarcables en términos de densidad de carga y eficiencia energética, también se pueden destacar otros aspectos, “Las baterías de ion litio incluyen un amplio rango de temperatura de operación, rápida capacidad de carga, ciclo de vida relativamente largo, baja tasa de autodescarga, energía y eficiencia voltaica” (A.Hannan et al.,2018). Razones por las cuales se destaca el potencial de las baterías de litio como una gran alternativa de almacenamiento de energía.

Por otra parte, es importante mencionar que gracias a la reducción de costes de las baterías de ion litio, se espera que para el año 2024 exista el punto de inflexión en el cual el costo de compra de un automóvil eléctrico sea equivalente al de uno de combustión interna (The Oxford Institute for Energy Studies, 2018).

4.6.2 Aplicaciones de las baterías de ion litio

Las aplicaciones que se le pueden dar a las baterías de ion litio son variadas, en función de lo que se ha mencionado en puntos anteriores, este tipo de baterías son una gran alternativa de almacenamiento de energía, dado que poseen una gran densidad de carga, bajo efecto memoria y baja tasa de autodescarga (A.Hannan et al.,2018). Por lo tanto, es de esperar que este tipo de baterías tenga potencial en diversos ámbitos dada su alta eficiencia en comparación a otras baterías. Según Relion (2015), empresa que trabaja con baterías de litio, destacan las siguientes aplicaciones para baterías de litio:

- **Energía auxiliar de emergencia:** Sirve como dispositivo que protege ante una eventual pérdida de energía o inestabilidad. Es diferente de un generador u otro tipo de respaldo de energía dado que la batería provee de energía instantánea con el fin de mantener encendido el aparato electrónico al cual se encuentra conectado. Este tipo de aplicación puede ser de vasta utilidad en tipo de equipos críticos como computadores, tecnología de comunicación y tecnología médica.
- **Almacenamiento de energía solar:** Las baterías de litio son la mejor opción para el almacenamiento de energía proveniente de paneles solares, debido a como se cargan y a su velocidad de carga. Los paneles solares producen cargas de baja resistencia, que es lo que las baterías de litio requieren. Además, como las baterías de litio se recargan de manera rápida se permite maximizar el potencial de la energía captada por los paneles solares.
- **Vigilancia y sistemas de alarma en ubicaciones remotas:** Son ideales para sistemas de monitoreo remotos dado que presentan una larga vida, pequeño tamaño y se caracterizan

por no perder energía mientras el sistema se encuentra inactivo. Poseen una tasa de autodescarga que es 10 veces más baja que baterías de ácido de plomo, siendo ideales para situaciones en que no se encuentran durante uso continuo.

- **Libertad personal con equipos de movilidad:** Este tipo de tecnología ha servido de mucha ayuda para aquellas personas que presentan restricciones en su movilidad. Desde sillas de rueda eléctricas hasta ascensores, numerosos individuos dependen en tecnología de movilidad confiable para poder vivir un estilo de vida independiente. Este tipo de baterías, son bastante livianas por lo que son una elección ideal para los equipamientos de movilidad, además de su larga duración y una baja tasa de autodescarga.

4.7 Ciclo de vida y envejecimiento de las baterías de ion litio

Las baterías de litio se han convertido en componentes cruciales para el funcionamiento de sistemas estacionarios como captura de energía solar, turbinas de viento y granjas hasta sistemas en movimiento como vehículos eléctricos (Dutt, 2013), sin embargo, existen factores que inciden directamente en el correcto funcionamiento de las baterías y que afectan al ciclo de vida de la batería misma. El ciclo de vida de una batería se define principalmente como la cantidad de ciclos realizados antes de que la batería termine su funcionamiento, dejando de entregar la misma cantidad de energía que al inicio de su vida (Price, Dietz, & Richardson, 2012). Entre los factores más comunes que contribuyen al deterioro de las baterías de litio, se encuentra la profundidad de descarga (DOD)⁷, estado de carga y velocidad de descarga de la batería y variaciones de la temperatura ambiente (Price et al., 2012).

⁷ Es la fracción o porcentaje de la capacidad que ha sido removida de una batería con carga completa.

Como el ciclo de vida de una batería está determinado por la cantidad de ciclos que puede realizar antes de quedar inutilizable, la profundidad de descarga determina la cantidad de ciclos que puede realizar la batería (Battery University, s.f.), ya que mientras menor sea la profundidad de descarga, la batería podrá soportar más ciclos de carga-descarga sin deteriorarse (Durán Redondo, 2017). Por otro lado, la temperatura ambiente a la que se expone la batería puede incidir directamente en su funcionamiento, según Hannan et al (2018):

El ciclo de vida cae lentamente a una temperatura baja (por debajo de 10 °C) debido al recubrimiento del ánodo, sin embargo, disminuye bruscamente a una temperatura alta (por encima de 60 °C) debido a la descomposición química. Por lo tanto, el rango de temperatura de trabajo ideal no debe ser demasiado amplio ni demasiado estrecho debido a la disminución del ciclo de vida y al mal manejo térmico, respectivamente. (p.19373)

La temperatura de funcionamiento óptima de una batería de litio debe ser de 25°C, por cada grado de aumento o descenso a partir de ese punto, la capacidad de la batería se ve reducida en un 0,43% (Durán Redondo, 2017).

Dicho lo anterior, es importante mencionar que el envejecimiento de una batería se ve afectado de dos maneras distintas, una de ellas es en periodos de almacenamiento, al no ser ocupada, lo que se hace llamar Calendar Aging, y cuando la batería se encuentra en funcionamiento, llamado Cycle Aging (Keil & Jossen, 2015). Los estudios de Keil & Jossen (2015) revelaron algunas condiciones óptimas para minimizar el envejecimiento de las baterías de litio:

- En periodos de almacenamiento se debe mantener la temperatura baja para reducir el Calendar Aging.
- Cuando la batería está ciclando, especialmente cuando está siendo cargada, una temperatura mayor debe ser establecida para minimizar el envejecimiento por revestimiento del litio alrededor del ánodo.
- Cuando se carga la batería por largo tiempo a baja temperatura, los niveles de corriente eléctrica deben mantenerse bajos para reducir el revestimiento de litio alrededor del ánodo.
- Reducir la profundidad de descarga mientras la batería está ciclando puede contribuir a disminuir el envejecimiento de la batería.
- El nivel de estado de carga de una batería (SOC)⁸ influye sustancialmente en el envejecimiento de la batería, por lo que se debe evitar niveles de SOC altos, tanto en Calendar Aging como Cycle Aging.

4.8 Segunda vida de baterías de ion litio provenientes de la electromovilidad

Como se ha mencionado anteriormente, el ciclo de vida de las baterías se ve afectado por distintos factores, tales como la temperatura, la profundidad de carga, el estado de carga, entre otros, lo que produce que llegado un punto dejen de funcionar como en un principio, y dependiendo del uso que se le esté dando, deba considerarse su reemplazo. Particularmente en la electromovilidad, las baterías de litio son retiradas de los vehículos eléctricos cuando presentan un SOH de 70-80% de su capacidad original (Martinez-Laserna et al., 2018).

⁸ Es el nivel de carga de una batería en relación con su capacidad, es justo lo contrario a la profundidad de descarga.

Alcanzado el punto en que la batería ya no presenta la funcionalidad necesaria para operar un automóvil eléctrico, surge el cuestionamiento sobre qué hacer con la batería retirada del automóvil eléctrico, ya que, si la batería es desechada, puede causar emisiones de mercurio, cadmio, plomo y otros al medioambiente (Dutt, 2013).

Por otra parte, cada vez se hace más urgente para las compañías productoras de automóviles eléctricos encontrar maneras para reutilizar las baterías que han finalizado su funcionalidad en los vehículos. La cantidad de reservas de baterías retiradas de la electromovilidad alcanzaron una cantidad de 55.000 y se espera que para el año 2025 se alcance una cantidad de 3,4 millones de baterías retiradas (Bloomberg Bussinesweek, 2018). En vista de lo anterior, en países líderes en electromovilidad como China, se están implementando reglas para hacer a los productores de vehículos eléctricos responsables de las baterías expiradas, también, en Europa se está haciendo lo mismo, y se espera que luego se haga en Estados Unidos (Bloomberg Bussinesweek, 2018).

Por lo que empresas como, General Motors Co., BMW AG, Toyota Motor Corp., BYD Co, entre otros, están tratando de crear un mercado secundario de baterías de segunda vida a manera de generar fuentes de ingreso secundarias dentro del mercado de los automóviles eléctricos, y que podrían ayudar incluso a disminuir los precios de los vehículos. (Bloomberg Bussinesweek, 2018)

Dicho lo anterior, existen opciones viables para la batería luego de haber sido usadas en la electromovilidad, debido a que, la mayoría de las baterías retiradas aún son saludables y funcionales, por lo que es posible considerar otorgarle una aplicación de segunda vida (Li, Alsolami, Yang, Alsmadi, & Wang, 2017).

Price et al. (2012) en su estudio menciona tres tipos de usos que se le pueden dar a las baterías luego de que han terminado su funcionalidad en vehículos eléctricos:

- **Bancos de almacenamiento de energía para servicios de red eléctrica:** Esta es una alternativa prometedora para el uso de segunda vida de sistemas de baterías, ya que, su disponibilidad de almacenamiento puede ayudar a utilizar sistemas de generación eléctrica renovables como la energía solar o energía eólica. Puede ayudar a almacenar la energía proveniente de estas fuentes en condiciones de sobregeneración y puede proveer energía extra durante condiciones de subgeneración de energía.
- **Bancos de almacenamiento de energía móviles:** Esta estrategia no requiere el desmantelamiento de la batería del vehículo, proponiendo que el vehículo se utilice como un almacenamiento de energía en movimiento, cuya estrategia para generar ingresos consiste en cargar la batería cuando la electricidad está más barata y vender luego al mejor precio, sin embargo, estudios demuestran que esta alternativa no es tan promisorio debido a que no se obtiene una renta suficiente para motivar a los dueños de vehículos a adoptar esta estrategia.
- **Reciclaje de baterías:** Permite recuperar materiales valiosos que quedan en la batería usada y además mantiene a los elementos peligrosos que conforman las baterías fuera de los vertederos. Existe un valor de salvamento para el dueño del vehículo, que puede obtener del reciclaje de la batería de litio.

Sin embargo, en el presente trabajo se hará énfasis en dar un segundo de uso de vida a baterías de litio para su venta en aplicaciones de almacenamiento de energía tales como la que se mencionó en el primer punto anterior.

De acuerdo con los estudios de Li et al. (2017):

“Usar celdas de batería reacondicionadas para almacenamiento de energía, puede reducir su costo significativamente. De acuerdo con el estudio de factibilidad económica, la batería reacondicionada cuesta US\$147/kWh, incluyendo todo el costo de software y hardware. Sin embargo, una batería nueva del mismo periodo se encuentra en rangos que van desde US\$300/kWh hasta US\$900/kWh”. (p.1736)

4.9 Pruebas para verificar el estado de las baterías

Para la reutilización de baterías eléctricas que han finalizado su ciclo de vida en automóviles eléctricos, se deben realizar ciertos procesos para verificar cuál es el estado de la batería y si se encuentra en una condición óptima para su reutilización. Algunas de las pruebas que se realizan para determinar la condición de las baterías son las siguientes: Prueba de Caracterización y Prueba de Desempeño de Referencia (Muhammad, y otros, 2019).

Según los estudios de Muhammad et al (2019), la Prueba de Caracterización da a conocer principalmente cual es el desempeño base de la batería, por otro lado, la prueba de vida define el comportamiento de la batería tanto respecto al Calendar Aging y Cycle Aging ante determinadas condiciones de estrés como temperatura y SoC. Por último, la Prueba de Desempeño de Referencia ayuda a monitorear la evolución del desempeño de las celdas durante el inicio de vida de la batería (BoL⁹) hasta su fin de vida (EoL¹⁰).

Para la prueba de caracterización el siguiente método es el más utilizado:

⁹ BoL: Se refiere a la sigla en inglés de Beginning of life, cuyo significado es “inicio de vida”.

¹⁰ EoL: Se refiere a la sigla en inglés de End of life, que significa “fin de vida”.

- **Desvanecimiento de Capacidad:** Es un fenómeno que se observa en las baterías eléctricas de litio recargables. Dicho fenómeno consiste principalmente en que la cantidad de carga que una batería puede entregar al voltaje nominal disminuye a medida que se utiliza. Esto se debe principalmente a factores de estrés a los cuales se ve sujeta la batería, entre los cuales destacan la temperatura y el SoC (Yongyao, Yunhong, & Masaki, 1997). Según Muhammad et al (2019), “Esta prueba es un método en el dominio del tiempo que mide la capacidad de la batería en amperios-hora. Para la batería sometida a uso automotriz, el cambio en la capacidad de BoL a algún punto posterior en el tiempo se considera como pérdida de capacidad y se expresa como un porcentaje de la capacidad original”.

Por otra parte, la siguiente información es considerada sobre la prueba de desempeño de referencia (Dubarry & Baure, 2020):

- Generalmente las RPT¹¹ son llevadas a cabo de manera regular durante el ciclo de vida de una batería.
- Este tipo de pruebas debe llevarse en intervalos regulares, como, por ejemplo, mensuales o cada 100 ciclos que realice la batería. Además, se debe ejecutar a temperatura ambiente, para poder cuantificar el desempeño de la batería y su SOH.

¹¹ RPT se refiere a la sigla en inglés de “Reference performance test”, cuyo significado en español es prueba de desempeño de referencia.

- Para establecer cuál es el SOH de la batería, esto se hace mediante la cuantificación de los modos de degradación de la batería, que pueden ser, por ejemplo, la pérdida de material activo¹², pérdida de reactante¹³ y degradación química.
- La RPT consiste en 3 pasos mencionados a continuación:
 1. **Acondicionamiento:** Este paso busca asegurar que las celdas se encuentren completamente cargadas antes del siguiente. Se realiza mediante la carga regular de la batería, pero añadiendo una corriente adicional de descarga a C/50, que es la tasa a la cual se descarga la batería, en este caso, en 50 horas.
 2. **Ciclo de baja velocidad:** Este paso busca evaluar aspectos termodinámicos de la batería mediante una corriente de descarga de C/25, es decir, a una tasa de descarga de 25 horas.
 3. **Ciclo de velocidad nominal:** Este paso consiste en evaluar los aspectos químicos de la batería mediante una corriente de descarga de C/2, a una tasa de descarga de 2 horas.

5 METODOLOGÍA

Primero que todo, en el estudio se pretende la realización de un análisis del macroentorno actual en el cual se encuentra el mercado de la venta de baterías de litio, a modo de entender la relevancia de dicho mercado y trasladarlo a la posible implementación de un mercado basado en la venta de baterías de segunda vida provenientes de la

¹² El material activo de una batería se refiere a los compuestos químicamente activos en una celda que se convierten de un compuesto a otro mientras producen energía eléctrica o al aceptar corriente de un circuito externo.

¹³ Es la sustancia que interactúa con otra para dar lugar a una reacción química.

electromovilidad. En base a lo anterior, se busca realizar un análisis PEST. Según información que dicta Strategic Management Insight (2013), para la elaboración de un análisis PEST es necesario tener en cuenta los factores políticos, económicos, sociales y tecnológicos del macroentorno que puedan afectar directa o indirectamente al desarrollo de una industria, en este caso, de baterías de segunda vida.

Luego de realizar el análisis anterior, se desarrollará un análisis del microentorno, es decir, que logre determinar cómo se compone la industria de las baterías eléctricas de litio en Chile, mediante la utilización de la herramienta de las cinco fuerzas de Michael Porter. Este análisis debe contener los siguientes aspectos según Porter (1979): Amenaza de nuevos entrantes, Poder de los proveedores, Poder de los Compradores, Productos Sustitutos y Rivalidad en la industria. Una vez conocidos dichos factores, se visualizará de mejor manera el comportamiento de la industria y como podría afectar al posterior desarrollo de la comercialización de baterías de segunda vida.

Después de efectuar el análisis anterior, se procederá a realizar un estudio acerca de la oferta y la demanda. Para este caso, se utilizará como base el estudio del mercado contemporáneo de baterías eléctricas para aplicaciones de almacenaje de energía u otros, de esta manera será posible clarificar cual es el potencial mercado hacia el cuál puede apuntar la venta de baterías eléctricas reacondicionadas provenientes de la electromovilidad. Se buscará determinar la potencial demanda de baterías eléctricas de segunda vida en base a los tipos de clientes identificados para la industria. Con la información histórica se pretende hacer un pronóstico de la demanda futura, a través de una proyección basada en el modelo de series de tiempo, que, según Sapag, Sapag & Sapag (2018), debe identificar cuatro componentes para poder realizar un pronóstico adecuado, que corresponden al Componente

Cíclico, Componente Estacional, Componente de Tendencia y Componente de Variaciones No Sistemáticas (Ver Figura 7).

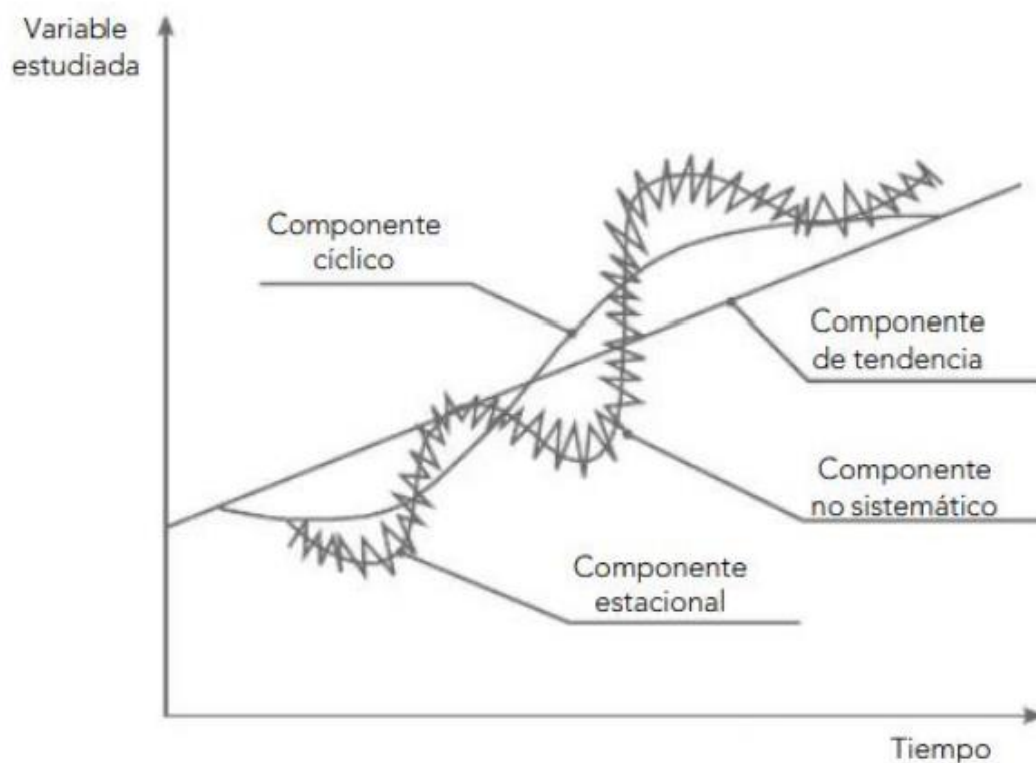


Figura 7: Componentes de Tendencia de una serie cronológica.
(Fuente: Preparación y Evaluación de Proyectos, Sapag, Sapag & Sapag, 2018)

Para continuar, se debe desarrollar un análisis de la oferta de baterías eléctricas, de esta manera, se busca identificar la demanda reciente de vehículos eléctricos en Chile, así se puede estimar cuál será la cantidad de baterías de segunda vida disponibles según el ciclo de vida funcional que poseen en los vehículos eléctricos. Luego, al igual que para la sección de análisis de demanda se buscará desempeñar una proyección de la oferta en el futuro utilizando el mismo método de series de tiempo. Esto servirá como forma de verificar la factibilidad de

la incorporación de la comercialización de baterías reacondicionadas provenientes de vehículos eléctricos.

Posteriormente, se elaborará un análisis de la evolución en el tiempo de los precios de las baterías eléctricas nuevas, es decir, determinar cuáles son sus valores en la actualidad y como se proyecta su cambio en el futuro. Sobre esta base, se busca comparar los precios de las baterías de segunda vida reacondicionadas con los de las baterías nuevas. Además, se ejecutará un análisis del ciclo de vida de ambos tipos de baterías, de esta manera, se determinará la factibilidad de implementar un negocio basado en la venta de baterías reacondicionadas, en base a su precio en comparación a las baterías nuevas y a su durabilidad, es decir, su tiempo de vida.

Al disponer de toda la información anterior, se tendrán datos suficientes que puedan determinar la factibilidad de un modelo de negocios que se base en la comercialización de baterías reacondicionadas provenientes de automóviles eléctricos. En concordancia con dichas conclusiones se elaborará un modelo de negocios a través de la metodología Canvas, que permita visualizar los distintos aspectos involucrados en el negocio. Esto permitirá a futuros inversionistas tener una noción más segura acerca de la elaboración de un negocio de este tipo. Según Ferreira-Herrera (2015), el modelo Canvas evalúa las relaciones entre los tópicos de segmentos de mercado, propuestas de valor, canales, relaciones con clientes, fuentes de ingresos, recursos clave, actividades clave, asociaciones clave y estructura de costes (Ver Figura 8).



Figura 8: Business Model Canvas.
(Fuente: El Modelo Canvas en la Formulación de Proyectos, Ferreira-Herrera, 2015)

Para concretar el estudio, se concluirá mediante la realización de una evaluación económica, con el fin de determinar si a grandes rasgos la realización de un proyecto o negocio de este tipo es rentable económicamente o no. Para esto, se trabajará sobre diferentes casos, para una empresa que desee evaluar la factibilidad de reacondicionar y comercializar baterías provenientes de la electromovilidad para aplicaciones de almacenaje de energía. Se utilizarán todos los datos que se obtengan en los estudios anteriores, para la realización de un flujo de caja, en el que se identifiquen los ingresos, los costos y las inversiones necesarias para el proyecto del caso, y se proyectarán los flujos en un horizonte de tiempo de 20 años. Luego, para comprobar cuál es la rentabilidad económica del proyecto, se utilizarán las herramientas que propone Mete (2014), que son el Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno Modificada y Payback. Además, es importante mencionar también, que para los

análisis se deberá hacer la determinación de las tasas de interés, estimación de la tasa de descuento mediante el método CAPM, entre otros.

Finalmente, se realizará un análisis de todos los resultados obtenidos durante el estudio, que recopile todas las deducciones que se pudieron determinar, y de esta manera, dar paso al desarrollo de una conclusión del estudio, que dicte cuál es la factibilidad económica para entes interesados, de invertir en el reacondicionamiento y comercialización de baterías de segunda vida provenientes de la electromovilidad.

6 ALCANCE

En primera instancia, se debe mencionar que el alcance de este estudio es meramente económico, es decir, el objetivo fundamental es determinar la factibilidad económica sobre la implementación de un negocio que se encargue de la comercialización de baterías eléctricas reacondicionadas provenientes de la electromovilidad. En este sentido se analizarán profundamente cuáles son los factores económicos asociados a precios y costos que se ven involucrados mayormente en la industria de las baterías y automóviles eléctricos, y solo se analizará de manera general aquellos aspectos técnicos asociados al funcionamiento de las baterías y el reacondicionamiento de estas.

El estudio hará un análisis PEST y de las 5 fuerzas de Porter, con respecto a la industria de las baterías eléctricas para almacenaje de energía, con respecto a Chile. De esta manera, se busca realizar una matriz FODA con la finalidad de identificar Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, existentes en una industria de este tipo.

Se hará un análisis de la demanda actual de batería eléctricas en Chile y se busca mediante la utilización del método de descomposición realizar proyecciones de la demanda

futura de baterías eléctricas con fines de almacenaje de energía en el país, abarcando un horizonte de tiempo de 20 años. Se busca identificar tendencia, estacionalidad y ciclicidad de la demanda.

También, se realizará un análisis de la oferta actual de las baterías eléctricas para almacenaje de energía en Chile, y se busca realizar un pronóstico de la oferta futura de las baterías nuevas. Además, se pretende identificar cuál será la oferta de automóviles eléctricos, con la finalidad de incorporar al análisis la potencial cantidad de baterías eléctricas provenientes de la electromovilidad que pueden existir en el mercado en un futuro, considerando un horizonte de tiempo de 20 años.

De igual manera, se hará una comparación de los precios de las baterías eléctricas de almacenaje de energía nuevas y provenientes de la electromovilidad, en base a datos obtenidos de otros estudios ya realizados, así como también, realizar una comparación del ciclo de vida de ambos tipos de baterías. De esta forma, se verificará si es que las baterías reacondicionadas son una opción factible frente a las baterías nuevas.

En base a todos los resultados anteriores, mediante un modelo Canvas se planteará un esquema de modelo de negocio para empresas que busquen incorporarse a un mercado de este tipo en el futuro, de manera, que se pueda comprender como funciona un negocio de este tipo y como generar valor a partir de él.

Finalmente, se realizará un estudio económico de un de un proyecto que busque la venta de baterías reacondicionadas, en el que mediante los resultados obtenidos del estudio anterior sea posible realizar un flujo de caja con un horizonte de tiempo de 20 años, con la finalidad de determinar su VAN y TIR modificada, y así concluir si es factible la realización

de un proyecto de este tipo y si es rentable económicamente. En el mismo sentido, se busca realizar un análisis de sensibilidad de las variables asociadas al caso mediante la utilización del programa Crystal Ball.

7 DESARROLLO

7.4 Análisis PEST

Dentro del marco de este análisis se busca determinar aquellos factores externos que pueden afectar de manera directa o indirecta la industria de las baterías eléctricas para almacenamiento de energía en Chile, así como también, aquello que podría influir en el crecimiento de una nueva industria de baterías eléctricas reacondicionadas de automóviles eléctricos, mediante el análisis de elementos correspondientes a la electromovilidad.

7.4.1 Político/Legal

7.4.1.1 Ley de Reciclaje y Responsabilidad extendida del productor (REP)

Recientemente en el país se ha adoptado la nueva Ley de Reciclaje y Responsabilidad extendida del productor (REP), según el Ministerio del Medio Ambiente (2020), la Ley considera los siguientes aspectos:

- Esta Ley promueve principalmente la disminución de generación de residuos y consiste en un fomento al reciclaje. Se encarga de responsabilizar a los productores e importadores a financiar la correcta gestión de los residuos generados por los productos que sean importados o manufacturados en el país.
- Esta Ley establece productos prioritarios, que son aquellos que se consideran de consumo masivo, de volumen significativo y que pueden contener residuos peligrosos. Entre dichos productos se encuentran los aceites lubricantes, aparatos electrónicos, baterías, pilas, envases, embalajes y neumáticos.
- Aquellos entes que se pueden ver involucrados directamente en esta Ley son los empresarios y fabricantes, así como también, los consumidores de los productos

prioritarios. También se ven involucrados los gestores de residuos de productos prioritarios que son las empresas, municipios y recicladores de base.

- Las obligaciones de los que producen e importan los productos prioritarios deberán:
 1. Registrarse en un catastro público de empresarios y/o fabricantes.
 2. Organizar y financiar la recolección y tratamiento de productos recolectados a través de un sistema de gestión.
 3. Asegurar que el tratamiento de los residuos sea realizado por entes autorizados.
 4. Cumplir metas de recolección y valorización de los productos prioritarios.
- Las empresas que se encarguen de importar y/o desarrollar los productos prioritarios deben cumplir con los estándares que contempla la Ley, ya que, en el caso contrario se verán afectos a multas de hasta 10.000 UTA (Unidad Tributaria Anual) y amonestaciones por escrito por parte de la Superintendencia del Medio Ambiente que se encarga de fiscalizar y otorgar sanciones.

La ley mencionada anteriormente puede afectar directamente a los productores de importadores de baterías para almacenaje de energía. Esto se debe principalmente a que se debe cumplir con la normativa que establece la ley, ya que, si no se cumple con dichas normas se puede incurrir en multas de gran magnitud.

Esta Ley obliga a los productores y comercializadores a convenir con sistemas de gestión, que son los que se encargan de hacerse cargo de la recolección, almacenamiento, transporte y valorización de residuos. Los productores deben financiar la recolección y tratamiento de residuos a través de un sistema de gestión, y además, debe cumplir con las metas propuestas por el Ministerio del Medio Ambiente. Por otra parte, los comercializadores deben convenir con un sistema de

gestión el establecimiento y operación de una instalación de recepción y almacenamiento de productos prioritarios, además, deben aceptar sin costo la entrega de los residuos de productos prioritarios que comercialice por parte de los consumidores y debe entregar a título gratuito a los gestores contratados por el respectivo sistema de gestión (Ministerio del Medio Ambiente, 2016).

A modo de síntesis, una industria encargada de la comercialización de baterías eléctricas de litio, nuevas o reacondicionadas se vería afectada por el hecho de que hay que incorporar gastos extra con respecto a la gestión de los residuos provenientes de los productos que comercializan.

7.4.1.2 Ley de Net Billing

Como se mencionó en puntos anteriores, la Ley de Net Billing también juega un rol importante dentro de los factores que pueden afectar a la industria de la comercialización de baterías eléctricas nuevas, o bien, reacondicionadas. Esto se debe principalmente a que el consumidor, en particular, residencial, con la Ley de Generación Distribuida tiene una nueva opción para el ahorro de gastos eléctricos en los hogares. Si existe un ente residencial que busca generar su propia energía para evitar los cobros de energía eléctrica podría optar por vender los excedentes de energía a los distribuidores de energía eléctrica, antes que optar por la compra de una batería para el almacenaje de energía, que le podría permitir de igual manera disminuir los gastos en electricidad.

En conclusión, los productores y/o comercializadores de baterías para el almacenamiento de energía podrían ver una disminución de potenciales compradores, dada la existencia de un nuevo dilema que obliga a los compradores residenciales a realizar una

evaluación económica sobre si es más conveniente la adquisición de una batería para almacenar su energía y disminuir sus gastos en electricidad, o si es mejor vender los excedentes de energía eléctrica al distribuidor de energía eléctrica que corresponde.

7.4.1.3 Ruta Energética 2018-2022

La Ruta Energética 2018-2022 se elaboró para definir el camino a seguir para cumplir con las prioridades para el desarrollo futuro de la energía en Chile. La Ruta Energética cuenta con distintos ejes para contribuir al desarrollo sostenible del sector energético, entre los cuales se encuentra el Eje del Transporte Eficiente (Ministerio de Energía, 2018).

En el Eje del Transporte Eficiente, se plantea que, en el marco de la ley de eficiencia energética, se incluirá una regulación para promover el transporte eficiente con énfasis en la electromovilidad. Para el desarrollo de la electromovilidad se plantean los siguientes aspectos (Ministerio de Energía, 2018):

- **Regulación y Estándares para el desarrollo de la electromovilidad:** Se trabajará en la disposición de regulaciones y requerimientos para la estandarización de componentes que incidan a favor del desarrollo de la electromovilidad. Entre las regulaciones se busca incluir, normas de seguridad para infraestructura de cargadores, interoperabilidad de los sistemas de carga, trabajo conjunto con otros ministerios para incorporar la electromovilidad dentro de las normativas sectoriales, discusión sobre una nueva ley de distribución eléctrica que considere la electromovilidad, entre otros.
- **Promover la movilidad eléctrica en el transporte público:** En este sentido se fomentará la incorporación de buses eléctricos para reducir la emisión de gases contaminantes. Además, se busca coordinar esfuerzos con otros actores públicos para

replicar la incorporación eléctrica en otros tipos de flotas, como, por ejemplo, taxis, taxis ejecutivos, taxis colectivos y flotas comerciales de distribución de bienes. También, se busca incorporar información sobre la operación de vehículos eléctricos del transporte público para de esta manera dar a conocer las mejores prácticas y sensibilizar a la población sobre dichas materias.

- **Investigación y desarrollo sobre la electromovilidad:** Se busca impulsar proyectos para la generación de nuevos negocios en el ámbito de la electromovilidad. Se propone también que en el ámbito académico se monitoree sobre innovaciones tecnológicas y buenas prácticas para futuros desarrollos de la movilidad eléctrica.
- **Información y difusión de la electromovilidad:** Se desarrolla la plataforma web de electromovilidad para otorgar información relacionada a esta temática de fácil acceso. Se pretende desarrollar materiales didácticos que busquen acercar este tipo de tecnologías a la ciudadanía. Además, se busca distinguir a aquellas empresas, municipalidades u otros actores, que propongan ideas o proyectos que fomenten la incorporación de la movilidad eléctrica en el país.

En base a lo anterior, una futura industria de baterías eléctricas reacondicionadas podría verse beneficiada por las políticas que ha comenzado a desarrollar el Ministerio de Energía para el fomento de la electromovilidad en Chile. El aumento de regulación y estándares permitirá que el mercado de automóviles eléctricos en el país pueda desarrollarse de mejor manera, con la ayuda de la información y difusión sobre la temática, se podrá concientizar a la gente sobre el tema, lo que logrará que se realicen más compras de este tipo de automóviles. La ayuda de las políticas que incentiven la electromovilidad también puede brindar incentivos a los distribuidores de vehículos eléctricos, de esta manera, se espera que

los precios sean mucho más accesibles para los consumidores, y que por ende se incremente el número de ventas de este tipo de vehículos. Además, ya se ha visto en el país la incorporación de autobuses eléctricos, por ende, parte de los puntos abordados en la Ruta Energética ya están siendo cumplidos. En un futuro, se espera que crezca el mercado de automóviles eléctricos por la transición hacia la electromovilidad, por ende, se esperaría también que las baterías de los automóviles eléctricos terminen su vida útil dentro del vehículo, por lo tanto, iniciativas para el reacondicionamiento o reciclaje de baterías se pueden ver potenciadas por esto, además que el Ministerio de Energía busca incentivar a proyectos que busquen desarrollar negocios en torno a la electromovilidad, y en lo posible, se podría beneficiar el crecimiento de la industria de baterías eléctricas reacondicionadas para su uso en aplicaciones de almacenamiento de energía.

Cabe mencionar que otras acciones que toma el Ministerio de Energía para fomentar el uso de vehículos eléctricos, a través de la Estrategia de Electromovilidad, son las siguientes: Provisión de espacios preferentes con infraestructura de carga en estacionamientos concesionados, exención de restricción vehicular, se busca estudiar la rebaja o exención de tarifa para vehículos eléctricos en peajes de autopistas, estacionamiento de aeropuerto y hospitales y estacionamientos públicos, además, se busca generar acuerdos con suministradores de energía para carga de vehículos para establecer tarifas rebajadas para la carga de automóviles eléctricos.

Dicho lo anterior, se podría esperar que exista un aumento de la flota de automóviles eléctricos en un futuro, dado que, al igual que en otros países donde la electromovilidad ha visto un desarrollo potencial, las medidas por parte del gobierno son las más importantes para la expansión de dicho mercado. Si hay un aumento de la flota de este tipo de vehículos,

entonces también se podría esperar el incremento de baterías que pueden ser reutilizadas en el futuro.

7.4.2 Económico

7.4.2.1 Crecimiento de ventas de vehículos eléctricos

El crecimiento de ventas de los automóviles eléctricos en el país es un factor determinante para visualizar cual es el comportamiento que tiene la industria actualmente, y si es que existen tendencias actuales sobre el aumento de vehículos eléctricos en el mercado automotriz de Chile.

En la Figura 9 se puede apreciar que existe una clara tendencia al incremento de la compra de automóviles eléctricos, si bien, aunque es un mercado que es bastante reducido en comparación al volumen de ventas totales de vehículos, que para el año 2019 fue de 30.199 automóviles medianos y livianos (Asociación Nacional Automotriz de Chile A.G, 2020), es un mercado emergente que ha presentado un crecimiento desde el año 2015 al año 2019 de un 843,75%, lo que indica claramente que existe una marcada tendencia al aumento de las ventas de este tipo de vehículos.

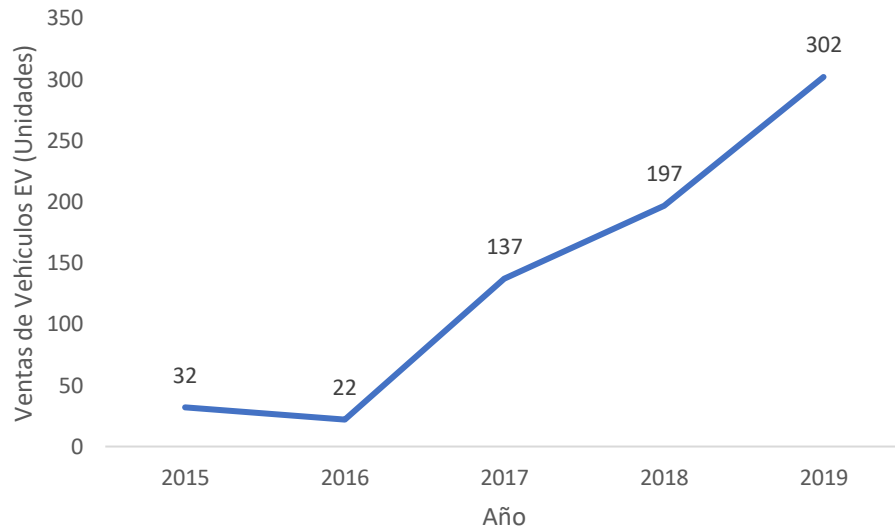


Figura 9: Ventas anuales de vehículos eléctricos en Chile.
(Fuente: Informe del Mercado Automotor, Asociación Nacional Automotriz de Chile A.G, 2019)

Chile está experimentando el comienzo de la industria de la electromovilidad, dado que, la cantidad de vehículos eléctricos que se venden actualmente es muy pequeña en proporción a las ventas totales de vehículos medianos y livianos en el país, sin embargo, el valor de esta proporción corresponde a 1% para el año 2019 (Asociación Nacional Automotriz de Chile A.G, 2020), que al igual que otros países de excelencia en la temática de electromovilidad como Noruega, Estados Unidos o China, comenzaron la transición a la electromovilidad con valores de dicha proporción muy cercanos a los que tiene Chile actualmente. Esto puede significar, que, si la implementación de políticas gubernamentales en otros países ha contribuido a la expansión de la industria de movilidad eléctrica en ellos, se podría esperar que en Chile también exista dicho crecimiento. Por ende, en un futuro al haber una mayor cantidad de vehículos eléctricos en circulación, se contribuiría positivamente al desarrollo de la industria de baterías eléctricas reacondicionadas.

7.4.2.2 Precio de los vehículos eléctricos

Actualmente las opciones de vehículos eléctricos en el país son limitadas, pues no hay tantas en el mercado para la adquisición de este tipo de vehículos. Los modelos de automóviles eléctricos que más se venden en Chile actualmente, corresponden a Nissan Leaf, Hyundai Ioniq y BMW 330 E. A continuación, en la Tabla 2 se muestra cual es el precio de mercado que tienen los autos mencionados para el año 2019:

Tabla 2: Vehículos eléctricos más vendidos en Chile y sus respectivos precios.
Fuente: Cuanto cuestan y consumen los cinco vehículos eléctricos más vendidos de Chile, La Tercera, 2019

Modelo	Precio [CLP]
Nissan Leaf	28.490.000
Hyundai Ioniq	25.590.000
BMW i3	42.300.000

Como se puede observar, los precios de los vehículos son solamente accesibles para una población de clase socioeconómica alta, por lo que, en la actualidad es muy difícil adquirir este tipo de vehículos, además, para una persona de estrato socioeconómico menor es más fácil la adquisición de un vehículo de combustión interna de similares características a precios que son más baratos.

Sin embargo, como se ha mencionado en puntos anteriores, el costo de manufactura de las baterías en los automóviles eléctricos es lo que hace que el precio sea superior a los de combustión interna. En este sentido según Bloomberg (2019) el costo de manufactura de las baterías para el año 2019 era de US\$/KWh 156, y se espera según estudios realizados por ellos que en el año 2024 el costo sea de US\$/KWh 100 y que para el año 2030 se logre disminuir a US\$/KWh 70. Lo anterior significa que el costo de las baterías se reducirá enormemente a lo largo de los años, que implica que el costo de manufactura de nuevos

modelos de automóviles eléctricos también sea menor y que, por ende, se puedan reducir sus precios de venta para lograr cubrir un mercado mayor. Entonces, es esperable que en un futuro los automóviles eléctricos sean accesibles para un público más grande en Chile, y, por lo tanto, que aumenten las ventas e indirectamente contribuya al crecimiento de la industria de las baterías eléctricas reacondicionadas en el país.

7.4.2.3 Impuesto Verde

Corresponde a un impuesto que busca la incorporación de vehículos nuevos, livianos y medianos que contaminen menos. Este impuesto es calculado según los niveles de rendimiento urbano del vehículo, emisiones de óxido de nitrógeno y precio de venta (Sistema de Impuestos Internos, 2020). Las personas que deben pagar este impuesto son aquellas que realicen compra de vehículos nuevos medianos y livianos.

Debido a lo anterior, todos los vehículos de propulsión eléctrica e híbrida quedan exentos del pago de este impuesto. Por ende, esta medida económica puede contribuir a la compra de nuevos vehículos eléctricos en el país y al aumento futuro de la industria de baterías eléctricas reacondicionadas.

7.4.3 Social

7.4.3.1 Tendencias Sociales del Cambio Climático

El cambio climático y las emisiones de carbono producidas por las distintas actividades que se realizan a nivel industrial, así como también, a nivel social, ha generado un gran desafío a nivel mundial y a nivel país para la reducción de malas prácticas y disminución de la contaminación del medio ambiente. Esto ha contribuido a que se genere conciencia no solo por parte del Gobierno, mediante la implementación de políticas y metas que permitan reducir el impacto del medio ambiente, sino que también, se empiezan a generar

tendencias por parte de las personas que buscan también generar un impacto positivo para contribuir positivamente al ecosistema.

En el año 2019, la empresa Kantar junto con GFK Adimark y Europanel, realizó una encuesta a más de 65.000 personas en un total de 24 países para efectuar un estudio respecto a la conciencia medioambiental de las personas.

Entre las mayores preocupaciones de las personas a nivel mundial se determinó que el cambio climático era la más preponderante representando un 17% del total de encuestados, luego el desecho de plásticos con un 14% de los encuestados y la contaminación del agua con un 11% del total de encuestados (Kantar, 2019).

Por otra parte, a partir de los resultados del estudio se logró determinar los siguientes segmentos (Kantar, 2019):

- **Eco Activos:** Este tipo de personas representa un 16% de los encuestados, buscan reducir constantemente sus niveles de desechos plásticos, así como también, toman pasos activos para mejorar el medio ambiente. Son consumidores que evitan el consumo de carne, botellas y envoltorios plásticos. También tienden a usar productos de belleza que son reutilizables.
- **Eco Creyentes:** Toman algunas acciones para reducir el impacto al medio ambiente, pero menos que el grupo anterior. Usan bolsas reutilizables de género en vez de bolsas plásticas a la hora de comprar.
- **Eco Considerador:** Consideran menos el impacto medioambiental y realizan menos acciones para reducirlo. Tienen otras prioridades como la conveniencia de los productos y los precios.

- **Eco Rechazador:** Representan un 49% de la población encuestada, no tienen ningún interés en los desafíos medioambientales globales y no realizan ningún tipo de acción para reducir el impacto medioambiental.

En base a los segmentos identificados anteriormente en el estudio, es importante destacar el primero de Eco Activos, ya que, son los que más conciencia ecológica presentan y quienes realizan más acciones para prevenir y reducir la huella de carbono del planeta.

Sabiendo esto, es importante incorporar que el estudio llegó al resultado de que Chile, es el país más comprometido con el medio ambiente, por el hecho de que un 37% de los chilenos son Eco Activos, con solo un 22% de Eco Rechazadores (porcentaje bastante bajo en comparación a Latino América en su totalidad, que presenta un 63%). Además, el 40% de los chilenos cree que la acción por parte de los consumidores es la que puede generar la diferencia en el impacto climático, lo cual representa el doble del promedio global. Mas aún, los chilenos tienen 3 veces más probabilidades que otras nacionalidades de escribir y compartir artículos sobre el medio ambiente en sus redes sociales (Kantar, 2019).

Lo anterior puede significar un factor importante para el desarrollo e impulso de la industria de la electromovilidad en el país, ya que, como se ha mencionado anteriormente en el marco teórico, los vehículos eléctricos logran generar menor cantidad de gases contaminantes de efecto invernadero que los automóviles de combustión interna. Si las personas en el país tienden a pensar que el impacto ecológico depende principalmente de ellos, entonces aquello puede incidir en que haya un incremento de las ventas de vehículos eléctricos en el futuro, lo que ayudaría a la industria de baterías eléctricas de segunda vida.

7.4.4 Tecnológico

7.4.4.1 Tecnología de las baterías de ion litio

Como ha sido mencionado en el marco teórico, la utilización baterías de ion litio en la electromovilidad destacan por sus características superiores a otros tipos de baterías que cumplen la misma función. El potencial de la batería de ion litio destaca por sus grandes cualidades de almacenamiento de energía, en lo particular, su amplio rango de temperatura de operación, rápida capacidad de carga, ciclo de vida relativamente largo, baja tasa de autodescarga, además, son capaces de almacenar una gran densidad de carga permitiéndoles almacenar gran cantidad de energía.

Además, según estudios de Bloomberg New Energy Finance (2018), las baterías de ion litio mejoran su densidad de energía alrededor de 5-7% anualmente, lo que significa que de manera progresiva pueden almacenar una mayor cantidad de energía y volverse aún más eficientes.

La mejora de la tecnología de las baterías de ion litio, ayuda a que resulten ser más eficientes en el uso de los recursos que se utilizan para fabricarlas, lo que significa principalmente que habrá una reducción en su costo de manufactura, esperándose que para el año 2024, los vehículos eléctricos tengan el mismo precio que los de combustión interna (Bloomberg New Energy Finance, 2018).

Por ende, la disminución del precio de los coches eléctricos permitirá que su compra sea más accesible en el futuro y que aumenten las ventas considerablemente.

7.4.4.2 Vehículos de Hidrogeno

En la actualidad, hay otros tipos de tecnología automotriz que buscan reducir la huella de carbono además de los vehículos que funcionan a partir de baterías eléctricas. Entre las tecnologías destacables se encuentran los automóviles que funcionan a partir de la combustión por hidrogeno llamados FCEVs¹⁴.

Los FCEVs funcionan de manera similar a los vehículos de batería eléctrica, solamente que, a diferencia de estos, producen electricidad a partir de celdas de combustible alimentadas por hidrógeno en vez de utilizar electricidad proveniente de baterías (U.S Department of Energy, s.f).

Las ventajas que destacan de los FCEVs por sobre los vehículos de batería eléctrica son las siguientes (Forbes, 2020):

- El tiempo de recarga de los vehículos es rápido y comparable a los vehículos de combustión interna.
- La energía que son capaces de generar las celdas de hidrógeno es bastante superior a la de baterías eléctricas, teniendo un rango más amplio de operación de hasta 600 Km.
- Hay un impacto medio ambiental muchísimo menor, al generar menos polución por emisiones de carbono en las etapas de producción.
- Las celdas de hidrogeno son reciclables y reutilizables en un 95%, lo que solucionaría el problema de desecho de baterías provenientes de los vehículos de batería eléctrica.

¹⁴ Se refiere a las siglas en inglés de “Fuel Cell Electric Vehicles” que significa Vehículos Eléctricos de Celdas de Combustible.

- Los vehículos comerciales podrían verse mejor situados para la tecnología de hidrógeno, ya que, los vehículos de carga eléctricos necesitan baterías de gran tamaño y peso para poder funcionar, además de poseer rangos de operación menores.

Sin embargo, a pesar de las ventajas de este tipo de tecnología por sobre los automóviles eléctricos, existen las contras, que consisten principalmente en que, prácticamente no existe disponibilidad de este tipo de vehículos, siendo muy pocas las compañías que se dedican a producir modelos con combustión a hidrógeno, por otra parte, existe una red muy acotada de infraestructura para la carga de vehículos de hidrogeno, que además es más costoso de construir y los costos de estos vehículos son mucho más grandes debido a los pocos volúmenes que se producen (Forbes, 2020).

7.5 Análisis de las cinco fuerzas de Porter

Dentro de este análisis se busca identificar cuáles son los factores que afectan en el microentorno de la industria de baterías eléctricas de ion litio, es decir, determinar cuál es el poder de los compradores y proveedores, así como también, la existencia de rivalidad entre competidores, barreras de entrada para potenciales entrantes y la existencia de productos sustitutos.

7.5.1 Poder de negociación de los clientes

A partir de los usos que se les puede dar a las baterías eléctricas de segunda vida, se pueden desprender los potenciales clientes que formaran parte de la demanda por este tipo de productos. Como fue referido anteriormente en el marco teórico, las distintas soluciones que pueden brindar las baterías reacondicionadas son las siguientes: Energía auxiliar de

emergencia, almacenamiento de energía solar, vigilancia y sistemas de alarma en ubicaciones remotas, así como también, almacenamiento de energía para personas electrodependientes, almacenamiento de energía para edificios comerciales y almacenamiento de energía para redes eléctricas de consumo.

Dadas las diferentes aplicaciones que se les puede dar a las baterías de segunda vida, es importante segmentar a los tipos de clientes que existen en la industria. Como en Chile actualmente no existe un mercado de baterías eléctricas de segunda vida, se utilizará como base los tipos de consumidores hacia los cuales apunta Nissan, que con su modelo de automóvil eléctrico Leaf, ha logrado desarrollar una iniciativa mediante la reutilización de las baterías eléctricas de sus vehículos llamada xStorage. Si bien, la iniciativa aún no se lleva a cabo en Chile, sirve como base para observar los potenciales mercados hacia los cuales puede apuntar una industria de baterías reacondicionadas.

Las soluciones que ofrece la iniciativa de Nissan xStorage son las siguientes (Nissan, s.f):

- **xStorage Home:** Consiste en un sistema de almacenamiento de energía que se carga mediante fuentes renovables de energía, así como también, de la energía proveniente de la red eléctrica. Almacena electricidad en los periodos más económicos del día, controlando a la vez, como y cuando se utiliza esa electricidad.
- **xStorage for Business:** Ofrece a las empresas una solución para la gestión de los costes energéticos por medio de almacenamiento inteligente de electricidad, que permite optimizar los costes haciendo uso de la red en horarios valle o utilizando fuentes renovables como solar o eólica.

- **xStorage for buildings:** Los edificios comerciales suelen verse afectados por ciertos desafíos como: Mayor coste y complejidad tarifaria del suministro eléctrico, Mayor distribución de los recursos energéticos, incremento en la adopción de programas de respuesta a la demanda y mayor complejidad de los sistemas de gestión energética de los edificios. Este sistema permite a los usuarios finales almacenar la electricidad producida anteriormente, para utilizarla como fuente de suministro para la actividad de negocio según demanda o para participar en programas de respuesta a la demanda, vendiendo la electricidad de vuelta a la red.

En base a lo anterior se proponen los siguientes segmentos de clientes, a los cuales se les realizará un análisis sobre cómo afecta su poder de negociación en la industria:

- **Cliente Residencial:** Este tipo de clientes corresponde a personas naturales que buscan almacenar energía en sus hogares, como manera de ahorrar costos de electricidad mediante generación eléctrica a partir de fuentes renovables, o bien, que buscan un método de almacenamiento de energía como respaldo para cortes de energías de la red eléctrica, como, por ejemplo, las personas electrodependientes.

En cuanto a los clientes que buscan utilizar el almacenamiento de energía como una forma para reducir los costes de electricidad, su poder de negociación es bastante alto. Esto se debe a la Ley de Net Billing, que como se ha mencionado en puntos anteriores, puede afectar a la decisión de los clientes sobre la compra de una batería, ya que, ellos tienen el poder de decisión para elegir cual es la opción más rentable para ellos. Teniendo la opción de invertir en un proyecto para la generación de energía renovable y vender los excedentes de energía a la red eléctrica, o bien, invertir en una batería que le permita

almacenar energía proveniente del sistema en periodos de baja demanda, para utilizar la electricidad de la batería en periodos cuando la energía es más costosa. En síntesis, este tipo de cliente es quien toma la decisión sobre la compra de la batería, dado su alto poder de decisión y las otras opciones que posee como sustitutos.

Por otra parte, en el caso de las personas que necesitan de un sistema de almacenaje de energía obligatorio, es distinto. Es un mercado que para el año 2017 contabilizaba un total de 4.712 personas (Senado, 2019), por lo que es importante considerarlo dentro de potenciales consumidores, quienes tienen un poder de negociación bastante bajo, por el hecho de que se puede poner en riesgo la vida de la persona electrodependiente, siendo entonces para ellos fundamental poseer un producto de este tipo en caso de que existan cortes de las redes de suministro eléctrico. Cabe mencionar, que no solo se debe considerar a la persona que es electrodependiente como potencial consumidor, sino también, a los distribuidores de energía, ya que, en ellos cae la responsabilidad de proveer el servicio de energía en todo momento a este tipo de personas, por lo que ante cortes de energía es crucial que dispongan del equipamiento necesario para respaldo, sino, pueden verse involucrados en problemas legales. En resumen, este tipo de clientes tiene un poder de negociación bajo.

- **Cliente Comercial:** Este tipo de clientes corresponden a empresas que desean optar por soluciones de almacenaje de energía que les permita hacer frente a los costos de las tarifas eléctricas. Entre esas soluciones se encuentra la utilización de la batería en horas donde la demanda energética es alta por lo que les permite reducir sustancialmente los gastos

eléctricos. Al igual que los clientes residenciales, hay algunas empresas que pueden optar por la utilización del Net Billing para reducir los gastos eléctricos, ya que, la Ley fue modificada para abarcar proyectos de hasta 300 Mw, por lo que hay una proporción de empresas pequeñas que tiene un alto poder de negociación ya que pueden optar por realizar un proyecto de generación de energía renovable para utilizar la electricidad producida en vez de la proveniente de la red eléctrica y vender sus excedentes, reduciendo significativamente sus costos. Por lo que, ese tipo de empresas debe evaluar la rentabilidad de dicha opción sobre la de almacenar energía en baterías para su utilización en periodos de baja demanda eléctrica para reducir sus costos, determinando la más conveniente. En síntesis, las empresas de pequeña envergadura tienen un alto poder de negociación al poseer más opciones para reducir sus gastos eléctricos.

Por otro lado, las empresas de mayor envergadura, que no puedan optar por el Net Billing para la reducción de sus costes eléctricos, poseen una cantidad de opciones mucho más reducida, limitándose solo a los proveedores de baterías eléctricas para disminuir sus gastos eléctricos, por lo que su poder de negociación es más bajo.

También se encuentran las empresas, que buscan el almacenaje de energía como método de respaldo ante cortes de energía. Al igual que los clientes residenciales de este tipo, para ellos es fundamental que exista suministro energético en todo momento, ya que, si no se posee electricidad que permita mantener en funcionamiento la empresa, puede significar que haya pérdidas para el negocio, entre las que se encuentran pérdidas de información importante, caídas de servidores que permitan mantener en conexión a la

empresa, etc. En conclusión, las empresas que buscan respaldos ante caídas de la red eléctrica poseen un poder de negociación bajo, dada la importancia de mantener a la empresa en funcionamiento y la poca cantidad de opciones que hay para hacer frente a ese tipo de problemas.

7.5.2 Poder de negociación de los proveedores

Los proveedores de la industria de baterías reacondicionadas son directamente aquellos entes que se encargan de almacenar las baterías provenientes de automóviles eléctricos que ya cumplieron con su ciclo de vida. Esto se debe principalmente a que, en Chile, como fue referido con anterioridad en el análisis PEST, ha entrado en vigor la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor, que establece que los productores e importadores de productos prioritarios (entre los que se encuentran las baterías), deben ser capaces de organizar y financiar la recolección y tratamiento de productos recolectados a través de un sistema de gestión.

Por otra parte, también existiría otro tipo de proveedor que sería directamente la persona que es dueña del automóvil eléctrico, sin embargo, el individuo tiene la responsabilidad de entregar los productos en lugares de recolección establecidos por los sistemas de gestión, entre los que se encuentran las empresas (Ministerio del Medio Ambiente, 2016). Entonces, la mayoría de las personas que desean cambiar su batería acudirán a la empresa automotriz para que ellos se hagan cargo de la batería que ha finalizado su ciclo de vida. Por ende, se considerará como proveedor relevante solamente a las empresas comercializadoras de automóviles eléctricos, ya que son quienes se harán cargo principalmente de las baterías en desuso de la electromovilidad.

Como los productores y distribuidores de automóviles eléctricos son los que se harán cargo de las baterías, entonces ellos deben establecer que se deberá hacer con la batería. Entre estas opciones se encuentran: el reciclaje de las baterías para la extracción de los componentes esenciales, la creación de un negocio basado en la segunda vida de las baterías, o bien, vender las baterías a un tercero para su reacondicionamiento y comercialización.

En general la opción de reciclaje de baterías es la menos atractiva dado los grandes costos de inversión necesarios para la implementación de un sistema de reciclado, además, que difícilmente pueda tener un flujo de ingresos positivos para una empresa. Por lo que, el proveedor deberá escoger la opción más factible y rentable económicamente para su negocio, entre la creación de un negocio basado en la segunda vida de las baterías o simplemente venderlas a terceros que busquen hacer lo mismo. Como ya se sabe, hay empresas como Nissan o Renault que ya trabajan modelos de negocio basados en la venta de baterías eléctricas de segunda vida, entonces, se vuelve atractivo para otras empresas comercializadores de automóviles eléctricos que también desarrollen modelos de negocio similares.

Por ende, el poder de negociación de los proveedores es alto, dado que, ellos son quienes deben establecer la opción más rentable para ellos, además, se hace más difícil negociar con aquellas empresas que ya poseen un negocio de baterías de segunda vida.

De lo anterior se concluye que, para una empresa que desee iniciar un negocio de este tipo y que no es directamente una empresa automotriz, es más complicada la obtención de los recursos necesarios para el desarrollo del negocio de baterías reacondicionadas, dado que,

los proveedores se reducen solo a aquellos entes que consideren como opción más rentable la venta de las baterías en desuso de las cuales disponen a terceros.

7.5.3 Amenaza de productos sustitutos

La amenaza de productos sustitutos puede provenir directamente de los fabricantes de baterías nuevas o bien empresas importadoras y comercializadoras de baterías recién fabricadas.

En primer lugar, se debe analizar la disponibilidad y acceso que se tenga a las empresas comercializadoras de baterías de almacenamiento de energía nuevas, en particular, de litio, ya que, son las que más se asemejan a las baterías de los vehículos eléctricos.

Respecto a lo anterior, en Chile actualmente no hay una gran cantidad de empresas que se dediquen a la venta de baterías eléctricas de ion litio. En general, las empresas que venden este tipo de productos se encuentran insertos en el rubro de la comercialización de equipamiento para la producción de energía solar. En la región metropolitana, hay un total de 12 empresas (Ver Tabla 32 del Anexo), que venden baterías específicamente para el almacenamiento de grandes cantidades de energía, que varían entre equipamiento para producción de energía solar y equipamientos industriales.

Al ser poca la cantidad de empresas que se dedica a este rubro, entonces el poder de los sustitutos resulta ser mayor, esto se debe principalmente a que, al haber una menor cantidad de opciones en el mercado, entonces estas empresas ganan una mayor participación, haciendo también que sea más difícil para nuevas empresas abarcar una mayor participación de mercado, dado que, es un producto de alto grado de especialización, es decir, que requiere

de conocimientos específicos para desarrollar experiencia en negocios de este tipo, por lo que, aquellas empresas que ya se encuentran dentro de la industria han logrado incrementar su desarrollo a lo largo de la curva de experiencia, siendo más difícil para nuevos competidores llegar al mercado.

Por otra parte, la relación entre el precio de una batería nueva en comparación al precio de una batería de segunda vida también es un factor importante para el análisis de la amenaza sobre los productos sustitutos en la industria de las baterías reacondicionadas de la electromovilidad. Este aspecto será profundizado en puntos posteriores del desarrollo del estudio, sin embargo, se mencionó con anterioridad en el marco teórico, que de acuerdo con el estudio de factibilidad económica de Li et al (2017), la batería reacondicionada cuesta US\$147/kWh, incluyendo todo el costo de software y hardware, mientras que, una batería nueva del mismo periodo se encuentra en rangos que van desde US\$300/kWh hasta US\$900/kWh. Por lo que, se podría esperar que los resultados dicten que las baterías reacondicionadas tengan precios menores a las baterías nuevas. En ese sentido, la amenaza de productos sustitutos pierde potencia, al ofrecer productos que se encuentran en rangos de precio mucho mayores. Sin embargo, es necesario evaluar también la calidad y el ciclo de vida de baterías reacondicionadas con respecto a las baterías nuevas, para llegar a una conclusión más acertada, por lo que, será analizado posteriormente en el estudio.

En otro sentido, el costo de cambio para los clientes sobre elegir el producto sustituto depende del precio de las baterías nuevas, entonces, si el precio de las baterías nuevas es mayor al de las baterías reacondicionadas, el costo de cambio para los clientes será mayor, por ende, la amenaza del producto sustituto pierde fuerza.

En conclusión, existe un poder de mercado mayor de los productos sustitutos, al ya existir un número reducido de empresas especializadas en la venta de baterías nuevas, pero, se espera que los precios de las baterías reacondicionadas sean menores y que el costo de cambio para los clientes entonces sea mayor. Por lo tanto, la amenaza de los productos sustitutos es media al equilibrarse ambos aspectos.

7.5.4 Rivalidad entre competidores

Como se mencionó anteriormente, los proveedores en la industria de baterías de segunda vida corresponden a empresas fabricantes de automóviles, dado que, son ellos quienes deben responsabilizarse de la gestión y tratamiento de las baterías cuyo ciclo de vida en automóviles eléctricos ha finalizado. Sin embargo, los proveedores pasan a ser solamente aquellas empresas que deciden vender estas baterías en vez de crear un negocio de segunda vida a partir de ellas. Por esta razón, aquellas empresas que buscan crear un negocio a partir de la utilización de las baterías de segunda vida serán los principales competidores de la industria.

La industria de baterías de segunda vida aún no tiene presencia en Chile, por ende, se analizará a los potenciales competidores que pueden formar parte de la industria, que corresponden a aquellas empresas que comercializan vehículos eléctricos en Chile. Cabe mencionar, que no se debe dejar de lado que los potenciales competidores también pueden ser potenciales proveedores, sin embargo, al constituir una incertidumbre se considerará a todas las empresas que forman parte hoy en día de la industria de vehículos eléctricos.

Se construye un gráfico mostrado en la Figura 10, en que se muestran las participaciones de mercado que tienen las empresas de automóviles eléctricos e híbridos en

Chile, en base a los datos de las ventas correspondientes al año 2019, considerando vehículos de pasajeros, SUV y comerciales:

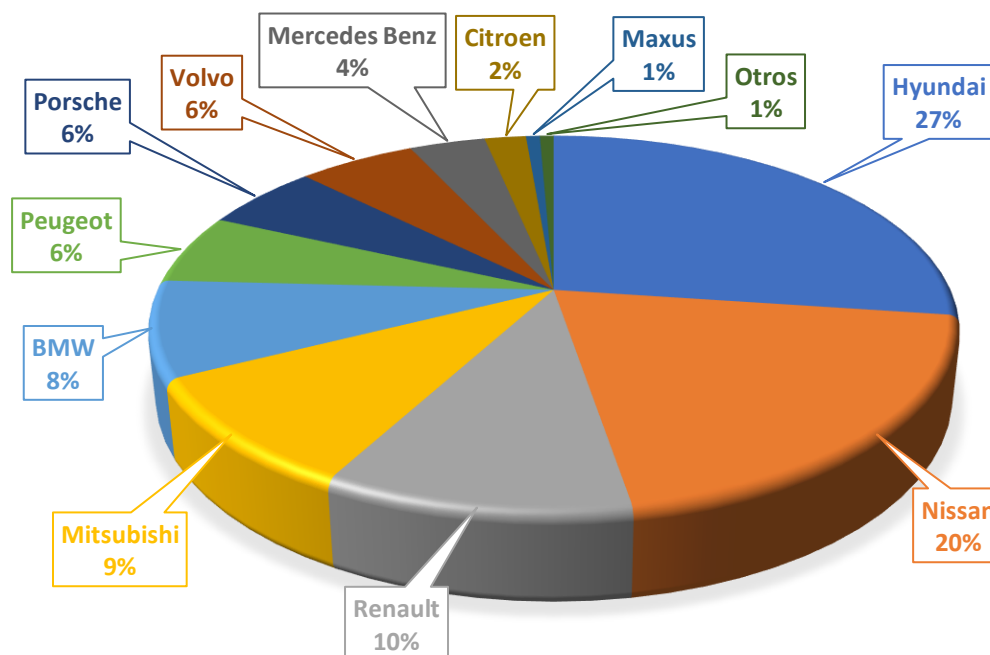


Figura 10: Participación de mercado empresas de automóviles eléctricos en Chile
(Fuente: Informe del Mercado Automotor 2019, Asociación Nacional Automotriz de Chile AG, 2019)

Se puede apreciar de la Figura 10, que las empresas de vehículos eléctricos que poseen una mayor participación en el mercado chileno son Hyundai, Nissan, Renault y Mitsubishi, con un 27%, 20%, 10% y 9% respectivamente.

En primer lugar, se hará un análisis con respecto a la concentración de la industria, para esto se hace el cálculo del índice C4¹⁵, cuyo valor da como resultado un 66%. Por lo que, las cuatro empresas con mayores porcentajes de participación, en conjunto logran abarcar más de la mitad del mercado consumidor en Chile, esto quiere decir, que es una

¹⁵ Es un índice económico que permite medir la concentración de una industria a partir de la suma de los porcentajes de participación de mercado de las cuatro mayores empresas.

industria bastante concentrada al ser un número reducido de firmas quienes poseen el control del mercado y por lo tanto existiría un nivel de competencia menor. Por otro lado, a modo de complemento se hace cálculo del índice de Herfindahl-Hirschman¹⁶, que varía en el rango de 0 (Competencia Perfecta) y 10.000 (Monopolio), el cual da como resultado 1.535. Según la Fiscalía Nacional Económica (2012), si el índice presenta un valor entre 1.500 y 2.500, entonces se está en presencia de un mercado moderadamente concentrado, por ende, la actual industria de los vehículos eléctricos está dentro de dicha categoría. Sin embargo, el valor 1.535, se encuentra muy cercano al umbral 1.500, para formar parte de una industria poco concentrada, esto se debe a que hay varias empresas que poseen participaciones de mercado similares como, por ejemplo, BMW, Peugeot, Porsche y Volvo. Por lo tanto, se puede decir que existe una rivalidad media en la industria, ya que, a pesar de que pocos competidores abarcan la mayor participación de mercado, hay varios competidores con participaciones de mercado similar, lo que genera que haya una menor coordinación entre las firmas participantes y por ende una competencia más marcada.

También se busca medir el nivel de homogeneidad existente en la industria, para lo que se ocupa el coeficiente de Gini¹⁷. Cabe mencionar, que si existe un alto grado de homogeneidad en la industria entonces también existe una mayor rivalidad entre las firmas, ya que, al ser un escenario más parecido a una competencia perfecta, cada empresa buscará su propio beneficio con el fin de abarcar un mayor poder de mercado. El coeficiente obtenido para la industria de automóviles eléctricos es de 0,47, como el valor se encuentra lejos de 0

¹⁶ Es un índice que permite determinar el nivel de concentración de una industria a partir de la suma del cuadrado de las participaciones de mercado de todas las empresas pertenecientes a ésta.

¹⁷ Es un coeficiente que mide la desigualdad de una industria, cuyo rango varía entre 0 y 1, donde 0 es perfecta igualdad y 1 es perfecta desigualdad.

se puede decir que no es una industria totalmente homogénea, pero también, es un valor que se encuentra lejos de ser 1, por lo que tampoco es una industria totalmente desigual. Al presentar un valor cercano a 0,5 quiere decir que dentro de la industria existe una rivalidad media entre los competidores, dado que, al no haber competencia perfecta no se está en presencia de una rivalidad elevada, ni tampoco se presenta una rivalidad nula al no conformar un monopolio.

7.5.5 Potenciales entrantes

En cuanto a las barreras de entrada a los potenciales competidores en la industria, estas son altas en el aspecto económico, esto se debe a que se necesitan inversiones grandes para poder establecer un negocio de baterías de segunda vida, ya que, en primer lugar es necesario disponer de maquinaria necesaria para poder reacondicionar las baterías, pues, como se ha mencionado en el marco teórico es necesario comprobar el estado de vida de las baterías, que requieren de un proceso complejo para poder verificar sus condiciones antes de reacondicionarlas, como la prueba de caracterización y la prueba de desempeño de referencia. Por ende, no solo se necesita de una inversión alta, sino que también, se trata de una industria que requiere de amplios conocimientos específicos sobre la temática para poder llevar a cabo un negocio basado en la venta de baterías de segunda vida.

Respecto a lo anterior, es difícil para nuevos competidores el ingreso a la industria, dado que, las empresas que se encargan de la manufactura de automóviles eléctricos han ganado una mayor experiencia en la elaboración de baterías, logrando disminuir sus costos unitarios de producción y obteniendo información esencial sobre la construcción, componentes y funcionamiento de las baterías, lo que les permite tener una ventaja a la hora

de implementar negocios basados en la venta de segunda vida. En dicho sentido, pueden existir determinadas asimetrías de información, es decir, que los potenciales entrantes no puedan obtener ciertos conocimientos sobre el reacondicionamiento de baterías, debido a licencias, patentes o contratos de los que pueden formar parte los mayores competidores de la industria, restringiéndoles acceso a los avances tecnológicos existentes o resultados de investigaciones que permitan mejorar la calidad y tiempo de vida de las baterías reacondicionadas.

Por otra parte, existe una ventaja por parte de las marcas pioneras en la industria, es decir, aquellas que ya han desarrollado negocios de segunda vida, como, por ejemplo, Nissan y Renault. Esto se debe a que estas empresas han logrado desarrollar una mayor reputación en la industria, ya que, han sido las primeras opciones para los clientes de baterías de segunda vida, que, al ser bienes de experiencia, generan una mayor fidelidad en el cliente a la hora de probarlos. Por ende, el problema al cual se enfrentan los potenciales entrantes es convencer a los clientes de que se arriesguen a comprar sus productos nuevos, cuando ellos ya son conscientes de la calidad de los productos ya existentes en el mercado.

En síntesis, las barreras de entrada a potenciales competidores son altas, debido a las altas inversiones necesarias para la implementación del negocio, a los efectos de la curva de experiencia, las asimetrías de información y las ventajas de las marcas pioneras.

7.6 FODA

De los análisis realizados anteriormente para el macroentorno y microentorno de la industria de baterías de segunda vida, es posible resumir los diversos aspectos en una matriz

FODA, que reúne las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas presentes en el contexto de la industria.

- **Fortalezas:** En este aspecto se destaca que el poder de negociación de los clientes dependientes de la energía eléctrica sin interrupciones es bajo, al igual que el de las empresas distribuidoras de energía que deben hacerse cargo de esos problemas, por ende, una solución a dicho problema son las baterías de almacenamiento de energía. En síntesis, se tiene una fortaleza sobre ese tipo de clientes por su dependencia del producto, por lo que, es posible asegurar una demanda constante en el futuro.
- **Oportunidades:** En primer lugar, se establece como una oportunidad el desarrollo de la Ruta Energética, ya que, se plantean las regulaciones para la movilidad eléctrica, su difusión en el transporte público y privado, así como también, investigaciones en la materia, lo que puede fomentar la compra de vehículos eléctricos en Chile.

Por otra parte, se percibe una tendencia al alza en la compra de vehículos eléctricos en Chile, lo que puede mantenerse en el futuro. El impuesto verde también se puede presentar como una oportunidad, ya que, permite reducir el precio de los vehículos eléctricos, lo que puede incentivar a su compra en el futuro.

Por otra parte, las tendencias sociales hacia el cuidado del medioambiente, se muestra como un factor importante en Chile, al presentar una gran cantidad de personas que son Eco Activos, lo que puede potenciar la compra de vehículos eléctricos en el futuro al presentarse como una opción menos contaminante.

La mejora de la tecnología de las baterías eléctricas de litio permitirá que el precio de los automóviles eléctricos reduzca su precio significativamente para el año 2024, lo que logrará que se iguale a los vehículos de combustión interna. Por otra parte, nuevas tecnologías como la combustión por hidrógeno no presentan una amenaza a la industria de los vehículos eléctricos.

Finalmente, la Ley REP, se presenta como una oportunidad, dado que, como los productores deben hacerse cargo de las baterías en desuso, para ellos es más conveniente vender las baterías a un tercero que busque un negocio de reacondicionamiento de baterías, que hacerse cargo directamente del reciclaje de las baterías que podría significar un costo más que una inversión.

- **Debilidades:** Se presenta una debilidad ante los clientes residenciales y empresas pequeñas, dado que, ellos pueden escoger la opción del Net Billing si es que es más rentable económicamente para ellos, por lo que, no se tiene un poder de negociación fuerte frente a dicho tipo de clientes.

Otra debilidad que se tiene es frente a los proveedores, dado que, tienen un poder de negociación alto al disponer de las opciones de transformarse en competidores en la industria de baterías de segunda vida, o bien, proveer de baterías usadas a los competidores de dicha industria, según estimen más conveniente.

Por otro lado, la rivalidad de la industria es moderada, por lo que existirá menor grado de acuerdos entre empresas, sin embargo, hay pocas empresas que cubren la mayor parte de la participación de mercado, lo cual es un aspecto negativo.

Por otra parte, se tiene la debilidad de que, para potenciales entrantes en la industria, las barreras de entrada son muchas al presentar costos de inversión altos, asimetrías de información y ventaja de marcas pioneras.

- **Amenazas:** El precio actual de los vehículos eléctricos aún es muy elevado, por lo que, se hace difícil que en el corto plazo haya un crecimiento realmente significativo sobre la compra de vehículos eléctricos, lo que dificulta que la industria de baterías de segunda vida pueda existir prontamente.

En la Figura 11, se muestra de manera resumida la información expuesta en los párrafos anteriores.



Figura 11: Matriz FODA para la industria de baterías de segunda vida.
(Fuente: Elaboración Propia, 2020)

7.7 Análisis de la demanda de baterías eléctricas de segunda vida

En el siguiente apartado se realizará un análisis sobre la potencial demanda de las baterías de segunda vida provenientes de la electromovilidad. Para el desarrollo del análisis se considerará como referencia la existencia actual de los tipos de clientes que fueron identificados para la industria de baterías de segunda vida. En base a dicha información, se busca realizar un pronóstico que logre estimar la futura demanda.

7.7.1 Demanda cliente Residencial

7.7.1.1 Demanda actual de clientes Net Billing

Anteriormente en el estudio, se logró identificar los tipos de clientes que la industria de baterías eléctricas de segunda vida puede abarcar. Entre ellos se logró determinar que una fuente potencial de demanda puede provenir de las personas y pequeñas empresas que desarrollan proyectos de generación de energía renovable para disminuir o eliminar por completo los gastos producidos por el consumo de electricidad a través de la Ley de Net

Billing. Son considerados como futuros consumidores para la industria por el hecho de que las baterías se presentan como una alternativa al Net Billing, ya que, estas pueden cumplir una función similar al presentar sistemas de gestión que permitan controlar la energía proveniente del sistema, almacenando electricidad en los periodos más económicos del día, determinando a la vez, como y cuando se utiliza esa electricidad, disminuyendo así los gastos eléctricos. Por ende, este tipo de consumidor deberá evaluar cuál es la opción más rentable.

A partir de los datos proporcionados por la iniciativa Energía Abierta (Comisión Nacional de Energía, 2020), se pudo determinar la cantidad de instalaciones adheridas a la Ley de Net Billing desde el año 2015 hasta el año 2020, de esta manera, se puede observar cómo ha sido el comportamiento de la demanda por este tipo de cliente en la Figura 12:

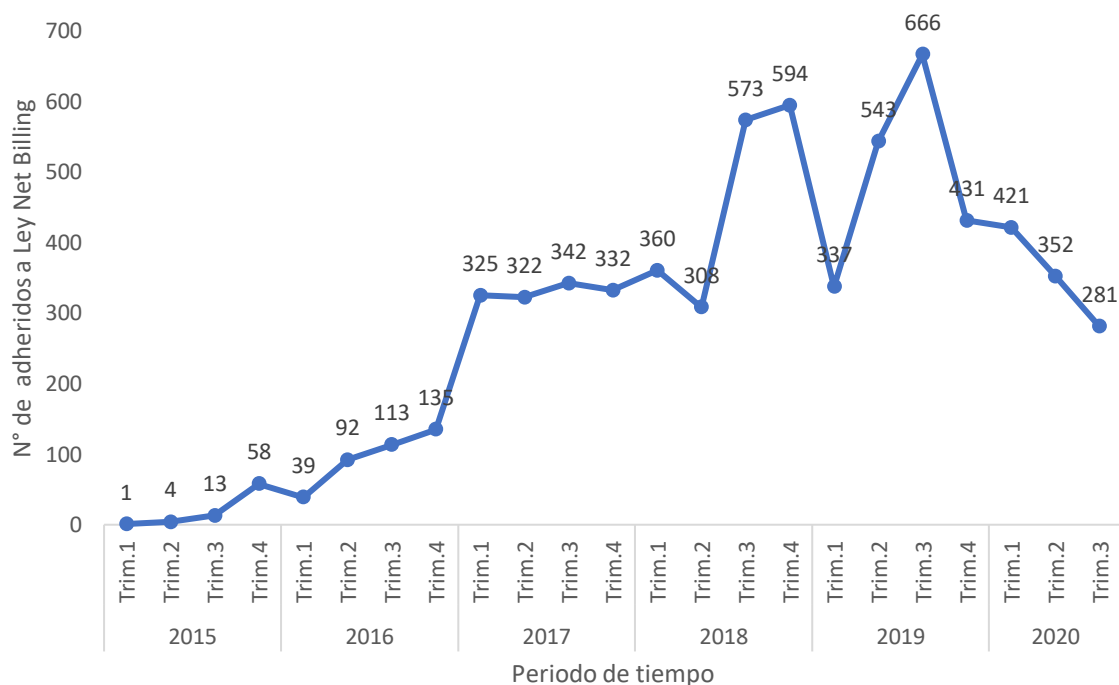


Figura 12: Demanda por tipo de cliente Net Billing.
(Fuente: Generación Distribuida - Instalaciones Inscritas, Comisión Nacional de Energía, 2020)

En la Figura 12, se aprecia el gráfico que muestra la demanda trimestral de nuevos adheridos a la Ley de Net Billing. Como se puede observar, la demanda presenta un crecimiento significativo desde el año 2015, que se debe a la promulgación de la ley, alcanzando su máxima demanda en el tercer trimestre del año 2019. Cabe mencionar, que la demanda presenta un declive en el año 2020, pero que puede deberse principalmente a la pandemia generada por el virus Covid-19 que afectó de manera global.

7.7.1.2 Demanda actual de clientes electrodependientes

Otro de los potenciales clientes que lograron identificarse para la industria de baterías de segunda vida, son los pacientes electrodependientes, o bien, las empresas distribuidoras de energía que deben hacerse cargo de mantener la estabilidad del sistema eléctrico en todo momento para resguardar posibles incidentes por cortes del suministro energético.

Los datos que lograron recabarse acerca de la cantidad de pacientes electrodependientes en Chile son escasos, por lo que, para lograr construir un gráfico que muestre la evolución de la demanda se necesitan realizar determinados supuestos.

En primer lugar, según el Senado (2019) en el año 2017 se contabilizaron un total de 4.712 pacientes electrodependientes, presentando un aumento del 12% en relación con el año anterior. El supuesto que se realizará consiste en considerar que el crecimiento de la demanda ha mantenido un ritmo de crecimiento del 12% anual hasta la fecha y, por otro lado, que las demandas trimestrales se obtienen sumando a cada trimestre la cuarta parte del crecimiento anual.

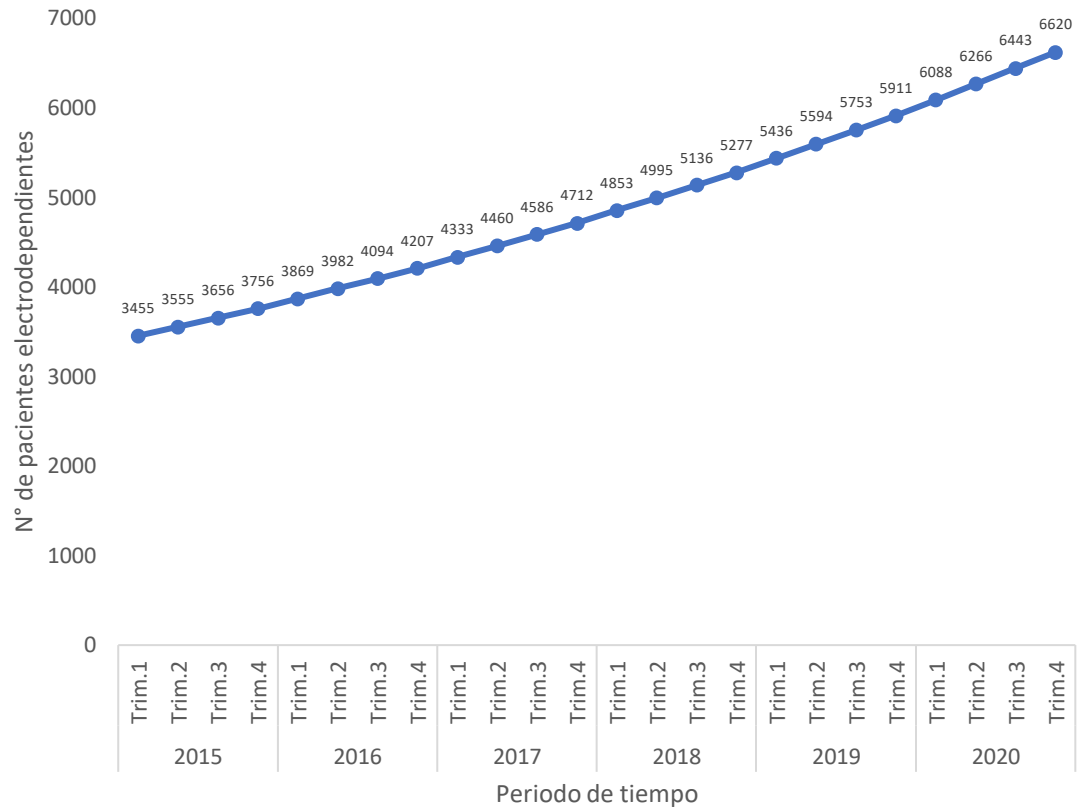


Figura 13: Demanda por tipo de cliente electrodependiente.
(Fuente: Pacientes Electrodependientes, Senado, 2019)

Como se observa en la Figura 13, la demanda tiene un ritmo de crecimiento constante a lo largo del tiempo, con una tasa de crecimiento del 12% anual.

7.7.2 Demanda cliente comercial

En el estudio de la industria se logró rescatar que uno de los potenciales clientes de la industria son aquellas empresas comerciales que buscan un método de almacenamiento energético inteligente que les permita disminuir sus gastos eléctricos a través de la gestión de eficiente de energía, almacenando en los periodos menos costosos del día. También, dentro de ellos se encuentran aquellas empresas que buscan un respaldo energético frente a cortes

de suministro eléctrico para proteger información importante y mantener sus servidores activos, evitando incurrir en pérdidas comprometedoras.

En cuanto a este tipo de demanda, se considerará a aquellas grandes empresas existentes en el país, ya que, son aquellas que tienen una mayor disponibilidad de capital para invertir en sistemas de almacenamiento energético en sus instalaciones para respaldo de energía. Cabe mencionar que la información se obtiene a partir del Servicio de Impuestos Internos (2020), de las bases de datos de Estadísticas de Empresa. Se debe recalcar que las empresas grandes según el Servicio de Impuestos Internos (2020), son aquellas que presentan ventas mayores a UF 100.000,01. Por otra parte, la información proporcionada por el Servicio de Impuestos Internos está dada en cantidad de empresas por año, por lo que para simular las demandas trimestrales se hará el supuesto de que incrementan o disminuyen de manera gradual según el cambio que presentan con respecto al año anterior. Además, se tiene la demanda solamente hasta el año 2018, por lo que para el año 2019 y 2020 se asumirá el mismo crecimiento anual de 2,55% del año 2018. A continuación, en la Figura 14 se muestra la demanda por clientes empresas:

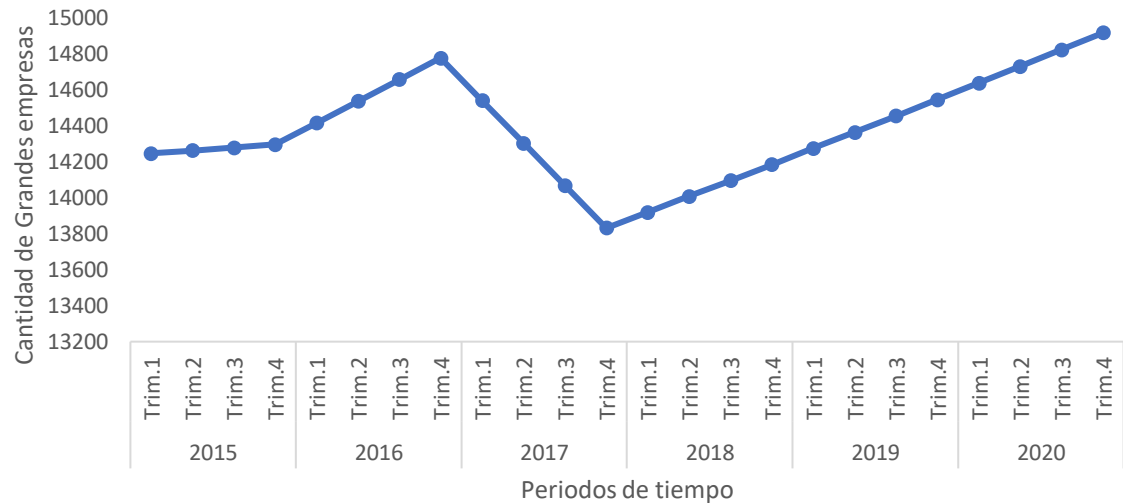


Figura 14: Demanda por tipo de cliente comercial
(Fuente: Estadísticas de Empresas por Tramo según ventas, Servicio de Impuestos Internos, 2020)

Se puede ver que la cantidad de empresas que ha habido desde el año 2015, creció hasta el año 2016, para luego presenta un declive en el año 2017, que en los posteriores años recupera progresivamente.

7.7.3 Demanda total

En el siguiente apartado, se busca determinar cuál ha sido el comportamiento de la demanda de todos los potenciales clientes de baterías de segunda vida en conjunto, para lo que se sumarán todas las demandas obtenidas anteriormente y se elaborará un gráfico que plasme la demanda conjunta. Para efectos de precisión, no se considerará el año 2020, para el pronóstico de la demanda futura, debido a los efectos adversos que pueden haberse generado por el Covid-19. A continuación, se muestra la demanda conjunta en la Figura 15:

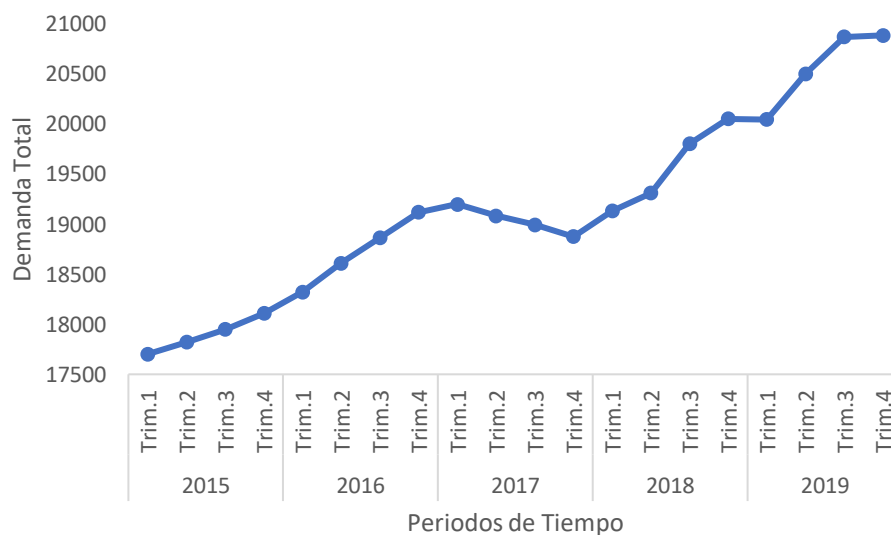


Figura 15: Demanda conjunta de potenciales clientes de la industria de baterías de segunda vida.
(Fuente: Elaboración propia, 2020)

Como se puede observar en la Figura 15, la demanda total presenta una notoria tendencia al crecimiento, que puede deberse principalmente a la demanda de pacientes electrodependientes, que posee una tendencia de crecimiento constante, y también en menor medida a las demandas de empresas grandes y de clientes de Net Billing, ya que, también en sus comportamientos se apreciaba una tendencia al alza. Por otra parte, se ve que existe una leve variabilidad, esto se debe principalmente a la demanda de clientes Net Billing, cuya demanda tiene un comportamiento más disperso, no obstante, no influye de gran manera en la demanda total, por el hecho de que sus cantidades son significativamente menores a las demandas de electrodependientes y clientes comerciales.

7.7.4 Pronóstico de la demanda futura

En el siguiente punto, se realizará un pronóstico de la demanda de potenciales clientes de baterías de segunda vida a través del método de descomposición expuesto por Sapag, Sapag & Sapag (2014).

En primer lugar, se busca determinar, cuál será la demanda en un horizonte de tiempo de 20 años, es decir, establecer una referencia sobre la demanda que se espera tener para la industria de baterías de segunda vida en el año 2040. Para esto se utilizarán los datos expuestos en la Tabla 33 (Ver Anexo) y se trabajará sobre ellos.

El primer paso que se debe realizar es el cálculo del índice estacional, para esto es necesario calcular el promedio de cada uno de los trimestres y luego de esto calcular un promedio total que es la media de los promedios trimestrales. Luego, el índice estacional de cada trimestre corresponde a la división entre el promedio trimestral y el promedio total. En la Tabla 3 se muestran los resultados:

Tabla 3: Cálculo del índice estacional para pronóstico de demanda
Fuente: Elaboración Propia, 2020

Trimestre	Promedio	Índice Estacional
1	18881.90	0.99
2	19067.00	0.99
3	19298.30	1.01
4	19410.60	1.01
Promedio Total	19164.45	

Posteriormente se debe calcular el factor de tendencia, para esto se debe dividir la demanda en su respectivo índice estacional. Luego, los resultados obtenidos deben ser

utilizados para efectuar una regresión lineal mediante las herramientas de Excel, de lo que se obtiene el intercepto y variable X1 de la regresión lineal, con valores 17.596 y 149 respectivamente. Por último, el factor de tendencia de cada periodo se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$Tendencia = Periodo * 149 + 17.596 \quad (1)$$

Con ayuda de la Ecuación 1, se procede a calcular la tendencia para cada uno de los periodos, obteniéndose la Tabla 34 presentada en el Anexo. Luego, al tener la tendencia de cada uno de los periodos, se procede a realizar los pronósticos correspondientes, a través de la siguiente fórmula:

$$Pronóstico\ del\ periodo = Tendencia\ del\ periodo * Índice\ Estacional\ del\ periodo \quad (2)$$

A partir de la Ecuación 2 se realizan los cálculos correspondientes y se obtiene la Tabla 35 mostrada en el Anexo, y a continuación en la Figura 16 se muestra el respectivo pronóstico de la demanda de baterías de segunda vida hacia el año 2030:

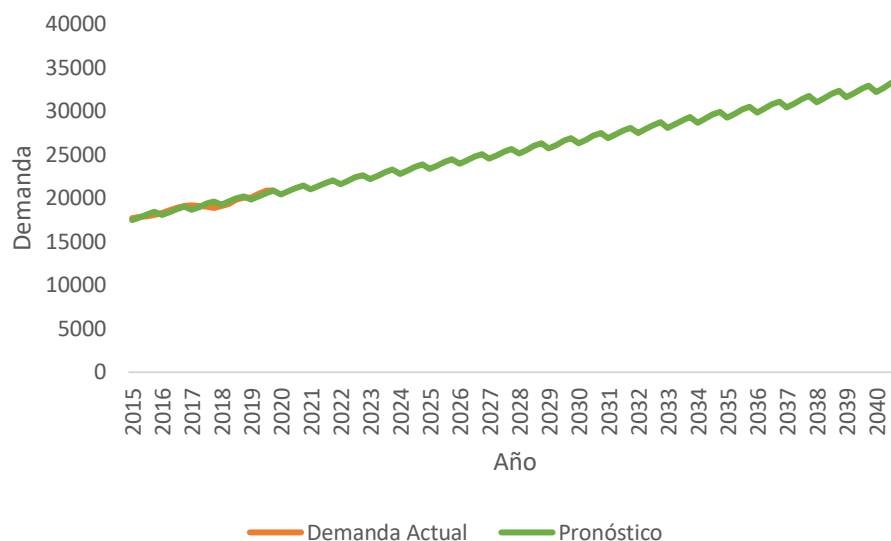


Figura 16: Pronóstico demanda de baterías de segunda vida año 2030.
(Fuente: Elaboración propia, 2020)

Como se observa en la Figura 16, se espera que la demanda tenga una marcada tasa de crecimiento, que se aprecia constante, además, es posible distinguir estacionalidad, en que la demanda disminuye los primeros dos trimestres de cada año y en los últimos trimestres tiende a subir nuevamente.

Tabla 4: Demandas Totales pronosticadas por año
Fuente: Elaboración propia, 2020

Año	2020	2025	2030	2035	2040
Demanda Total	83833	95780	107727	119674	131621

Finalmente, en la Tabla 4 se reúnen las demandas totales esperadas cada 5 años.

7.8 Análisis de la oferta de baterías eléctricas de segunda vida

En este apartado, se realizará la estimación de la oferta futura de baterías eléctricas de segunda vida en Chile. Para el pronóstico se utilizará la información actual que se tiene sobre la cantidad de vehículos eléctricos que han sido comprados en el país, siendo de esta manera posible determinar cuántas baterías habrán finalizado su ciclo de vida en los vehículos eléctricos considerando que tienen una durabilidad de aproximadamente 5 años antes de que deban ser reemplazadas. Cabe mencionar, que en el análisis se considerará un escenario conservador y un escenario optimista.

7.8.1 Oferta actual de baterías de segunda vida

Primero que todo, para analizar la oferta futura de baterías de segunda vida, es necesario analizar la demanda reciente por vehículos eléctricos en Chile, de esta manera se podrá realizar una estimación aproximada de la cantidad de baterías de segunda vida que habrá disponible en el mercado en los próximos años.

La Figura 17 muestra la demanda por vehículos eléctricos en Chile, considerando vehículos híbridos enchufables también. Se observa que la demanda entre el año 2015 y 2016 presentó un ritmo pausado y estable, sin mostrar crecimiento alguno, sin embargo, entre el año 2017 y 2019 se logra apreciar que la demanda ha mostrado un crecimiento significativo con respecto a los periodos anteriores, llegando a alcanzar su máximo valor en el tercer trimestre del año 2019 con 106 vehículos nuevos vendidos.

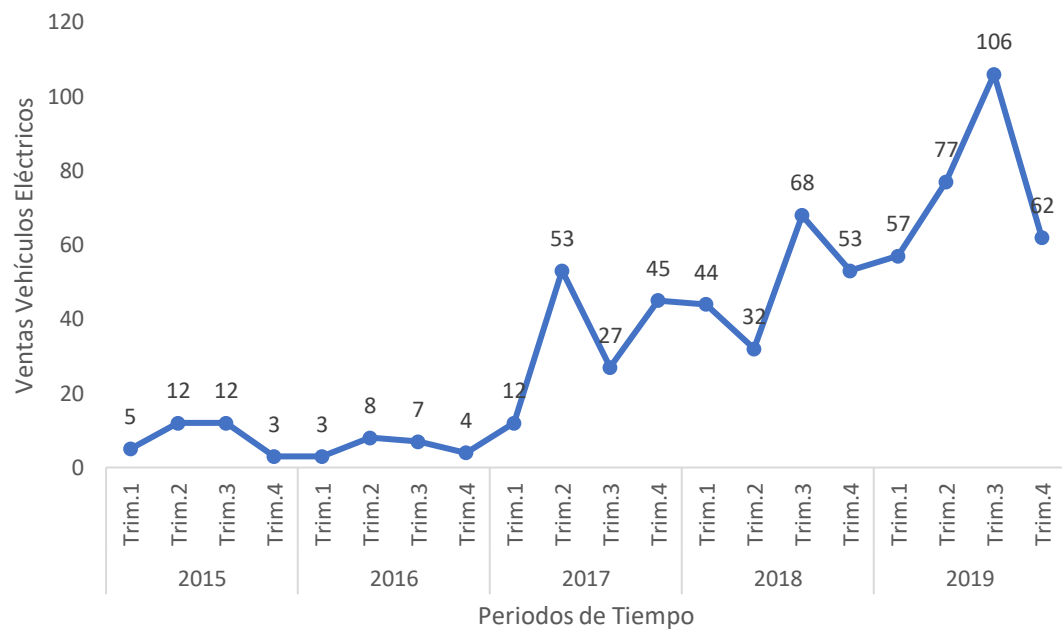


Figura 17: Ventas trimestrales de vehículos eléctricos en Chile.
(Fuente: Informe del Mercado Automotor, Asociación Nacional Automotriz de Chile A.G, 2019)

Tomando en consideración, que la durabilidad de las baterías en los vehículos eléctricos es de 5 años según lo estudiado en el marco teórico, se puede determinar la oferta de baterías segunda vida que se tendrá hasta el año 2024 usando la información recabada en la Figura 17.

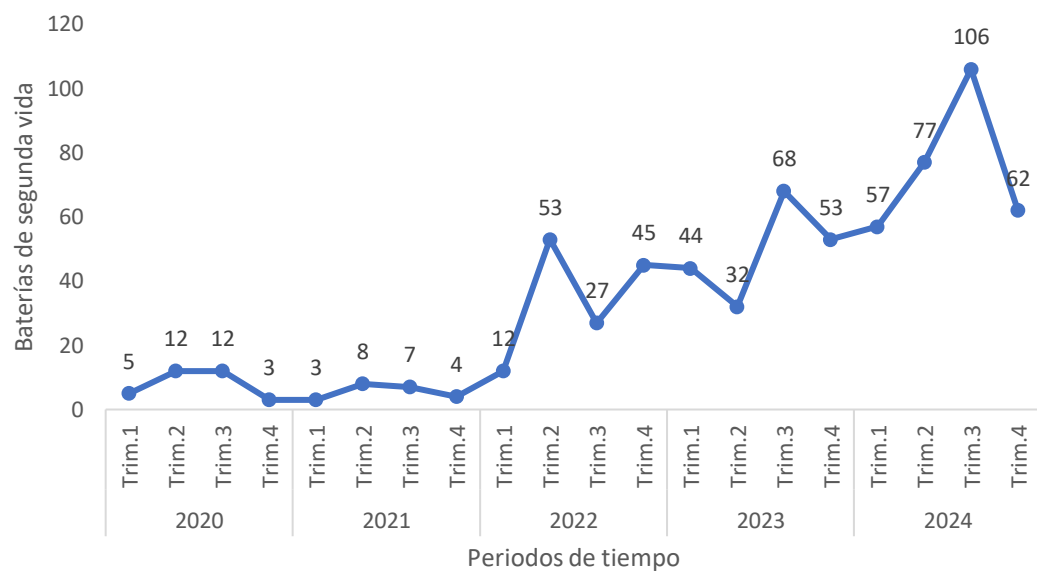


Figura 18: Baterías de segunda vida disponibles.
(Fuente:Elaboración propia, 2020)

Observando la Figura 18, se distingue que es exactamente igual que la Figura 17, sin embargo, la oferta de baterías de segunda vida se construyó teniendo en cuenta que serán aquellas que han finalizado su ciclo de vida en los vehículos luego de 5 años de utilización.

7.8.2 Pronóstico conservador de la oferta futura

Como se busca estimar la oferta en un horizonte de 20 años a futuro, se desea utilizar el método de descomposición expuesto por Sapag, Sapag & Sapag (2014) para efectuar un pronóstico de la oferta hacia el año 2040, para lo que se utilizarán los datos expuestos en la Tabla 36 (Ver Anexo). Cabe mencionar que para el pronóstico conservador solo se considerará la información actual que se tienen acerca de las ventas de automóviles eléctricos como base, sin considerar factores externos que puedan impulsar de mayor manera la demanda por este tipo de vehículos.

Primero se debe realizar el cálculo sobre el índice estacional, para lograrlo se debe calcular el promedio de cada trimestre, y posteriormente se efectúa el cálculo del promedio total correspondiente a la media de los promedios trimestrales. Luego, el índice estacional de cada trimestre corresponde a la división entre el promedio trimestral y el promedio total. Cabe mencionar, que, para el cálculo del índice estacional y, por ende, del pronóstico en su totalidad, se utilizarán solo los datos que se encuentran entre los años 2022 y 2024, dado que, los datos de años anteriores presentan un comportamiento muy diferente en comparación, lo que puede afectar a la precisión del pronóstico. Los resultados se muestran en la Tabla 5:

Tabla 5: Cálculo del índice estacional para pronóstico de oferta

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Trimestre	Promedio	Índice Estacional
1	37.67	0.71
2	54.00	1.02
3	67.00	1.26
4	53.33	1.01
Promedio Total	53.00	

Luego de haber obtenido el índice estacional de cada trimestre se debe efectuar el cálculo del factor de tendencia. Primero se debe dividir la oferta en su respectivo índice estacional, y los resultados obtenidos deben ser utilizados para la realización de una regresión lineal. Así es posible obtener el intercepto y variable X1 de la regresión lineal, con valores 22,77 y 4,65 respectivamente. Por último, el factor de tendencia de cada periodo se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$Tendencia = Periodo * 4,65 + 22,77 \quad (3)$$

Con la Ecuación 3, se puede obtener la tendencia para cada uno de los periodos, obteniéndose la Tabla 37 (Ver Anexo). Una vez teniendo la tendencia de cada periodo, se realizan los pronósticos respectivos utilizando la siguiente fórmula:

$$Pronóstico\ del\ periodo = Tendencia\ del\ periodo * Índice\ Estacional\ del\ periodo \quad (4)$$

A partir de la Ecuación 4, se obtiene la Tabla 38 mostrada en el Anexo, y a continuación en la Figura 19 se muestra el respectivo pronóstico de la oferta de baterías de segunda vida hacia el año 2040:

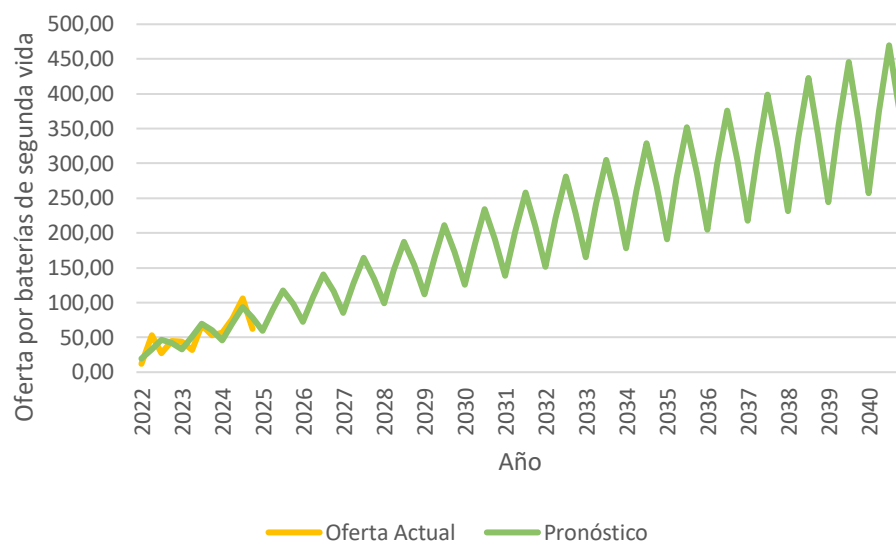


Figura 19: Pronóstico conservador de la oferta de baterías de segunda vida
(Fuente: Elaboración propia, 2020)

Como se observa en la Figura 19, se espera que la oferta de baterías de segunda vida presente una tasa de crecimiento constante, en que se visualiza una estacionalidad marcada que disminuye en el primer trimestre de cada año e incrementa su valor en el tercer trimestre de cada año.

Finalmente, en la Tabla 6 se reúnen las ofertas totales esperadas para cada año en cuestión.

Tabla 6: Oferta anual conservadora pronosticada
Fuente: Elaboración propia, 2020

Año	2020	2025	2030	2035	2040
Oferta Total	32	363	736	1108	1480

7.8.3 Pronóstico optimista de la oferta futura

Se sabe de los análisis realizados anteriormente que la demanda por vehículos eléctricos en Chile puede verse potenciado por ciertos factores como la igualación del precio

de los vehículos eléctricos para el año 2024, o bien, el incentivo por parte del gobierno para la compra de este tipo de automóviles mediante políticas gubernamentales con el fin de mitigar el potencial impacto ambiental de los autos de combustión interna.

En el marco teórico se estudió el contexto internacional de los países líderes en electromovilidad, de lo cual, se determinó que uno de los factores más importantes que incentivan al crecimiento de la venta de vehículos eléctricos son las políticas gubernamentales, como, por ejemplo, disminución de los impuestos en la compra de los vehículos, utilización exclusiva de estacionamientos, implementación de recorridos con presencia importante de electrolinerías, uso exclusivo de carriles viales, entre otros.

En dicho sentido, Chile cuenta con un plan de electromovilidad, en el que se espera implementar iniciativas parecidas en el futuro próximo, además se tiene por objetivo que para el año 2050, el 40% de los vehículos livianos y medianos, en el parque automotriz total sean eléctricos.

Para el pronóstico optimista de la oferta, se busca establecer un factor multiplicativo que logre representar el efecto positivo sobre las políticas gubernamentales que se buscan establecer como incentivos a la compra de vehículos eléctricos.

7.8.3.1 Factor multiplicativo de políticas gubernamentales

Para identificar un factor multiplicativo se considerará el promedio de crecimiento anual que ha tenido cada país analizado en el marco teórico desde que han implementado políticas gubernamentales que incentiven el crecimiento de la electromovilidad.

En China, la implementación de políticas regulatorias comienza a regir de forma fundamental a partir del año 2012, desde entonces, el promedio de crecimiento anual sobre la compra de vehículos eléctricos ha sido de 146%.

En Estados Unidos, los incentivos por parte del gobierno comienzan a implementarse a partir del año 2005, a partir desde dicho año se ha experimentado un crecimiento promedio anual en la compra de vehículos eléctricos del 11%.

Por otro lado, en Noruega, la implementación de políticas gubernamentales inicia a partir del año 1990, desde esa fecha se experimenta un crecimiento promedio anual sobre la compra de vehículos eléctricos del 81%.

Por ende, como factor multiplicativo anual de crecimiento, se considera a la media de los promedios de crecimientos anuales de los países anteriores, que da como resultado 79% de crecimiento anual.

7.8.3.2 Resultados del pronóstico

Los resultados del pronóstico se obtienen a partir de la multiplicación del factor obtenido en el apartado anterior de 1,79 con el pronóstico conservador obtenido anteriormente, de esto se obtiene la Tabla 39 (Ver Anexo) donde se muestran los resultados trimestrales.

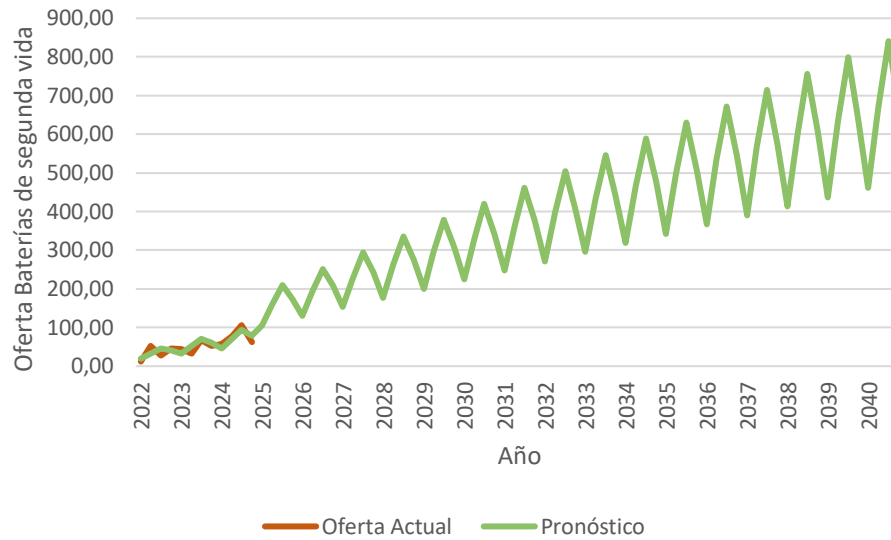


Figura 20: Pronóstico optimista de la oferta de baterías de segunda vida
(Fuente: Elaboración propia, 2020)

Se puede observar en la Figura 20, que, a diferencia del pronóstico conservador, se ve un crecimiento mucho mayor en cuanto a la cantidad de baterías que se esperan disponer en el mercado, sin embargo, el comportamiento de la oferta es similar, presentando el mismo patrón estacional observado.

En la Tabla 7, se reúnen las ofertas pronosticadas mediante la consideración optimista.

Tabla 7: Oferta anual optimista pronosticada
Fuente: Elaboración propia, 2020

Año	2020	2025	2030	2035	2040
Oferta Total	32	651	1317	1983	2648

7.9 Análisis de precios

A continuación, se desarrollará un análisis respecto a los precios de las baterías de litio nuevas en comparación a los precios que pueden llegar a tener las baterías de litio

reacondicionadas, en virtud de determinar la conveniencia económica de las baterías de segunda vida.

7.9.1 Evolución de precios de las baterías eléctricas de litio nuevas

Se sabe de apartados anteriores, que los precios de mercado de las baterías de litio nuevas se han reducido considerablemente debido a los avances tecnológicos que ha habido en la manufactura de baterías y en la utilización de nuevos componentes.

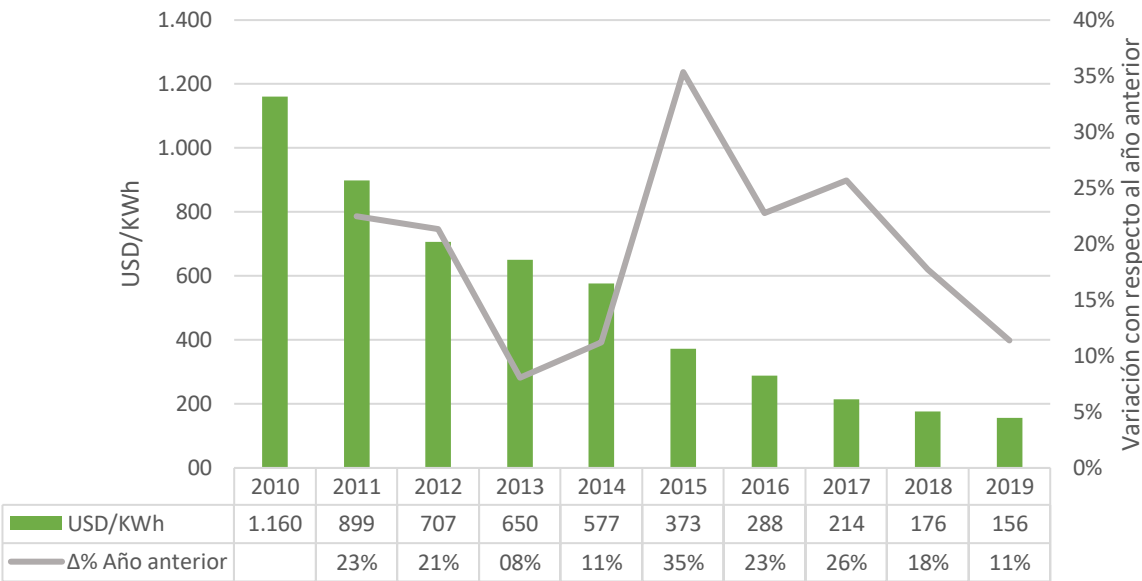


Figura 21: Evolución de precios de baterías ion litio.
(Fuente: A Behind the Scenes Take on Lithium-ion Battery Prices, Bloomberg New Energy Finance, 2019)

Como se puede observar en la Figura 20, el precio de las baterías ha disminuido radicalmente desde los comienzos de la década, donde el precio de las baterías registraba un valor de 1.160 USD/KWh en el año 2010 hasta alcanzar un valor aproximadamente 10 veces menor de 156 USD/KWh en el año 2019. Cabe mencionar que la mayor disminución de precio se presentó en el año 2015, con un 35% de variación con respecto al año anterior.

Según Bloomberg Energy Finance (2019), se puede estimar la reducción del precio de las baterías de ion litio según los datos históricos, a partir del cálculo de una tasa de aprendizaje del 18%, esto significa que, por cada duplicación del volumen acumulado de baterías producidas, se observa una reducción del 18% en el precio de estas. Dado lo anterior, se pronostica que para el año 2024 el precio de un pack de batería promedio sea de 94 USD/KWh y que para el año 2030 tenga un valor de 62USD/KWh (Ver Figura 21). Cabe mencionar, que estos son los precios de baterías promedio, ya que, muchas compañías manufactureras de vehículos eléctricos pueden lograr menores precios de mercado, o bien, precios mayores, lo que dependerá del diseño de cada batería y los componentes que utilizan.

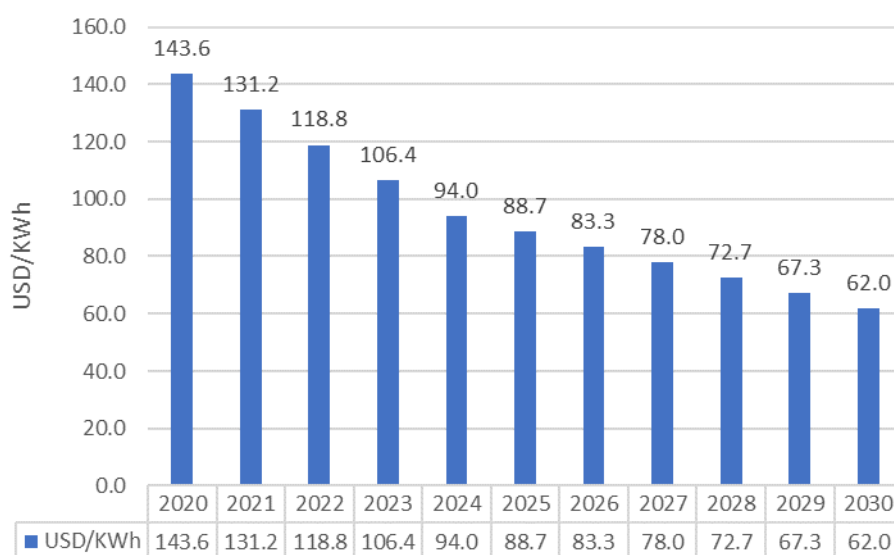


Figura 22: Pronóstico del precio de baterías de litio nuevas
(Fuente: A Behind the Scenes Take on Lithium-ion Battery Prices, Bloomberg New Energy Finance, 2019)

Por otra parte, se puede esperar que el precio de las baterías aumente, ya que, se encuentran sujetas a los precios de los commodities, según los componentes de los cuales se encuentra conformada la batería, que suelen ser litio, níquel, cobalto y aluminio. Sin embargo, el precio de dichos metales no afecta de manera significativa al precio de las

baterías. Por ejemplo, si el precio del litio aumentara en un 50%, incrementaría el precio de un pack de batería de litio NMC¹⁸ en menos de un 4% (Bloomberg New Energy Finance, 2019).

7.9.2 Estimación de precios de las baterías eléctricas de Litio de segunda vida

Para la estimación de los precios de las baterías de segunda vida, se hará un análisis sobre los proyectos de Net Billing, ya que, uno de los potenciales clientes que pueden tener las baterías de segunda vida son los consumidores que realizan proyectos de energía renovable para la disminución de los gastos eléctricos. Por esta razón, se busca determinar el costo involucrado en el proceso de adherirse a la Ley de generación distribuida, así como también, el costo del equipamiento necesario para el proyecto, tales como, paneles solares, inversor, entre otros. Así se puede calcular el costo total asociado en la generación de un proyecto Net Billing, y de dicha manera se puede encontrar el precio que debería tener una batería de segunda vida para que sea competitivo y que permita capturar a ese tipo de clientes.

7.9.2.1 Consumo eléctrico promedio de las viviendas

En primer lugar, se debe determinar cuál es el consumo eléctrico mensual promedio, para lograr identificar un equipamiento solar acorde que permita disminuir los gastos eléctricos de un hogar lo máximo posible.

Según la Comisión Nacional de Energía (2020), el consumo eléctrico residencial por cliente en Chile es de 1.948,7 KWh/año, esto significa que en promedio existe un consumo de 162,4 KWh/mes por cada vivienda.

¹⁸ Tipo de batería de litio cuyos cátodos se encuentran formados por capas de níquel, manganeso y cobalto.

7.9.2.2 Costo del equipamiento solar necesario

Como se mencionó anteriormente, se necesita disponer de un equipamiento solar que permita hacer frente a un consumo de 162,4 KWh mensuales en promedio por cada vivienda a nivel país.

Según Kuhn (2017), compañía comercializadora de soluciones para la producción de energía solar, estima que un kit solar On grid¹⁹ de 1,5 KW monofásico es capaz de generar al año entre 2100 - 2250 KWh, lo que significa que mensualmente es capaz de generar entre 175 - 187,5 KWh, que alcanzaría a cubrir las necesidades de consumo eléctrico mensual en una vivienda promedio chilena. En cuanto a las horas de generación de energía solar, estas se producen en mayor medida entre las 9 am y 6 pm (Asociación Chilena de Energía Solar, 2016), siendo las horas fuera de este rango en las que probablemente se necesite la utilización de la energía proveniente de la red de distribución eléctrica, por ende, considerando que cada día se produce energía solar eléctrica durante 9 horas, se utilizarían solamente 15 horas diarias de la red de distribución eléctrica, lo que es equivalente a 450 horas mensuales.

En la Tabla 8, se observan los costos correspondientes a los componentes de un kit solar On grid de 1,5 KW monofásico, contando también con los costos asociados a la instalación y los costos asociados a la tramitación SEC para la regularización de la Ley de Net Billing. Cabe mencionar que los costos se muestran con IVA incluido y en moneda CLP.

Tabla 8: Costo asociado a la instalación de paneles solares para Net Billing.

Fuente: Kit Fotovoltaico 1500W On-Grid, Kuhn, 2020.

¹⁹ On grid se refiere a un sistema de generación eléctrica fotovoltaica que se encuentra directamente conectado a la red de distribución eléctrica.

Componentes		Costo [CLP]
Kit 1,5 KW Monofásico	1 Inversor Monofásico OMNIK	\$1,084,070
	1 Kit WiFi para Inversor OMNIK	
	6 Paneles Fotovoltaicos KUHN 275Wp	
	1 Estructura de Aluminio	
	7 Mts de cable solar color rojo	
	17 Mts de cable solar color negro	
	1 Par de conectores MC4	
	Equipos Certificados SEC	
Tramitación SEC Net Billing	-	\$357,000
Instalación del Sistema	-	\$763,775
Costo Total [CLP]		\$2,204,845

7.9.2.3 Resultado de la estimación de precio de la batería de segunda vida

Primero que todo, es necesario identificar si una batería de segunda vida es capaz de hacer frente al consumo promedio mensual de las viviendas en Chile. Para esto se considerará la batería incorporada en el modelo de automóvil eléctrico Nissan Leaf, ya que, este es uno de los modelos que más se venden en Chile en la actualidad. La batería del modelo Nissan Leaf cuenta con una capacidad de almacenamiento de 40 KWh (Nissan, 2020), sin embargo, considerando que las baterías en su segunda etapa de vida disminuyen su capacidad a un 80% de la original según lo estudiado en el marco teórico, se espera que la capacidad de almacenamiento de una batería de este tipo en segunda vida sea de 32 KWh.

Teniendo en cuenta que el consumo mensual promedio de las viviendas en Chile es de 162,4 KWh/mes, esto significa, que para que una batería de Nissan Leaf en segunda vida pueda soportar esa demanda energética debe ser cargada 5 veces en el mes. Por ende, la cantidad de horas mensuales que se necesitaría ocupar la red de distribución eléctrica para la carga de la batería sería de 55 horas mensuales, considerando para cargar una batería de Nissan Leaf completamente desde un conector residencial se necesitan 11 horas (POD Point, 2020). Entonces, se puede concluir que una batería puede hacer frente al consumo mensual

promedio de una vivienda chilena, al igual que mediante generación fotovoltaica, e incluso convendría más dado que solo se utilizarían 55 horas mensuales de la energía proveniente de la red de distribución eléctrica a diferencia de las 450 horas mensuales que un sistema fotovoltaico ocupa de la red.

Finalmente, considerando todos los factores analizados, se llega a la conclusión de que una batería de segunda vida de 32 KWh debe tener un precio menor o igual a CLP 2.204.845. Se tiene que el precio del dólar estadounidense equivale a CLP 773,3 al día 23 de noviembre de 2020, lo que significa que el precio de una batería de segunda vida equivale a 89,1 USD/KWh.

Con respecto al precio de las baterías nuevas, este se mantiene competitivo hasta el año 2024, ya que, a partir del año 2025, el precio de una batería nueva pasa a ser menor que el de una batería de segunda vida según la estimación realizada recientemente. Por lo tanto, para que las baterías de segunda vida conserven su ventaja competitiva sobre las baterías nuevas, debe al menos igualar su precio a partir del año 2025.

A continuación, en la Figura 23 se muestra un gráfico de cómo debe ser la evolución de precios de las baterías de segunda vida.

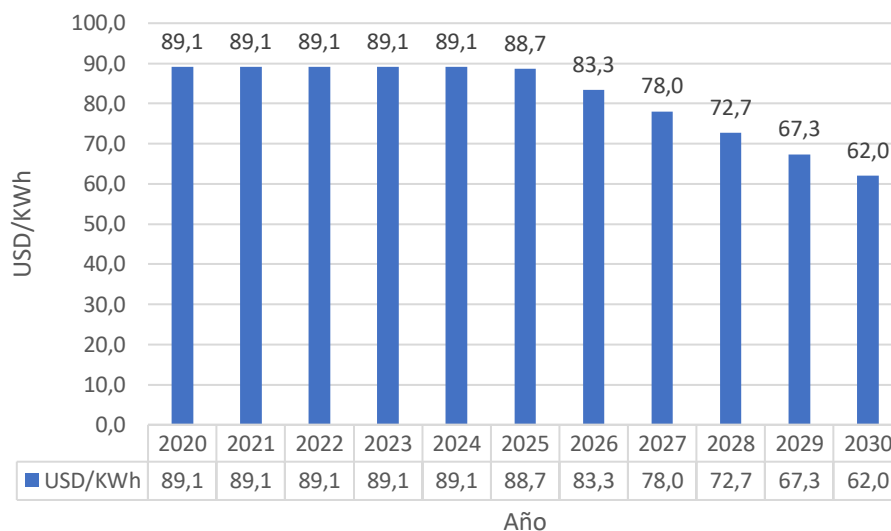


Figura 23: Evolución de precios baterías de segunda vida
(Fuente: Elaboración propia, 2020)

7.10 Análisis de ciclo de vida

Se busca investigar acerca del ciclo de vida de ambos tipos de baterías en estudio, las baterías nuevas de fábrica y las baterías que han finalizado su ciclo de vida en automóviles eléctricos, a modo de determinar las expectativas de vida de ambos tipos y realizar una comparación acerca de su conveniencia en relación con el precio esperado de cada una.

7.10.1 Ciclo de vida de batería nueva

El ciclo de vida de una batería de litio nueva se ve condicionado a factores externos que inciden directamente en cuanto se puede extender la durabilidad de la batería, entre dichos factores se encuentra la temperatura de operación óptima que debe ser de 25° C, las cargas de alto voltaje y el desvanecimiento de capacidad.

Para determinar la duración de las baterías de litio nuevas, se considerarán las garantías de marcas reconocidas en la fabricación de baterías solares. Cabe mencionar, que las baterías solares son aquellas que son conocidas por su utilización en aplicaciones de almacenamiento energético residencial, que para la maximización de su eficiencia energética se utilizan en conjunto con paneles solares, sin embargo, esto no quiere decir que las baterías solares no puedan utilizarse de manera independiente y únicamente conectadas a la red para el ahorro de energía.

Según Solar Reviews (2020), los siguientes modelos son los más reconocidos en el mercado de almacenamiento de energía residencial:

- **LG Chem RESU:** Presenta una capacidad de almacenamiento de 9,3 KWh y una garantía de 10 años de funcionamiento.
- **Tesla Powerwall:** Presenta una capacidad de almacenamiento de 13,5 KWh y una garantía de 10 años de funcionamiento.
- **Sonnen Ecolinx:** Presenta una capacidad de almacenamiento de 12 KWh y una garantía de 15 años de funcionamiento.
- **BYD Battery Box H-10:** Presenta una capacidad de almacenamiento de 10,25 KWh y una garantía de 10 años de funcionamiento.

Como se puede apreciar de lo anterior, las baterías más reconocidas en el mercado de almacenamiento de energía residencial presentan capacidades de almacenamiento similares, llegando a la conclusión de que se tiene un promedio de vida útil de 11,25 años para las baterías nuevas.

7.10.2 Ciclo de vida de batería de segunda vida

El ciclo de vida de una batería de segunda vida depende directamente de la demanda energética que la batería debe satisfacer, dado que, con el pasar del tiempo la batería va perdiendo SOH, esto quiere decir que su capacidad sigue disminuyendo a medida que realiza una mayor cantidad de ciclos de carga y descarga, por ende, si su capacidad disminuye a un punto en que no puede satisfacer la demanda energética, entonces no es capaz de seguir cumpliendo su función y su ciclo de vida se verá terminado.

Para determinar el ciclo de vida de una batería de segunda vida, se utiliza como referencia un estudio en el que se investiga el caso de la utilización de una batería de 24 KWh, ya en su segunda vida, es decir, que los 24 KWh corresponden a el 80% de su SOH (Canals, Amante, & Canal, 2019). En dicho estudio, se analiza un caso en que la batería se utiliza como almacenamiento energético residencial, que busca satisfacer una demanda diaria de 6 KWh, similar a la demanda diaria de Chile de 5,4 KWh promedio (Comisión Nacional de Energía, 2020). Los resultados indican que la batería comienza a presentar problemas luego de que ha alcanzado un 40% del SOH, por lo que, ese se considera como el punto de fin de ciclo de vida, cuando la batería tiene un total de 12 KWh restantes de capacidad. El tiempo en que se demora en disminuir su capacidad hasta dicho punto es en un total de 11,6 años.

El estudio de Canals, Amante & Canal (2019), también analiza un escenario, en que se utiliza la misma batería, pero en el que se requiere un consumo energético diario superior de 11 KWh diarios. En este escenario, el fin de ciclo de vida se alcanza al 60% del SOH de la batería, es decir cuando la batería tiene 18 KWh de capacidad restante, ya que, empieza a

presentar fallas luego de eso. El tiempo que se demora en alcanzar el fin de ciclo de vida en este caso es en 4,7 años.

A modo de conclusión, se puede establecer que el ciclo de vida de la batería de segunda vida depende en gran parte de la utilización que se le busca dar y de la demanda energética que busca satisfacer. Para los propósitos de este estudio, se considerará que la durabilidad de la batería de segunda vida sea de 11,8 años, dado que, en ese escenario las condiciones de consumo energético se asemejan más a la demanda energética promedio por vivienda de Chile, que corresponden a los potenciales clientes que se consideran en el estudio.

7.11 Comparación de precio y tiempo de vida según tipo de baterías

Con el fin de identificar cual tipo de batería tiene el mejor potencial en relación con su precio de compra y su vida útil, se utilizará una razón de precio-ciclo de vida que consiste en la razón entre el precio de la batería y su duración de ciclo de vida. De este modo, aquella batería que presente una menor razón precio-ciclo de vida es la que resulta más conveniente a la hora de su compra.

A continuación, en la Figura 24 se muestra la razón precio-ciclo de vida de las baterías de litio nuevas hasta el año 2030.

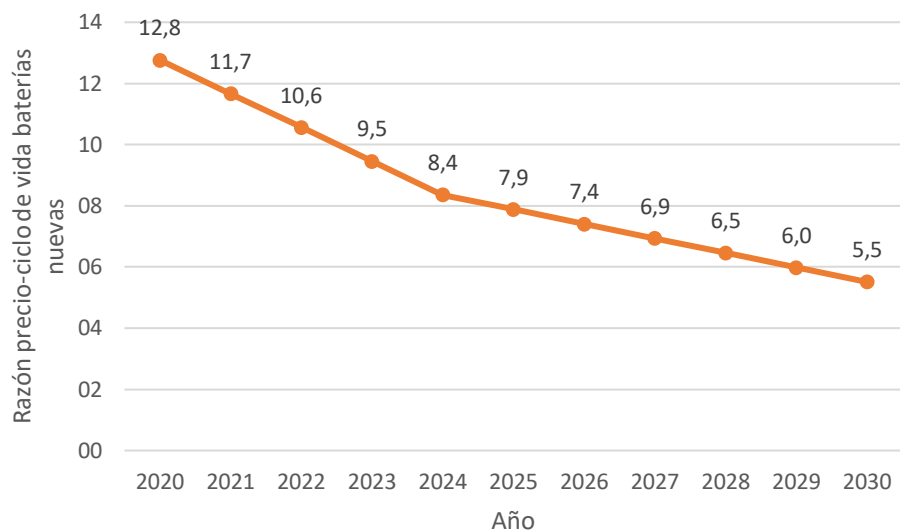


Figura 24: Relación precio-ciclo de vida de baterías de litio nuevas
(Fuente: Elaboración propia, 2020)

Por otra parte, en las Figura 25 se muestra la relación precio-ciclo de vida de las baterías de litio de segunda vida hasta el año 2030.

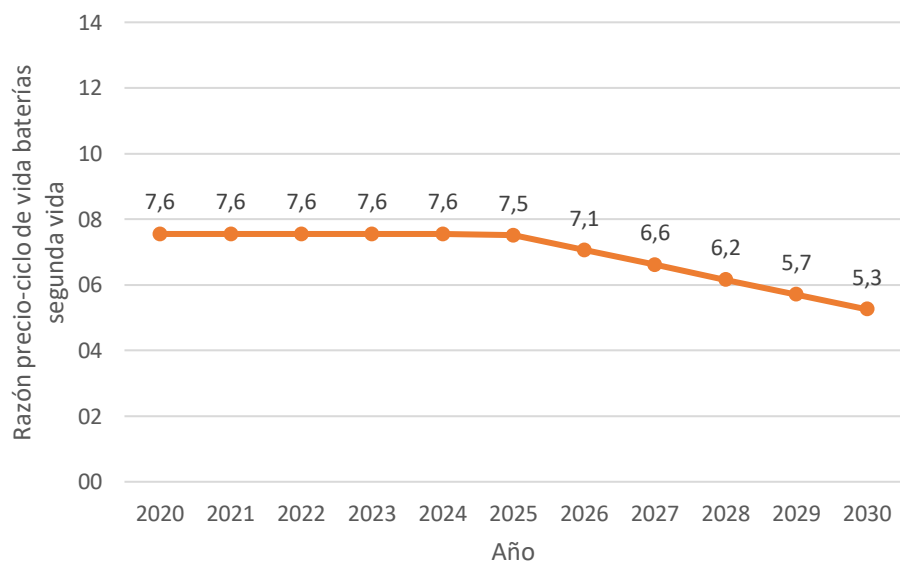


Figura 25: Relación precio-ciclo de vida de baterías de litio de segunda vida
(Fuente: Elaboración propia, 2020)

Al comparar la relación precio-ciclo de vida de ambas baterías, se puede notar principalmente que el resultado de conveniencia de las baterías de segunda vida es

significativamente menor en el periodo de 2020 hasta 2024, y que años posteriores a eso pasan a ser relativamente similares con la conveniencia de compra de baterías de litio nuevas. Sin embargo, se destaca que las baterías de litio de segunda vida presentan una mejor relación precio-ciclo de vida durante todos los periodos analizados, por lo que se llega a la conclusión de que son más beneficiosas que las baterías de litio nuevas.

7.12 Propuesta de modelo de negocio para venta de baterías de segunda vida

En el siguiente apartado se busca realizar una propuesta de modelo de negocio para la venta de baterías de segunda vida, para aquellos inversionistas o emprendedores que se encuentren interesados en el atractivo de esta industria. Para esto se utilizará el modelo Canvas creado por Alexander Osterwalder.

7.12.1 Asociaciones clave

Las asociaciones entre empresas sirven para establecer acuerdos de colaboración que permitan generar sinergias entre los involucrados cuyo fin sea la disminución de costos y recursos.

En el caso de una empresa encargada de la comercialización de baterías de segunda vida, el principal socio clave corresponde a los proveedores de baterías para su segundo uso de vida. Como fue estudiado en el análisis de las cinco fuerzas de Porter, los proveedores de las baterías serían directamente las empresas productoras de vehículos eléctricos, esto se debe al hecho de que la ley REP establece que estas empresas deben hacerse cargo del financiamiento de la recolección de las baterías en desuso. Por ende, este tipo de socio pasa a ser fundamental para el funcionamiento de un negocio de este tipo, dado que, ellos son quienes directamente deben vender las baterías y quienes brindarán la oportunidad de

reacondicionar las baterías para su posterior comercialización. Por lo que se busca establecer acuerdos comerciales para fortalecer la relación con este tipo de empresas, como, por ejemplo, que se les entregue un porcentaje de la venta de baterías de segunda vida, o bien, que se fije un precio de compra rentable económicamente para ambos involucrados. Se debe considerar también, que para el socio es más conveniente vender las baterías u obtener un porcentaje del ingreso que no hacerlo, pues, en el caso de que no esté dispuesto a venderlas deberá hacerse cargo del reciclaje de las baterías, que es un costo más que un beneficio.

Cabe mencionar, que aquellos emprendedores que busquen desarrollar un negocio de baterías de segunda vida y que sean empresas productoras de automóviles, no necesitarían establecer una asociación clave con empresas automotrices, dado que, serían sus propios proveedores.

Por otra parte, una asociación clave que se puede establecer es con empresas que se encarguen del reacondicionamiento de baterías, de esta manera, no se deberá generar el conocimiento técnico necesario para empezar a realizar esta actividad desde cero, y se contará con profesionales expertos en la temática desde un principio.

7.12.2 Estructura de costos

Los costos considerados en un negocio de baterías de segunda vida considera principalmente, el costo de compra de una batería al finalizar su vida útil en vehículos eléctricos (valor residual), el costo de realizar testeos con el objetivo de determinar el SOH de las baterías, entre los que se encuentran mecánicos (caída, penetración, inmersión y crushing), eléctricos (cortocircuito interno y externo, sobrecarga y descarga), ambientales (shocks térmicos, fuego, temperaturas extremas) y químicos

(emisiones y flamabilidad), además de los testeos se deben considerar los costos de la reconfiguración de los packs y módulos de las baterías, así como también, la instalación de un nuevo sistema de gestión de temperatura y carga de la batería (Union of Concerned Scientists, 2020). Cabe mencionar que se omitirán los costos de transporte a fábrica de reprocesamiento, y se asumirá que el reacondicionamiento de las baterías se hará en dependencias propias.

De esta manera, se analiza primero el valor residual de las baterías que han finalizado su vida útil, para esto se utilizan datos del estudio de Martinez-Laserna et al (2018), y se realiza una estimación a partir de una regresión lineal que considera una relación entre el costo de la batería nueva y el valor residual promedio (el estudio considera distintos escenarios). Así, es posible saber el valor residual según el precio de venta en USD/KWh que tiene una batería nueva. Para el cálculo de la regresión lineal, se utilizaron los datos de la Tabla 40 (Ver Anexo).

A continuación, en la Ecuación 5 se muestra la fórmula para el cálculo del valor residual, según el precio de compra de la batería nueva:

$$\text{Valor Residual} = \text{Precio Batería Nueva} * 0,4075 - 16,375 \quad (5)$$

En la Figura 26, se muestran las estimaciones correspondientes a los valores residuales realizadas a partir de la Ecuación 5 hasta el año 2030, según los precios de compra de baterías nuevas obtenidos anteriormente, que fueron representados en la Figura 22:

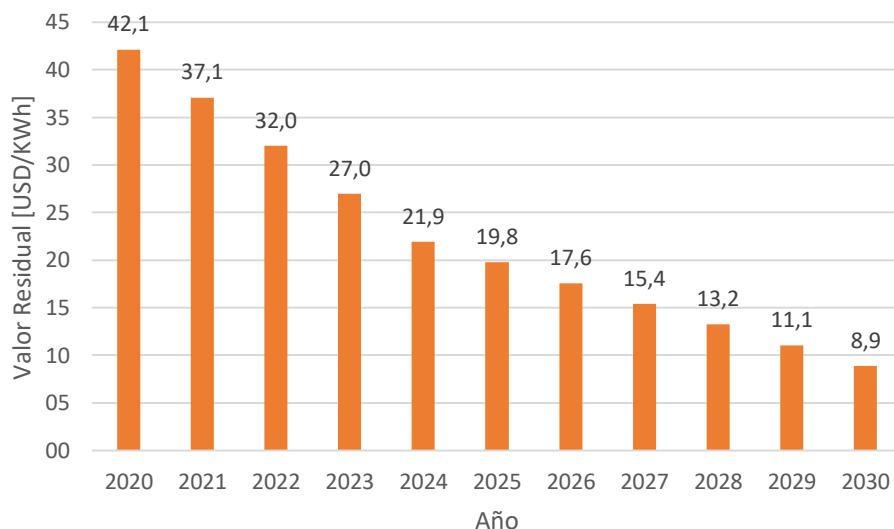


Figura 26: Valor residual de baterías según precio de batería nueva
(Fuente: Elaboración propia, 2020)

Posteriormente, es necesario determinar el costo de reacondicionamiento de las baterías al finalizar su vida útil. Para esto según datos recabados del estudio de Martinez-Laserna et al (2018), mostrados en la Tabla 41 (Ver Anexo), se realiza una estimación a partir de una regresión lineal, de la misma manera en que se estimó el valor residual de las baterías. Es importante mencionar, que dentro de estos costos se encuentran las pruebas de SOH, reconfiguración de packs y módulos, así como también, de instalación de nuevos sistemas de temperatura, carga y de gestión, considerando además el recurso humano necesario.

A continuación, en la Ecuación 6, se expone la fórmula para el cálculo del costo de reacondicionamiento de baterías, según el precio de compra de la batería nueva:

$$\text{Costo Reacondicionamiento} = \text{Precio Batería Nueva} * 0,09 + 16,75 \quad (6)$$

Posteriormente, se plasman los resultados de los costos de reacondicionamiento hasta el año 2030, en la Figura 27, a partir de los datos recabados en la Figura 22:

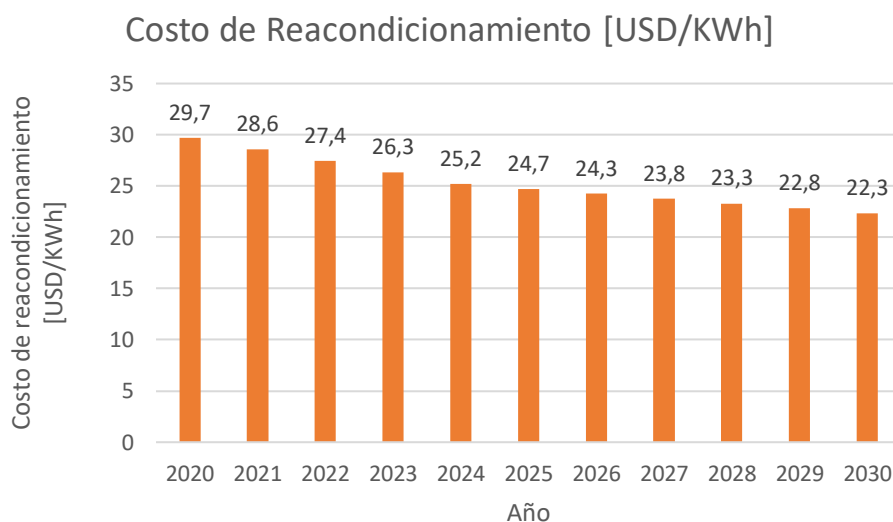


Figura 27: Costo de reacondicionamiento según precio de batería nueva.
(Fuente: Elaboración propia, 2020)

7.12.3 Propuesta de valor

Implementar la comercialización de baterías de segunda vida provenientes de la electromovilidad, con el fin de reducir los gastos de electricidad de los clientes, así como también, brindar un soporte energético que sirva como respaldo ante cortes del suministro eléctrico. Además, se busca reducir el impacto medioambiental generado por la mala gestión de reciclaje de las baterías que han finalizado su funcionalidad en vehículos eléctricos.

7.12.4 Relaciones con clientes

La relación ideal que se debería tener con los clientes es personalizada, esto se debe a los distintos requerimientos que puede presentar cada cliente, al presentar distintos segmentos identificados, como los clientes residenciales, entre los que se encuentran aquellos clientes electrodependientes, o bien, distribuidoras eléctricas, así como también, clientes del tipo Net Billing, o también, clientes comerciales. Cada uno de estos clientes, puede presentar distintas necesidades, por lo que, a cada uno se les debe brindar una atención especializada. Además, el producto que se está comercializando, es sumamente específico, es decir, que requiere de conocimientos técnicos amplios para ser controlados, por lo que, si los productos presentan algún tipo de fallas, es necesario atender este tipo de problemas de manera independiente, ya que, las soluciones que se deben entregar pueden ser variadas dependiendo del problema que se identifique.

7.12.5 Actividades clave

Las actividades clave que debe desarrollar una empresa que comercialice baterías de segunda vida consiste en primer lugar, en la recolección de baterías en desuso, es decir, que se deben comprar las baterías en desuso recolectadas por los proveedores. Posteriormente, se deben reacondicionar las baterías, para lo que, en primera instancia se debe acudir a expertos capaces de ejecutar dicho proceso, luego se deben desmontar las baterías y a continuación se deben realizar todas las pruebas sobre el estado de vida de la batería para comprobar su correcto funcionamiento, siguiendo, se debe realizar la reconfiguración de packs y módulos de las baterías y por último la instalación de sistemas de carga, temperatura y de gestión. Para

finalizar, luego de que las baterías se encuentran reacondicionadas pueden pasar al proceso de venta.

7.12.6 Recursos clave

Los recursos fundamentales para la ejecución correcta del negocio son las baterías de ion litio en desuso extraídas de la electromovilidad, y el recurso humano necesario para el desmantelamiento y reacondicionamiento de dichas baterías, así como los materiales necesarios para brindar dicha reconfiguración, como sistemas de carga, temperatura y gestión, que son claves para el correcto funcionamiento de las baterías de segunda vida. Además, es importante considerar el recurso humano necesario para el posterior marketing y venta de las baterías de segunda vida.

7.12.7 Estructura de ingresos

La estructura de ingresos de una empresa comercializadora de baterías de segunda vida dependerá de cuatro factores importantes. En primer lugar, se debe considerar el precio de venta de las baterías de segunda vida, que fueron expuestas anteriormente en la Figura 23, dado que, los precios van variando a medida que transcurre el tiempo. Por otra parte, se debe considerar la oferta de las baterías de segunda vida, que fue estimada anteriormente en la Figura 19 y en la Figura 20, a partir de un pronóstico conservador y optimista. También, se debe considerar la participación de mercado que la empresa logre obtener, pues, de aquello dependerá la cantidad de baterías de segunda vida que puede ofrecer la empresa al mercado. Por último, se debe considerar la capacidad de carga que tienen las baterías de segunda vida, dado que, de dicho factor dependerá su precio de venta al mercado.

7.12.8 Segmentos de mercado

Tal como fue identificado en el análisis de las 5 fuerzas de Porter, se lograron identificar dos tipos de clientes. El primer segmento corresponde a los clientes residenciales, entre los que se encuentran los clientes electrodependientes, o bien, distribuidoras de electricidad, los cuales requieren de un suministro de energía constante y buscan evitar cortes de suministro eléctrico dadas los riesgos a los que se pueden ver afectados, y también, se encuentran los clientes del tipo Net Billing, que son personas que están dispuestas a la creación de proyectos de eficiencia energética con el fin de reducir sus gastos en electricidad. Por otra parte, el segundo segmento corresponde a los clientes comerciales, entre los que se consideran a empresas que busquen disminuir sus gastos energéticos, así como también, que busquen implementar sistemas de almacenamiento de energía con el fin de reducir el riesgo de cortes del suministro eléctrico, para la protección de datos y la estabilidad del negocio.

7.12.9 Canales

Se busca en primer lugar establecer contacto directo con el cliente, de esta forma, se puede identificar cuáles son las necesidades de cada uno de ellos, y recomendar la compra de un producto acorde a los requerimientos de demanda energética que necesite. En este sentido, se busca el establecimiento de una tienda física propia, a la que el cliente pueda recurrir para escoger el producto que necesite.

Por otra parte, se recomienda el establecimiento de un canal de venta online, en que se desarrolle una página web, que muestre todos los productos de los cuales dispone la empresa, en que se detallen las especificaciones técnicas, de esta manera, aquellos clientes

que tienen conocimientos más avanzados sobre la temática de baterías y requerimientos energéticos pueden optar por esta opción y generar sus compras a través de este medio.

Es importante considerar un canal de distribución de las baterías, para aquellos clientes que deseen que la entrega de los productos se realice directamente a sus hogares.

Además, es fundamental que se cuente con un servicio de post venta, de esta manera se puede establecer un contacto especializado y directo con aquellos clientes que hayan presentado algún problema con los productos. A través de este canal, se busca resolver todas las dudas que tengan los clientes, así como también, realizar las gestiones necesarias para la solución de los problemas que se presenten, de modo que se pueda satisfacer los requerimientos del cliente, y generar valor a partir de aquello.

Finalmente, en la Figura 28, se resume el modelo Canvas para un negocio basado en la comercialización de baterías de segunda vida:

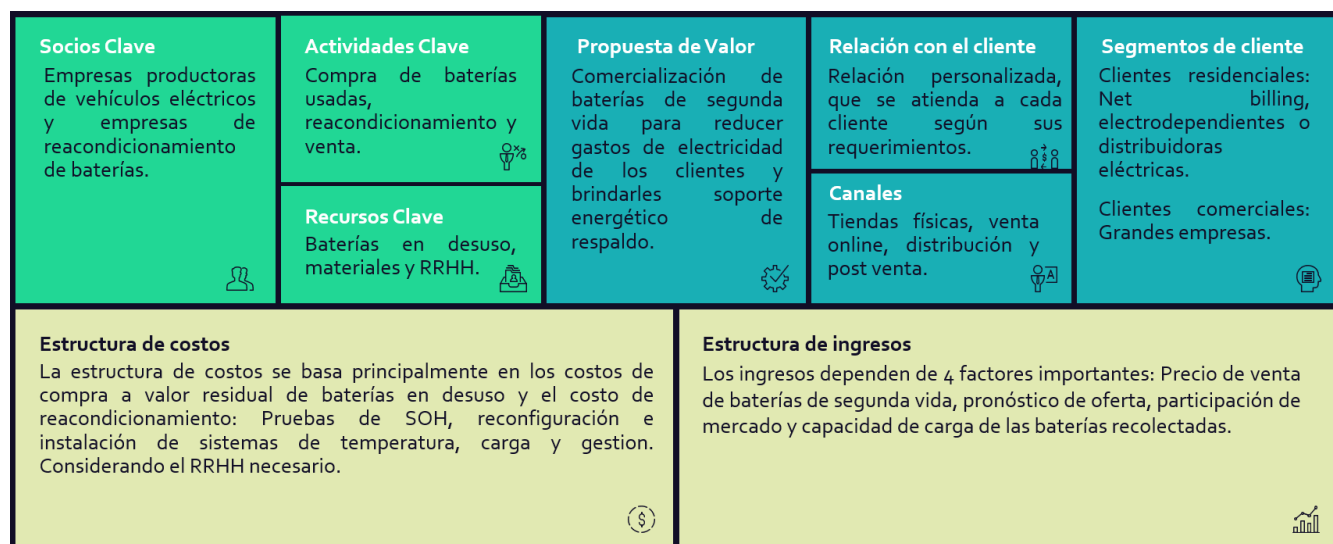


Figura 28: Modelo Canvas para negocio de baterías de segunda vida.
(Fuente: Elaboración propia, 2020)

7.13 Evaluación económica sobre la venta de baterías de segunda vida

Luego de haber realizado todos los análisis anteriores, sobre demanda, oferta, precios y costos, es posible desarrollar evaluaciones económicas de diferentes casos mediante la realización de flujos de caja y la utilización de herramientas de evaluación económica como el VAN y TIR. Los diferentes casos que se plantearán, se verán sujetos a los pronósticos conservadores y optimistas de la oferta de baterías, ya que, en el análisis de demanda se pudo determinar que la cantidad de posibles demandantes es mucho más alta que la oferta estimada. Por otra parte, los casos también se elaborarán en base a la participación de mercado que logren obtener los respectivos vendedores de baterías de segunda vida, ya que, esto modificará la oferta de baterías que es capaz de vender, y que podría afectar al VAN del caso. Finalmente, el análisis de los casos también se realizará en base al tipo de financiación que se escoja.

Cabe destacar, que el análisis económico de los casos es de prefactibilidad, por lo que, no se consideraran ciertos costos que podrían tener una implicancia mayor en el desarrollo de un negocio de baterías de segunda vida.

Entre los supuestos que se realizarán se encuentran los siguientes aspectos:

- Los costos de mano de obra se consideran en el costo de reacondicionamiento calculado anteriormente.
- Los costos de transporte se consideran nulos, ya que, se asume que el reacondicionamiento se realiza en dependencias propias.
- En los casos de financiamiento a través de crédito se considerará un plazo de pago del préstamo a largo plazo de 10 años, al ser un periodo de tiempo común para la solicitud

de créditos en los bancos del país. Por otra parte, en los cálculos de amortización se utilizará la modalidad de cuotas iguales. En último lugar, se considerará un financiamiento del 80% de la inversión para estos casos, al ser el tipo de financiamiento común en los bancos chilenos.

- Se realiza el supuesto de que el precio de las baterías de segunda vida a partir del año 2030 sigue disminuyendo con una tasa de aprendizaje del 18%.
- Para el flujo de caja se usará una tasa de impuesto a la renta de 27%.
- Se considerará como periodo inicial al año 2020.
- Se utilizará como moneda el USD, ya que, al ser del tipo dura no es afectada por efectos inflacionarios.
- La capacidad de las baterías que se considerará en el análisis será de 32 KWh, al ser de las más comunes en el mercado chileno existente.

De esta manera, se busca realizar un análisis bastante simplificado pero que permite obtener una aproximación sobre la rentabilidad económica del negocio de baterías de segunda vida.

7.13.1 Determinación de la tasa de descuento

Para el cálculo de la tasa de descuento, se utilizará el modelo CAPM, que se representa mediante la Ecuación 7:

$$R_i = R_f + \beta * (R_m - R_f) \quad (7)$$

- En primer lugar, se busca el valor de R_f , que es la tasa libre de riesgo, para lo cual se considera la utilización de las tasas de bonos en UF a 10 años., al ser la opción de menor riesgo, la cual tiene un valor de 3,07% (Investing, 2020).
- Por otra parte, el valor de β se obtiene de la industria de equipamiento eléctrico, que, si bien es de Estados Unidos, se asume como similar a la de Chile. Este tiene un valor de 1,44 (New York University, 2020).
- Finalmente, R_m que es la rentabilidad del mercado, se obtiene a partir de la variación del índice IGPA, uno de los principales índices bursátiles de Chile, en los últimos 5 años, dando como resultado un 10,81%.

Al realizar los cálculos respectivos sobre la Ecuación 7, se obtiene que la tasa de descuento da como resultado 14,22%.

7.13.2 Inversión necesaria

Con ayuda de la herramienta proporcionada por National Renewable Energy Laboratory (2020), que consiste en un Excel que proporciona de manera inmediata los costos de inversión necesarios para implementar un negocio de reacondicionamiento de baterías, es posible calcular la inversión necesaria en el equipamiento requerido para el reacondicionamiento de baterías.

Para realizar este cálculo se necesita estimar cuál debe ser la cantidad de KWh que deben ser procesadas en la planta anualmente. Para esta estimación, es necesario conocer cuántos KWh se procesarán en el último año del horizonte de planificación, es decir, el año 2040, de manera que, no se necesiten hacer expansiones de capacidad en la planta.

7.13.2.1 Inversión necesaria caso conservador

En cuanto al caso conservador, se espera que para el año 2040 haya una oferta de 1480 baterías. Considerando que las baterías de vehículos eléctricos más comunes son de 32 KWh, entonces la capacidad que debe tener la planta debe ser de 47.360 KWh/año.

Los resultados que entrega la herramienta mencionada anteriormente son mostrados en la Tabla 9:

Tabla 9: Inversión necesaria caso conservador.
Fuente: Elaboración propia, 2020.

Categoría	Descripción	Cantidad [Un]	Costo unitario [USD/Un]	Costo total [USD]
Equipamiento de pruebas	Canales de prueba	2	\$ 20.000	\$ 40.000
	Hardware CAN	2	\$ 160	\$ 320
	Computadores	1	\$ 3.000	\$ 3.000
Manejo de materiales	Correas transportadoras	45	\$ 50	\$ 2.250
	Bandejas de Almacenamiento	2	\$ 100	\$ 200
	Máquina elevadora	1	\$ 7.000	\$ 7.000
	Estaciones de trabajo	5	\$ 500	\$ 2.500

En base a lo anterior se obtiene que es necesaria una inversión total de USD 55.270.

7.13.2.2 Inversión necesaria caso optimista

Para el caso optimista se espera que para el año 2040 haya una oferta de 2648 baterías, eso significa que la capacidad de la planta debe ser de 84.736 KWh/año, teniendo en cuenta que las baterías son de 32 KWh.

Los resultados para la inversión necesaria en dicho caso se muestran en la Tabla 10:

Tabla 10: Inversión necesaria caso optimista

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Categoría	Descripción	Cantidad [Un]	Costo unitario [USD/Un]	Costo total [USD]
Equipamiento de pruebas	Canales de prueba	3	\$ 20.000	\$ 60.000
	Hardware CAN	3	\$ 160	\$ 480
	Computadores	1	\$ 3.000	\$ 3.000
Manejo de materiales	Correas transportadoras	60	\$ 50	\$ 3.000
	Bandejas de Almacenamiento	4	\$ 100	\$ 400
	Máquina elevadora	1	\$ 7.000	\$ 7.000
	Estaciones de trabajo	7	\$ 500	\$ 3.500

Por ende, la inversión necesaria en el caso optimista es de un total de USD 77.380.

7.13.3 Determinación de la tasa de interés

Según el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (2019), la tasa promedio de los créditos para las empresas chilenas es de 11,6% anual, por ende, se utilizará dicha tasa para el cálculo de la amortización e interés a pagar, en los casos conservador y optimista.

7.13.4 Cálculo de la amortización e interés a pagar

Como se mencionó anteriormente, para los casos con financiamiento bancario, se considerará una tasa de interés de 11,6% anual, así como también, un financiamiento del 80% de la inversión y un plazo de 10 años para el pago del préstamo.

7.13.4.1 Amortización caso conservador

Para este caso, se considera una inversión necesaria de USD 55.270, por ende, si se financiará un crédito por el 80% de la inversión, el monto que es necesario amortizar corresponde a USD 44.216.

En primer lugar, se deben calcular las cuotas que se deben pagar. Como la modalidad es por cuotas iguales, entonces se procede a obtener el payment, que da como resultado una cuota de USD 7.697,8 anual.

A continuación, en la Tabla 11, se muestran los resultados de la amortización y el interés a pagar para el caso conservador de la oferta.

Tabla 11: Amortización e intereses caso conservador.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Saldo Adeudado	\$44.216	\$41.647	\$38.780	\$35.581	\$32.011	\$28.026	\$23.579	\$18.617	\$13.078	\$6.898	\$0
Amortización	-	\$2.569	\$2.867	\$3.199	\$3.570	\$3.985	\$4.447	\$4.963	\$5.538	\$6.181	\$6.898
Interés	-	\$5.129	\$4.831	\$4.499	\$4.127	\$3.713	\$3.251	\$2.735	\$2.160	\$1.517	\$800
Cuota	-	\$7.698	\$7.698	\$7.698	\$7.698	\$7.698	\$7.698	\$7.698	\$7.698	\$7.698	\$7.698

7.13.4.2 Amortización caso optimista

En este caso, la inversión necesaria es de USD 77.380, por lo tanto, como el crédito considera el 80% de la inversión, el monto que deberá ser amortizado corresponde a USD 61.904.

Considerando el valor anterior, el cálculo del payment da como resultado una cuota anual de USD 10.777,2.

Los resultados de la amortización y el interés a pagar para el caso optimista de la oferta se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12: Amortización e intereses caso optimista.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Saldo Adeudado	\$61.904	\$58.308	\$54.294	\$49.815	\$44.816	\$39.238	\$33.012	\$26.064	\$18.310	\$9.657	\$0
Amortización	-	\$3.596	\$4.014	\$4.479	\$4.999	\$5.579	\$6.226	\$6.948	\$7.754	\$8.653	\$9.657
Interés	-	\$7.181	\$6.764	\$6.298	\$5.779	\$5.199	\$4.552	\$3.829	\$3.023	\$2.124	\$1.120
Cuota	-	\$10.777	\$10.777	\$10.777	\$10.777	\$10.777	\$10.777	\$10.777	\$10.777	\$10.777	\$10.777

7.13.5 Cálculo de la depreciación

Para realizar un flujo de caja lo más cercano a la realidad posible, es importante realizar el cálculo de las depreciaciones para la maquinaria considerada en la inversión. Para simplificación de cálculos, se utilizará la depreciación simple como método de cálculo. En cuanto a la vida útil de los activos, estas serán extraídas del Servicio de Impuestos Internos (2020).

En la Tabla 13, se muestran las vidas útiles de los activos considerados en la inversión:

Tabla 13: Vida útil de los activos a invertir.

Fuente: Nueva tabla de vida útil de los bienes físicos del activo inmovilizado ,Servicio de impuestos internos, 2020.

Categoría	Descripción	Vida útil [Años]
Equipamiento de pruebas	Canales de prueba	6
	Hardware CAN	6
	Computadores	6
Manejo de materiales	Correas transportadoras	15
	Bandejas de Almacenamiento	9
	Máquina elevadora	7
	Estaciones de trabajo	15

7.13.5.1 Depreciación caso conservador

Para este caso se considera los activos necesarios para la inversión del caso conservador, de lo que se obtienen las depreciaciones anuales mostradas en la Tabla 14:

Tabla 14: Depreciación de los activos caso conservador.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Categoría	Descripción	Vida útil [Años]	Depreciación Anual [USD]
Equipamiento de pruebas	Canales de prueba	6	\$ 6.667
	Hardware CAN	6	\$ 53
	Computadores	6	\$ 500
Manejo de materiales	Correas transportadoras	15	\$ 150
	Bandejas de Almacenamiento	9	\$ 22
	Máquina elevadora	7	\$ 1.000
	Estaciones de trabajo	15	\$ 167

7.13.5.2 Depreciación caso optimista

En cuanto a la depreciación siguiente, se consideran los activos necesarios para la inversión del caso optimista, dando como resultado los valores anuales mostrados en la Tabla 15:

Tabla 15: Depreciación de los activos caso optimista.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Categoría	Descripción	Vida útil [Años]	Depreciación Anual [USD]
Equipamiento de pruebas	Canales de prueba	6	\$ 10.000
	Hardware CAN	6	\$ 80
	Computadores	6	\$ 500
Manejo de materiales	Correas transportadoras	15	\$ 200
	Bandejas de Almacenamiento	9	\$ 44
	Máquina elevadora	7	\$ 1.000
	Estaciones de trabajo	15	\$ 233

7.13.6 Determinación del capital de trabajo

Para saber cuál es el capital de trabajo necesario para el proyecto se pueden hacer diversas estimaciones, entre las que se encuentran el 10-20% del capital fijo de la empresa, 2 a 3 meses de los costos fijos, o bien, el método del déficit acumulado máximo.

Para mantener la simplicidad de los cálculos, se determinará el capital de trabajo del caso conservador y del caso optimista, considerando el 10% del capital fijo, es decir, de la inversión necesaria para los activos requeridos por la empresa para el desarrollo del negocio de segunda vida de las baterías.

7.13.6.1 Capital de trabajo caso conservador

Para el cálculo de este caso, se tiene que el capital fijo de la empresa corresponde al mismo monto de la inversión necesaria de USD 55.270, por ende, el capital de trabajo necesario para este escenario es de USD 5.527.

7.13.6.2 Capital de trabajo caso optimista

En este caso el capital fijo requerido por la empresa es de USD 77.380, por lo tanto, si se considera el capital de trabajo como un 10% del capital fijo, se obtiene como resultado que es necesario un capital de trabajo de USD 7.738.

7.13.7 Evaluación económica caso conservador

En la siguiente evaluación económica, se tendrá en cuenta los pronósticos realizados para la oferta, en su caso conservador, con datos extraídos de la Tabla 38 (Ver Anexo).

7.13.7.1 Empresa con 5% de participación de mercado

En este caso se tendrá en cuenta una empresa que desee invertir en el negocio de la segunda vida de baterías provenientes de la electromovilidad y que logran captar un 5% de la oferta total de baterías que han finalizado su ciclo de vida en automóviles eléctricos. Además, se analizará el VAN, TIR_m y Payback para el escenario en que se considere un financiamiento del 80% de la inversión y para el escenario en que no haya financiación bancaria.

7.13.7.1.1 Escenario con financiación bancaria

A partir del flujo de caja mostrado en la Tabla 42 del Anexo, se logran obtener los siguientes resultados del VAN, TIR modificada y Payback del escenario con un 5% de participación de mercado y pronóstico conservador de la oferta, mostrados en la Tabla 16.

Tabla 16: Resultados evaluación económica caso conservador 5% de participación de mercado con financiación.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Herramienta	Resultado
VAN	\$46,474
TIR _m	55%
Payback	4 años y 9 meses

7.13.7.1.2 Escenario sin financiación bancaria

A partir del flujo de caja mostrado en la Tabla 43 del Anexo, se logran obtener los siguientes resultados del VAN, TIR modificada y Payback del escenario con un 5% de participación de mercado y pronóstico conservador de la oferta, mostrados en la Tabla 17.

Tabla 17: Resultados evaluación económica caso conservador 5% de participación de mercado sin financiación.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Herramienta	Resultado
VAN	\$39,336
TIRm	49%
Payback	5 años y 2 meses

7.13.7.2 Empresa con 3% de participación de mercado

En este caso, se considera una empresa que logra obtener un 3% de participación de mercado en el negocio de la venta de baterías de segunda vida, al igual que en el inciso anterior, se mostrarán los resultados del VAN, TIR modificada y payback de los escenarios con un 80% del financiamiento de la inversión y sin financiamiento respectivamente.

7.13.7.2.1 Escenario con financiación bancaria

A partir del flujo de caja mostrado en la Tabla 44 del Anexo, se logran obtener los siguientes resultados del VAN, TIR modificada y Payback del escenario con un 3% de participación de mercado y pronóstico conservador de la oferta, mostrados en la Tabla 18.

Tabla 18: Resultados evaluación económica caso conservador 3% de participación de mercado con financiación.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Herramienta	Resultado
VAN	\$7,696
TIRm	22%
Payback	7 años y 2 meses

7.13.7.2.2 Escenario sin financiación bancaria

A partir del flujo de caja mostrado en la Tabla 45 del Anexo, se logran obtener los siguientes resultados del VAN, TIR modificada y Payback del escenario con un 3% de participación de mercado y pronóstico conservador de la oferta, mostrados en la Tabla 19.

Tabla 19: Resultados evaluación económica caso conservador 3% de participación de mercado sin financiación.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Herramienta	Resultado
VAN	\$1,134
TIR _m	15%
Payback	6 años y 8 meses

7.13.7.3 Empresa con 2% de participación de mercado

En el siguiente caso, se considera una empresa que logra obtener un 30% de participación de mercado en la venta de baterías de segunda vida. Al igual que en los casos anteriores, se analizará el VAN, TIR modificada y Payback de un escenario con financiación por crédito y un escenario sin financiación.

7.13.7.3.1 Escenario con financiación bancaria

A partir del flujo de caja mostrado en la Tabla 46 del Anexo, se logran obtener los siguientes resultados del VAN, TIR modificada y Payback del escenario con un 2% de participación de mercado y pronóstico conservador de la oferta, mostrados en la Tabla 20.

Tabla 20: Resultados evaluación económica caso conservador 2% de participación de mercado con financiación.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Herramienta	Resultado
VAN	-\$12,594
TIRm	0%
Payback	-

7.13.7.3.2 Escenario sin financiación bancaria

A partir del flujo de caja mostrado en la Tabla 47 del Anexo, se logran obtener los siguientes resultados del VAN, TIR modificada y Payback del escenario con un 2% de participación de mercado y pronóstico conservador de la oferta, mostrados en la Tabla 21.

Tabla 21: Resultados evaluación económica caso conservador 2% de participación de mercado sin financiación.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Herramienta	Resultado
VAN	-\$18,285
TIRm	-7%
Payback	-

7.13.7.4 Empresa con 1% de participación de mercado

Finalmente se considera un caso en que la empresa comercializadora de baterías de segunda vida posee un 1% de participación de mercado total. Se analizará el VAN, TIR modificada y Payback de un escenario con financiación del 80% de la inversión y un escenario sin financiación por crédito.

7.13.7.4.1 Escenario con financiación bancaria

A partir del flujo de caja mostrado en la Tabla 48 del Anexo, se logran obtener los siguientes resultados del VAN, TIR modificada y Payback del escenario con un 1% de participación de mercado y pronóstico conservador de la oferta, mostrados en la Tabla 22.

Tabla 22: Resultados evaluación económica caso conservador 1% de participación de mercado con financiación.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Herramienta	Resultado
VAN	-\$33,315
TIRm	-28%
Payback	-

7.13.7.4.2 Escenario sin financiación bancaria

A partir del flujo de caja mostrado en la Tabla 49 del Anexo, se logran obtener los siguientes resultados del VAN, TIR modificada y Payback del escenario con un 1% de participación de mercado y pronóstico conservador de la oferta, mostrados en la Tabla 23.

Tabla 23: Resultados evaluación económica caso conservador 1% de participación de mercado sin financiación.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Herramienta	Resultado
VAN	-\$39,084
TIRm	-38%
Payback	-

7.13.8 Evaluación económica caso optimista

Para la evaluación económica del caso optimista, se consideran los pronósticos optimistas que fueron realizados anteriormente para la oferta, que se encuentran en la Tabla 39 del Anexo. Se realizará el mismo procedimiento que para el caso conservador, en que se analizaron los resultados del VAN, TIR modificada y Payback según las participaciones de mercado que sean capaces de lograr las empresas.

7.13.8.1 Empresa con 5% de participación de mercado

En principio se considera un caso en que la empresa comercializadora de baterías de segunda vida posee un 5% de participación de mercado total. Se analizará el VAN, TIR modificada y Payback de un escenario con financiación del 80% de la inversión y un escenario sin financiación por crédito.

7.13.8.1.1 Escenario con financiación bancaria

A partir del flujo de caja mostrado en la Tabla 50 del Anexo, se logran obtener los siguientes resultados del VAN, TIR modificada y Payback del escenario con un 5% de participación de mercado y pronóstico optimista de la oferta, mostrados en la Tabla 24.

Tabla 24: Resultados evaluación económica caso optimista 5% de participación de mercado con financiación.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Herramienta	Resultado
VAN	\$85,843
TIRm	66%
Payback	5 años y 1 mes

7.13.8.1.2 Escenario sin financiación bancaria

A partir del flujo de caja mostrado en la Tabla 51 del Anexo, se logran obtener los siguientes resultados del VAN, TIR modificada y Payback del escenario con un 5% de participación de mercado y pronóstico optimista de la oferta, mostrados en la Tabla 25.

Tabla 25: Resultados evaluación económica caso optimista 5% de participación de mercado sin financiación.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Herramienta	Resultado
VAN	\$76,498
TIRm	61%
Payback	5 años y 3 meses

7.13.8.2 Empresa con 3% de participación de mercado

En este caso se considera una empresa que logra obtener un 3% de la oferta de baterías que han finalizado su vida útil en vehículos eléctricos. Se calculará el VAN, TIR modificada y Payback para escenarios de financiación con crédito y sin financiación respectivamente.

7.13.8.2.1 Escenario con financiación bancaria

A partir del flujo de caja mostrado en la Tabla 52 del Anexo, se logran obtener los siguientes resultados del VAN, TIR modificada y Payback del escenario con un 3% de participación de mercado y pronóstico optimista de la oferta, mostrados en la Tabla 26.

Tabla 26: Resultados evaluación económica caso optimista 3% de participación de mercado con financiación.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Herramienta	Resultado
VAN	\$22,370
TIRm	30%
Payback	6 años y 9 meses

7.13.8.2.2 Escenario sin financiación bancaria

A partir del flujo de caja mostrado en la Tabla 53 del Anexo, se logran obtener los siguientes resultados del VAN, TIR modificada y Payback del escenario con un 3% de participación de mercado y pronóstico optimista de la oferta, mostrados en la Tabla 27.

Tabla 27: Resultados evaluación económica caso optimista 3% de participación de mercado sin financiación.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Herramienta	Resultado
VAN	\$13,984
TIRm	24%
Payback	6 años y 6 meses

7.13.8.3 Empresa con 2% de participación de mercado

Se prosigue a estudiar los resultados del VAN, TIR modificada y Payback para una empresa que logra establecer un 2% de participación de mercado en el escenario optimista de la oferta. Se analizarán los casos con y sin financiación bancaria.

7.13.8.3.1 Escenario con financiación bancaria

A partir del flujo de caja mostrado en la Tabla 54 del Anexo, se logran obtener los siguientes resultados del VAN, TIR modificada y Payback del escenario con un 2% de participación de mercado y pronóstico optimista de la oferta, mostrados en la Tabla 28.

Tabla 28: Resultados evaluación económica caso optimista 2% de participación de mercado con financiación.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Herramienta	Resultado
VAN	-\$9,333
TIRm	7%
Payback	-

7.13.8.3.2 Escenario sin financiación bancaria

A partir del flujo de caja mostrado en la Tabla 55 del Anexo, se logran obtener los siguientes resultados del VAN, TIR modificada y Payback del escenario con un 2% de participación de mercado y pronóstico optimista de la oferta, mostrados en la Tabla 29.

Tabla 29: Resultados evaluación económica caso optimista 2% de participación de mercado sin financiación.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Herramienta	Resultado
VAN	-\$17,877
TIRm	0%
Payback	-

7.13.8.4 Empresa con 1% de participación de mercado

Finalmente, se concluye con el caso en que la empresa logra un 1% de participación de mercado en el negocio de baterías de segunda vida, además, se analizará el VAN, TIR modificada y Payback de los casos con financiación y sin financiación.

7.13.8.4.1 Escenario con financiación bancaria

A partir del flujo de caja mostrado en la Tabla 56 del Anexo, se logran obtener los siguientes resultados del VAN, TIR modificada y Payback del escenario con un 1% de participación de mercado y pronóstico optimista de la oferta, mostrados en la Tabla 30.

Tabla 30: Resultados evaluación económica caso optimista 1% de participación de mercado con financiación.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Herramienta	Resultado
VAN	-\$42,951
TIRm	-24%
Payback	-

7.13.8.4.2 Escenario sin financiación bancaria

A partir del flujo de caja mostrado en la Tabla 57 del Anexo, se logran obtener los siguientes resultados del VAN, TIR modificada y Payback del escenario con un 1% de participación de mercado y pronóstico optimista de la oferta, mostrados en la Tabla 31.

Tabla 31: Resultados evaluación económica caso optimista 1% de participación de mercado sin financiación.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Herramienta	Resultado
VAN	-\$50,336
TIRm	-32%
Payback	-

7.14 Análisis de resultados

Al estudiar los resultados obtenidos anteriormente, se puede ver que el factor de participación de mercado incide de gran manera en el valor del VAN obtenido, esto se debe a que la participación de mercado influye en la oferta de baterías que una empresa es capaz de vender a los consumidores. Se llega a la conclusión de que se obtienen resultados económicamente rentables si es que la empresa encargada de comercializar las baterías de segunda vida posee un poder de mercado de al menos un 3%, dado que, resultados inferiores de participación de mercado muestran resultados negativos con respecto al indicador VAN y TIR modificada.

En cuanto a los escenarios con y sin financiación bancaria, se llega a la conclusión de que para participaciones de mercado superiores al 3%, los resultados del VAN son mejores al haber una financiación bancaria, esto se puede deber principalmente, a que en los primeros años del horizonte de planificación, el préstamo otorgado logra disminuir el impacto negativo sobre los flujos económicos de cada año, lo que hace que el VAN se vuelva positivo de manera más rápida que en los casos sin financiación, por ende, dan resultados más superiores.

Por otra parte, la TIR modificada, en los casos con una participación de mercado superior al 3%, es positiva y mayor en todos los escenarios a la tasa de descuento calculada correspondiente a 14,22%.

Por otra parte, en los casos con participación de mercado superior al 3% se puede observar que se obtienen resultados de Payback similares para los casos con financiación bancaria y sin financiación bancaria, además, el Payback para estos escenarios es de 7 años como máximo, que resulta ser una cantidad de tiempo bastante reducida considerando el horizonte del proyecto de 20 años.

Es importante destacar, que en los casos con una participación mayor al 3%, se observa que, en los últimos años del horizonte de planificación, existen flujos económicos negativos, esto se debe principalmente al supuesto realizado con respecto a que el precio de las baterías de segunda vida disminuye según una tasa de aprendizaje del 18% de las baterías nuevas, esto significa, que el precio de las baterías de segunda vida disminuye a un punto en que deja de ser económicamente rentable al ser demasiado barato en comparación a los costos asociados al reacondicionamiento de estas baterías. En conclusión, si el precio de las baterías sigue disminuyendo de manera continua puede llegar un punto en que deje de ser rentable económicamente su comercialización, ya que, si se considera un horizonte de tiempo de planificación superior a 20 años, puede esperarse que los resultados del VAN pasen a ser negativos.

En conclusión, se puede decir que al considerar un escenario optimista de la oferta de baterías se obtienen los mejores resultados para el VAN y TIR modificada, y que, dentro de dichos escenarios, los mejores casos para los valores de dichos indicadores se presentan

mediante la utilización de financiación bancaria. Sin embargo, si la participación de mercado de la empresa es inferior al 3%, entonces un proyecto de venta de baterías de segunda vida deja de ser rentable económicamente, en todos los casos evaluados. Además, si se considera un horizonte de planificación mayor, es probable que los resultados del VAN y TIR modificada no sean rentables, pues, el supuesto de que el precio de las baterías de segunda vida disminuye de manera constante afecta considerablemente, y ocasiona que a partir de cierto periodo de tiempo se comiencen a generar flujos negativos.

7.15 Análisis de sensibilidad

Como los resultados anteriores se ven sujetos a ciertos supuestos, como, por ejemplo, que el precio de las baterías disminuya de manera constante en el tiempo según la tasa de aprendizaje de las baterías nuevas de un 18%, se puede generar el caso de que en cierto periodo de tiempo se generen flujos negativos en el flujo de caja. Además, los resultados dependen de los pronósticos de oferta realizados en apartados anteriores y de la participación de mercado, incluso, los valores del costo de reacondicionamiento y del costo de obtención de las baterías, dependen de los precios de las baterías. Lo anterior, puede provocar que no se esté realizando un análisis lo suficientemente cercano a la realidad, dado que, los precios de las baterías pueden variar de manera considerable.

Es por la razón anterior, que se requiere realizar un análisis de sensibilidad, que le otorgue comportamientos probabilísticos a las variables involucradas en los flujos de caja desarrollados anteriormente. Dichas variables son el precio de las baterías de segunda vida, el costo de reacondicionamiento y de obtención de las baterías, la participación de mercado,

la oferta de baterías de segunda vida, la inversión requerida y la capacidad de las baterías que se venden. Para esto se utilizará el software Crystal Ball, y se realizarán 50.000 simulaciones para llegar a conclusiones más acertadas sobre la rentabilidad del negocio de baterías de segunda vida.

Para la realización del análisis de sensibilidad se tienen las siguientes consideraciones, con respecto a las distribuciones de probabilidad utilizadas para las variables que se sensibilizan:

- Se analiza el caso con financiación por crédito, dado que, se muestran los mejores resultados para el VAN en dicho escenario, según las conclusiones del inciso anterior.
- A la variable de la oferta de baterías, se le asignó una distribución de probabilidad triangular, en que el valor máximo corresponde a la estimación de la oferta optimista y en que el valor mínimo corresponde a la estimación de la oferta conservadora.
- A las variables de precio de batería de segunda vida, costo de obtención (valor residual) y costo de reacondicionamiento se les asignó una distribución triangular, con valores mínimos y máximos que entrega el programa.
- La variable de inversión sigue una distribución triangular en que su valor máximo corresponde a la inversión requerida para el caso optimista, y su valor mínimo corresponde a la inversión requerida en el caso conservador.
- La variable de capacidad de las baterías sigue una distribución uniforme discreta, en que sus valores pueden variar entre 24 KWh y 40 KWh.
- Finalmente, la variable de participación de mercado también sigue una distribución triangular, en que su valor mínimo corresponde a 1%, su valor esperado corresponde a 3% y su valor máximo corresponde a un 10%.

7.15.1 Resultados Crystal Ball

Una vez que se han recorrido las 50.000 simulaciones en el software Crystal Ball se obtienen diversos resultados que se analizarán a continuación.

En la Figura 29, se pueden apreciar los resultados acerca de la confiabilidad, específicamente para cuando el VAN es mayor a cero. Lo anterior significa, que existe una certeza del 86,86% de que el VAN presente un valor mayor o igual a 0, y que, por ende, el proyecto que se está realizando acabe siendo rentable.

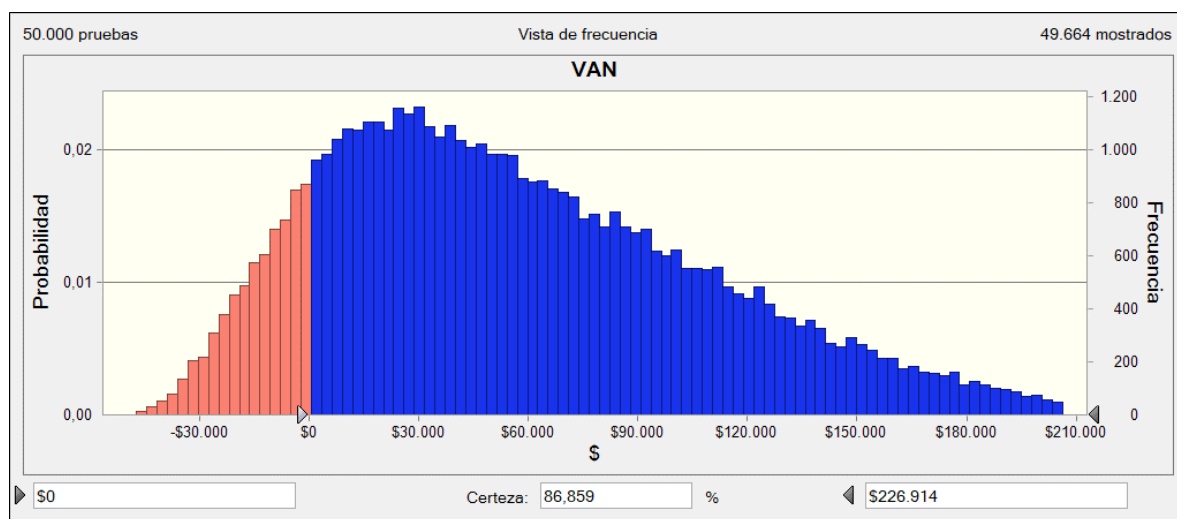


Figura 29: Gráfico de frecuencias para el VAN >0 obtenido de Crystal Ball.
(Fuente: Elaboración propia, 2020)

En base a los resultados anteriores, se esperaría una probabilidad similar de que el proyecto sea rentable en términos de la TIR modificada, y que el valor de esta sea mayor al 14,22% correspondiente a la tasa de descuento. En la Figura 30, queda demostrado que existe una certeza del 87,03% de que la TIR modificada sea mayor o igual que la tasa de descuento determinada para el proyecto.

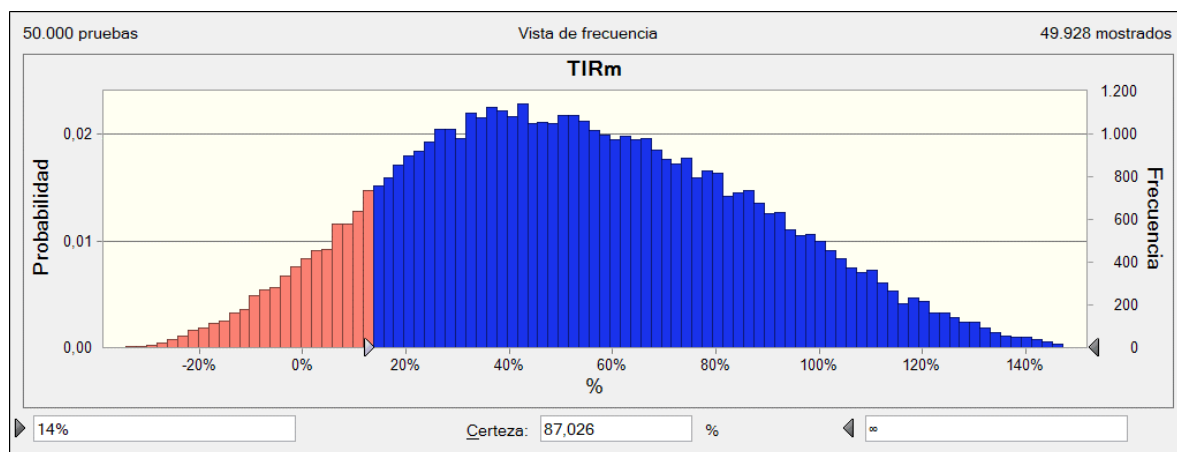


Figura 30: Gráfico de frecuencias para la TIR > 14,22% obtenido de Crystal Ball.
(Fuente: Elaboración propia, 2020)

De los gráficos anteriores, se puede rescatar que existe una probabilidad alta de que el valor del VAN sea mayor o igual a cero, y que el proyecto sea rentable económicamente, sin embargo, se desea conocer cuáles son las probabilidades de obtener un VAN que sea más atractivo aún.

En el caso de que el VAN sea mayor o igual a USD 15.000, se obtienen los resultados que se muestran en la Figura 31, que dictan que existe una certeza del 75,99% de que exista un escenario de estas características, lo cual de igual manera es una confiabilidad bastante alta.

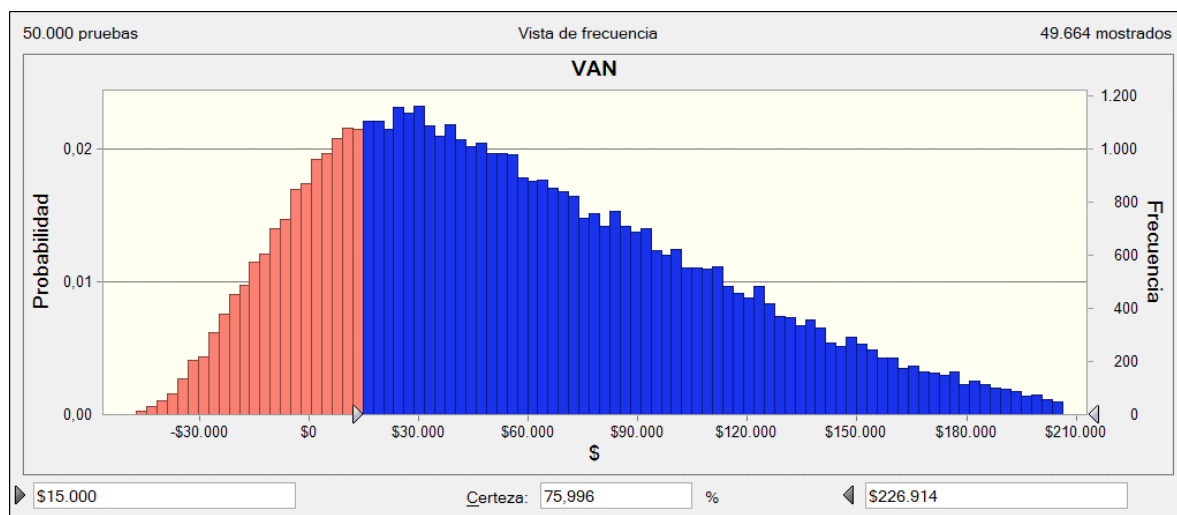


Figura 31: Gráfico de frecuencias para el VAN > 15.000 obtenido de Crystal Ball.
(Fuente: Elaboración propia, 2020)

Por otra parte, para el caso en que el VAN es mayor o igual a USD 30.000 existe una certeza del 64,1% según los resultados mostrados en la Figura 32, lo cual sigue siendo un buen resultado, ya que, más de la mitad de las veces en que el problema es simulado se obtiene un VAN superior o igual a USD 30.000.

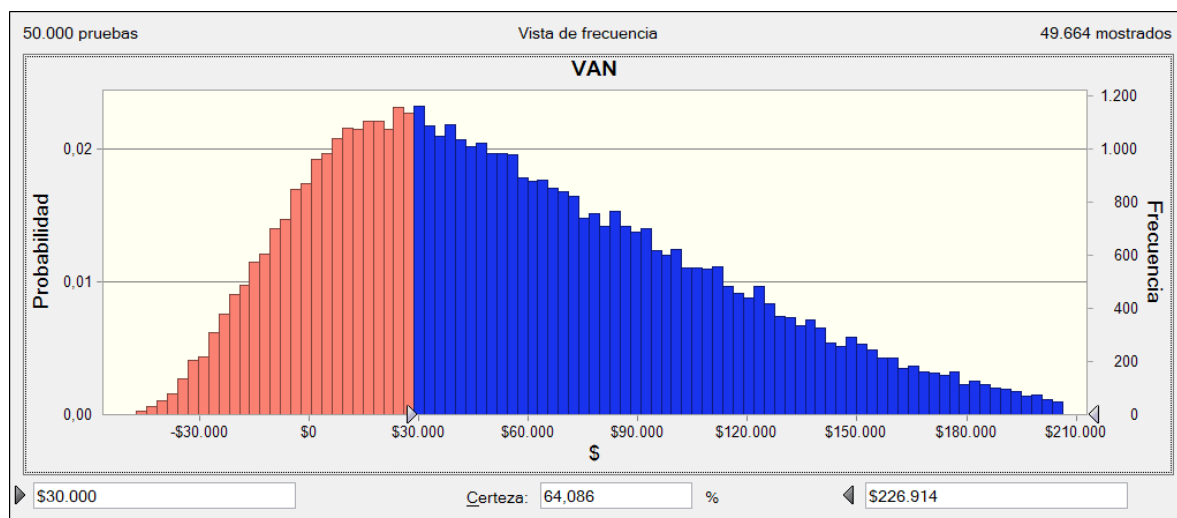


Figura 32: Gráfico de frecuencias para el VAN > 30.000 obtenido de Crystal Ball.
(Fuente: Elaboración propia, 2020)

En último lugar, se busca determinar cuáles son las variables que más influyen en el resultado del VAN, para lo que se genera un gráfico de tornado que muestra su

comportamiento con respecto al VAN. En la Figura 33 se puede rescatar que las variables que más impacto generar en el resultado del VAN son el porcentaje de participación de mercado, la capacidad en KWh de las baterías que se venden y la inversión en una menor medida.

Según los resultados de la Figura 33, se muestra que la participación de mercado es la variable más influyente, ya que, si la participación de mercado aumenta en un 1% esto significa que el resultado del VAN varía positivamente en un 88,2%. Por otra parte, si la variable de capacidad de las baterías vendidas aumentará en 1 KWh, esto traería consigo un cambio positivo del 10,4% para el resultado del VAN. En último lugar, si la variable de inversión es aumentada en un 1%, esto afectaría negativamente al VAN, disminuyéndolo en un 0,64%.

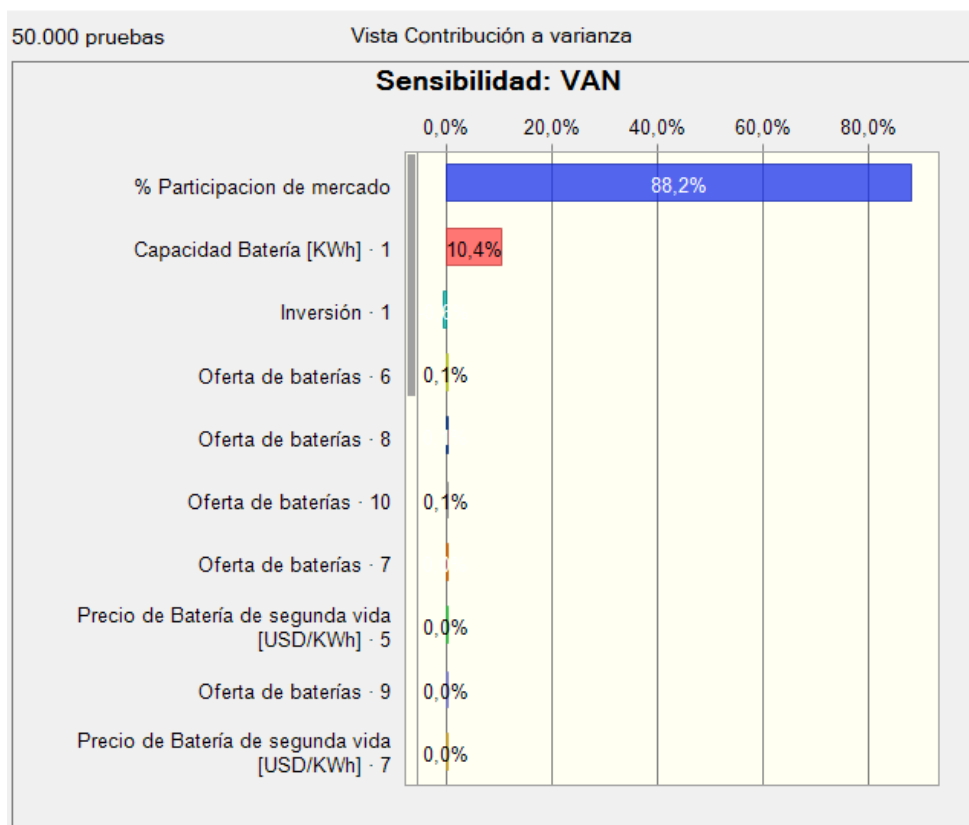


Figura 33: Gráfico de tornado de la sensibilidad de las variables respecto al VAN.
(Fuente: Elaboración propia, 2020)

8 CONCLUSIONES

El principal objetivo que se tiene en el estudio era la determinación de la factibilidad de reutilización de baterías provenientes de vehículos eléctricos tanto en el aspecto técnico cómo económico, con el fin de otorgar una solución al problema de los desechos de baterías que se pueden generar con el creciente mercado de la electromovilidad que existe en Chile y que se ve incentivado por políticas gubernamentales. Un negocio de este tipo presenta la posibilidad de entregar una solución más económica a las empresas fabricantes de vehículos eléctricos, ya que ellos deben hacerse responsables del tratamiento de las baterías en desuso, lo que significa un costo importante, pues involucra el reciclaje de estas.

En primer lugar, era necesario determinar si el mercado de la electromovilidad tiene potencial de crecimiento en Chile, por lo que, se analizaron países líderes en electromovilidad, para determinar cuáles fueron los factores que gatillaron el crecimiento de dicha industria en cada caso, llegando a la conclusión de que las políticas gubernamentales son las más influyentes en el crecimiento de las ventas de vehículos eléctricos.

En el análisis PEST se determinaron la existencia de dichos factores en el escenario chileno, particularmente en los factores políticos, se logró determinar que en Chile se promueve la Ruta Energética, que consiste en un plan estructurado para implementar una serie de políticas y regulaciones que permitan la incorporación del mercado electromotriz. En cuanto a los factores económicos, se ve una previsión optimista acerca del crecimiento de las ventas de automóviles eléctricos, además, se espera que el precio de dichos vehículos se iguale a los de combustión interna en el año 2024, lo que resulta beneficioso para los pronósticos de crecimiento de la demanda por vehículos eléctricos. En el aspecto social, se espera que los chilenos en su mayor parte vean el crecimiento de la industria de automóviles

eléctricos como una opción para reducir el impacto medioambiental, por ende, se espera que también este factor influya en las ventas de vehículos eléctricos. En cuanto a los factores tecnológicos, las baterías tienen una tasa de aprendizaje del 18%; esto quiere decir, que cada vez que se duplica su volumen de producción su precio disminuye en ese porcentaje, por ende, se espera que los precios de los vehículos eléctricos cada vez se reduzcan más, siendo un factor importante para el crecimiento de la industria de la electromovilidad.

Por otra parte, en el análisis de las cinco fuerzas de Porter, se logró identificar que los clientes electrodependientes y empresas de distribución de energía tienen un poder de negociación bajo, al presentar una necesidad de energía eléctrica constante, por lo que podrían ser potenciales consumidores. Por otra parte, en cuanto a los proveedores, estos son las empresas fabricantes de vehículos eléctricos, dado que, bajo la Ley REP, ellos deben hacerse responsables de las baterías en desuso y presentan un poder de negociación alto, debido a que, ellos podrían generar un negocio de baterías de segunda vida al igual que empresas terceras. Sin embargo, sería conveniente para ellos vender las baterías a un precio de valor residual, para extender el periodo de tiempo en que deben responsabilizarse del reciclaje de las baterías, lo que significa un periodo de gracia para dichas empresas dado que no deben hacerse cargo de los costos de implementación de un sistema de reciclaje, y así, obtener un beneficio a partir de aquello. Esto es atractivo para las empresas terceras que deseen generar un negocio de baterías de segunda vida, por el hecho de que la adquisición de las baterías de segunda vida resultaría más simple, pues los proveedores estarían dispuestos a hacerlo. Por otra parte, la rivalidad de la industria es media según los resultados, lo que indica que existe un nivel de competencia medio, por lo que, cada firma buscará su propio beneficio a fin de ganar una mayor participación de mercado. En último lugar, para empresas

terceras puede ser más complicado ingresar en una industria de este tipo, dado que, se requieren conocimientos técnicos específicos acerca del negocio de baterías de segunda vida, además, pueden existir asimetrías de información frente a las empresas productoras de vehículos eléctricos, esto significa, que para que una empresa entre a competir deben hacer investigaciones importantes acerca del negocio, de lo contrario, los escenarios de éxito podrían ser negativos.

En cuanto a la oferta y demanda, se llega a la conclusión de que la demanda por baterías de segunda vida es muy superior a la potencial oferta esperada de baterías de este tipo, por ende, no existiría problemas por parte de las empresas comercializadoras de baterías de segunda vida, dado que, existiría un mercado lo suficientemente grande como para vender todas las baterías que se reacondicionan.

Al comparar el ciclo de vida y precio de las baterías de segunda vida y baterías nuevas, se logra identificar que las baterías de segunda vida resultan ser más convenientes que las baterías nuevas, al presentar un precio de compra menor y presentar una durabilidad mayor que las baterías nuevas. Esto significa, que un negocio de baterías de segunda vida es atractivo dado que presentan mejores condiciones que los productos sustitutos correspondientes a las baterías nuevas.

En cuanto a la evaluación económica, esta dicta diferentes resultados según distintos escenarios. Se logró identificar que los mejores escenarios para el VAN y TIR modificada, así como también, para el Payback, son aquellos en que la participación de mercado que se logra obtener es igual o superior al 3%, ya que, participaciones inferiores a eso, dan como resultados valores negativos para los indicadores. Se recomienda igualmente, si se desea

desarrollar un proyecto de venta de baterías de segunda vida, optar por préstamos bancarios, dado que, los resultados de los proyectos mejoran considerablemente, así como también, los tiempos de recuperación de la inversión. Es importante mencionar, que un proyecto con un horizonte de tiempo de 20 años, en todos los escenarios, presenta flujos negativos en los últimos periodos, esto se debe a la disminución constante de los precios de las baterías de segunda vida, por ende, considerar horizontes de tiempos mayores podría significar resultados negativos para el VAN y TIR modificada.

Por último, en el análisis de sensibilidad se llega a la conclusión de que un proyecto de baterías eléctricas es potencialmente rentable, ya que, en las 50.000 simulaciones realizadas en el software Crystal Ball, se identifica que en un 86,86% de las simulaciones se obtienen resultados de VAN positivos, y que, en un 87,03% los resultados de la TIR modificada están sobre la tasa de descuento del proyecto. Mas aún, se analizaron otros escenarios en que el VAN es superior a USD 15.000 y USD 30.000, ambos mostrando resultados que, en más de la mitad de las simulaciones, son superiores a esos valores. Por otra parte, una empresa que desee desarrollar un proyecto de este tipo debe tener en consideración que las variables más influyentes en el valor del VAN son la participación de mercado, la capacidad de las baterías que se venden y la inversión necesaria.

Se concluye que el ingreso a la industria de baterías de segunda vida es atractivo, dado que se cumplen varias condiciones de crecimiento de mercado, políticas económicas, estructura de la industria y características como precio y durabilidad de las baterías reacondicionadas por sobre las nuevas. Presentándose además valores atractivos del VAN y TIR modificada para un proyecto de este tipo.

9 REFERENCIAS

- Ager, L., Ellingsen, W., & Singh, B. H. (2016). The size and range effect: lifecycle greenhouse gas emissions of electric vehicles. *Enviromental Research Letters*, 1-8.
- Asia-Pacific Economic Cooperation. (2012). *China Energy-Saving and New Energy Vehicles Industry Development Program (2012-2020)*. Obtenido de http://mddb.apec.org/documents/2012/AD/AD2/12_ad2_006.pdf
- Asociación Chilena de Energía Solar. (diciembre de 2016). *Guía Solar Fotovoltaica* . Obtenido de http://edu.phineal.com/wp-content/uploads/2016/03/Guia_SOLAR_FOTOVOLTAICA_hogares.pdf
- Asociación Chilena de Energía Solar. (2019). *Guía para Usuarios de Net Billing*. Obtenido de <https://acesol.cl/info-tecnica/gu%C3%ADa-para-usuarios-del-net-billing.html>
- Asociación Nacional Automotriz de Chile A.G. (diciembre de 2018). *Informe del Mercado Automotor*. Obtenido de <https://www.anac.cl/category/estudio-demercado/?anno=2018>
- Asociación Nacional Automotriz de Chile A.G. (diciembre de 2019). *Informe del Mercado Automotor*. Obtenido de <https://www.anac.cl/wp-content/uploads/2020/01/12-ANAC-Mercado-Automotor-Diciembre-2019.pdf>
- Asociación Nacional Automotriz de Chile A.G. (marzo de 2020). *Informe del Mercado Automotor*. Obtenido de <https://www.anac.cl/wp-content/uploads/2020/04/03-ANAC-Mercado-Automotor-Marzo-2020.pdf>

Battery University. (s.f). *How to Prolong Lithium-based Batteries*. Obtenido de https://batteryuniversity.com/learn/article/how_to_prolong_lithium_based_batteries

Bloomberg Bussinesweek. (junio de 2018). *Where 3 Million Electric Vehicle Batteries Will Go When They Retire*. Obtenido de <https://www.bloomberg.com/news/features/2018-06-27/where-3-million-electric-vehicle-batteries-will-go-when-they-retire>

Bloomberg New Energy Finance. (2018). *Electric Vehicle Outlook: 2018*. Obtenido de <https://bnef.turtl.co/story/evo2018?teaser=true>

Bloomberg New Energy Finance. (marzo de 2019). *A Behind the Scenes Take on Lithium-ion Battery Prices*. Obtenido de <https://about.bnef.com/blog/behind-scenes-take-lithium-ion-battery-prices/>

Bloomberg New Energy Finance. (diciembre de 2019). *Battery Pack Prices Fall As Market Ramps Up With Market Average At \$156/kWh In 2019*. Obtenido de <https://about.bnef.com/blog/battery-pack-prices-fall-as-market-ramps-up-with-market-average-at-156-kwh-in-2019/>

Business Sweden. (2019). *China Automotive Industry Study*. Swedish Energy Agency.

Bussines Wire. (2020). *North American Automotive Market Report 2020-2025 - ResearchAndMarkets.com*. Obtenido de <https://www.businesswire.com/news/home/20200721005623/en/North-American-Automotive-Market-Report-2020-2025---ResearchAndMarkets.com>

Canals, L., Amante, B., & Canal, C. (2019). Second life batteries lifespan: Rest of useful life and environmental analysis. *Journal of Environmental Management*, 354-363.

Car Sales Base. (2020). *European Automotive Market - Sales Data and Analysis by Country*.

Obtenido de Norway Car Sales Data: <https://carsalesbase.com/total-market-sales-country/europe-car-sales-data/>

China Association of Automobile Manufacturers. (2018). *Automotives Statistics*. Obtenido de <https://policy.asiapacificenergy.org/node/58>

Climate Change News. (2020). *Norway sets electric car record as battery autos least dented by Covid-19 crisis*. Obtenido de <https://www.climatechangenews.com/2020/07/02/norway-sets-electric-car-record-battery-autos-least-dented-covid-19-crisis/>

Columbia University. (2019). *Guide To Chinese Climate Policy*. Obtenido de Electric Vehicles: <https://chineseclimatepolicy.energypolicy.columbia.edu/en/electric-vehicles>

Comisión Nacional de Energía. (2018). *Anuario Estadístico de Energía 2018*. Obtenido de <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2019/04/Anuario-CNE-2018.pdf>

Comisión Nacional de Energía. (2020). *Generación Distribuida - Instalaciones Inscritas*. Obtenido de <http://datos.energiaabierta.cl/dataviews/235587/generacion-distribuida-instalaciones-inscritas/>

Comisión Nacional de Energía. (noviembre de 2020). *Resumen Estadísticas Energéticas*. Obtenido de <https://energiaregion.cl/dashboardregional/RM>

Compañía General de Electricidad. (2020). *Generación Distribuida – NetBilling*. Obtenido de <https://www.cge.cl/productos-y-servicios/generacion-distribuida-netbilling/>

Compañía General de Electricidad. (2020). *Tarifas*. Obtenido de <https://www.cge.cl/informacion-comercial/tarifas-y-procesos-tarifarios/>

Congressional Research Service. (2019). *Vehicle Electrification: Federal and State Issues Affecting Deployment*. Obtenido de <https://fas.org/sgp/crs/misc/R45747.pdf>

Dubarry, M., & Baure, G. (2020). Perspective on Commercial Li-ion Battery Testing, Best Practices for Simple and Effective Protocols. *Electronics* 2020. doi:<https://doi.org/10.3390/electronics9010152>

Durán, D. (2017). *Estudio para la reutilización de baterías de coches eléctricos para nuevas aplicaciones en segunda vida*. Universitat Politècnica de Catalunya, Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial, Barcelona.

Dutt, D. (2013). Life Cycle Analysis and Recycling Techniques of Batteries used in Renewable Energy Applications. *2013 International Conference on New Concepts in Smart Cities: Fostering Public and Private Alliances (SmartMILE)*, (págs. 1-7). Gijón. doi:[doi:10.1109/SmartMILE.2013.6708187](https://doi.org/10.1109/SmartMILE.2013.6708187)

Ecofys. (2018). *Incentives for Electric Vehicles in Norway*. Obtenido de <https://www.euki.de/wp-content/uploads/2018/09/fact-sheet-incentives-for-electric-vehicles-no.pdf>

Electrive. (2019). *China releases battery recycling regulations*. Obtenido de <https://www.electrived.com/2019/11/11/china-releases-battery-recycling-regulations/>

Enel. (2020). *Mapa puntos de carga para vehículos eléctricos*. Obtenido de <https://www.enelx.com/cl/es/movilidad-electrica/mapa-puntos-de-carga>

e-park. (abril de 2017). *Vehículos eléctricos: Tipos de baterías disponibles*. Obtenido de <https://www.e-park.es/es/blog/vehiculos-electricos-tipos-de-baterias-disponibles>

European Environment Agency. (2018). *Electric vehicles from life cycle and circular economy perspectives*. Luxembourg. doi:doi:10.2800/77428

Explain That Stuff. (octubre de 2019). *Lithium-ion batteries*. Obtenido de <https://www.explainthatstuff.com/how-lithium-ion-batteries-work.html>

Ferreira-Herrera, D. (2015). El modelo Canvas en la formulación de proyectos. *Cooperativismo & Desarrollo*, 76-77.

FEV Inc. (2012). *Electric Vehicle Regulatory Reference Guide*. Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjX5cie54DsAhUUHLkGHWOyDncQFjANegQIBBAB&url=https%3A%2F%2Fwiki.unece.org%2Fdownload%2Fattachments%2F12058681%2FEVE-07-03e.pdf%3Fapi%3Dv2&usg=AOvVaw1xgQMB95l6K0l33cXCRIIm>

Fiscalía Nacional Económica. (octubre de 2012). *Guía para el análisis de operaciones de concentración*. Obtenido de <https://www.fne.gob.cl/wp-content/uploads/2012/10/Guia-Fusiones.pdf>

Forbes. (2019). *Electric Cars: Why Little Norway Leads The World In EV Usage*. Obtenido de <https://www.forbes.com/sites/davidnikel/2019/06/18/electric-cars-why-little-norway-leads-the-world-in-ev-usage/#1f73234213e3>

Forbes. (mayo de 2020). *Hydrogen Fuel Cells Are Losing The Battery Electric Car Race, But It's Only Lap 1*. Obtenido de

<https://www.forbes.com/sites/neilwinton/2020/05/11/hydrogen-fuel-cells-are-losing-the-battery-electric-car-race-but-its-only-lap-1/#7725df6e3357>

Foro Coches Eléctricos . (2013). *¿Sufren de "efecto memoria" las baterías de ion litio?*
Obtenido de <http://forococheselectricos.com/2013/04/Baterias-ion-litio-efecto-memoria.html>

Golovano, N., & Marinescu, A. (2019). Electromobility and Climate Change. *2019 8th International Conference on Modern Power Systems (MPS)*, (pág. 2).

Green Tech Media. (2019). *How China Is Cornering the Lithium-Ion Cell Recycling Market*
. Obtenido de <https://www.greentechmedia.com/articles/read/how-china-is-cornering-the-lithium-ion-cell-recycling-market>

Green Tech Media. (2020). *Second Life: Carmakers and Storage Startups Get Serious About Reusing Batteries*. Obtenido de <https://www.greentechmedia.com/articles/read/carmakers-and-startups-get-serious-about-reusing-batteries>

Hachim, M. F. (2018). *Evaluación económica de la segunda vida útil de baterías de ion litio provenientes de la electromovilidad para la agroindustria*. Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Hannan, A., Hoque, M., Hussain, A., Yusof, Y., & Ker, P. J. (2018). State-of-the art and Energy Management System of Lithium-Ion Batteries in Electric Vehicle Applications: Issues and Recommendations. *IEEE Access*, 19362-19378.

Hatch. (2019). *Litio: Mercado Internacional y su potencial en Chile*. Santiago, Chile.

ID Tech Ex. (2018). *All EV batteries born after August 2018 in China will have unique IDs.*

Obtenido de <https://www.idtechex.com/en/research-article/all-ev-batteries-born-after-august-2018-in-china-will-have-unique-ids/15455>

ID Tech Ex. (septiembre de 2018). *All EV batteries born after August 2018 in China will*

have unique IDs. Obtenido de <https://www.idtechex.com/en/research-article/all-ev-batteries-born-after-august-2018-in-china-will-have-unique-ids/15455>

International Energy Agency. (2019). *Global EV Outlook 2019.* Obtenido de

<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019>

International Renewable Energy Agency. (octubre de 2017). *Electricity Storage and*

Renewables: Costs and Markets to 2030. Obtenido de https://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Electricity_Storage_Costs_2017.pdf

Investing. (diciembre de 2020). *Rentabilidad del bono Chile 10 años.* Obtenido de

<https://es.investing.com/rates-bonds/chile-10-year-bond-yield>

Investopedia. (2019). *A Breakdown of the U.S. Auto Industry: History, Economics, &*

Investing Dynamics. Obtenido de <https://www.investopedia.com/ask/answers/041615/what-automotive-sector.asp>

Kantar. (2019). *Who Cares?, Who Does? Consumer Response to Plastic Waste.* Obtenido de

<https://www.kantarworldpanel.com/cl/Noticias/Who-Cares-Who-does#downloadThankyou>

- Keil, P., & Jossen, A. (2015). Aging of Lithium-Ion Batteries in Electric Vehicles: Impact of Regenerative Braking. *World Electric Vehicle Journal*, 1-11.
- Kuhn. (julio de 2017). *Kit Fotovoltaico On Grid 1,5 KW*. Obtenido de http://www.kuhn.cl/pdf/Kit_OnGrid_1.5KW_SMA_R3_KUHN.pdf
- Kuhn. (2020). *KIT FOTOVOLTAICO 1500W ON-GRID MONOFASICO 220V TL2-M OMNIK*. Obtenido de <https://www.kuhn.cl/webstore/energiasolar/fotovoltaica/kitsongrid/kit-fotovoltaico-1500w-on-grid-monofasico-220v-omnik.html>
- La Tercera. (febrero de 2019). *Cuánto cuestan y consumen los cinco autos eléctricos más vendidos de Chile*. Obtenido de <https://www.latercera.com/la-tercera-pm/noticia/cuanto-cuestan-consumen-los-cinco-autos-electricos-mas-vendidos-del-pais/543202/>
- Li, H., Alsolami, M., Yang, S., Alsmadi, Y. M., & Wang, J. (2017). Lifetime Test Design for Second-Use Electric Vehicle Batteries in Residential Applications. *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, 1736-1746.
- Martinez-Laserna, E., Gandiaga, I., Sarasketa-Zabala, E., Badedá, J., Stroe, D.-I., Swierczynski, M., & Goikoetxea, A. (2018). Battery second life: Hype, hope or reality? A critical review of the state of the art. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 93, 701-718.
- Martinez-Laserna, E., Sarasketa-Zabala, E., Sarria, I. V., Stroe, D. I., Swierczynski, M., Warnecke, A., & Rodriguez, P. (2018). Technical Viability of Battery Second Life:

A study From the Ageing Perspective. *IEEE Transactions on industry applications*, 2703-2713. doi:doi: 10.1109/TIA.2018.2801262

Mete, M. R. (2014). Valor Actual Neto y Tasa de Retorno: Su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión. *Fides Et Ratio*, 67-85.

Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. (febrero de 2019). :*Características Financieras de las Empresas Chilenas*. Obtenido de <https://www.economia.gob.cl/wp-content/uploads/2019/03/Informe-de-resultados-ELE-5-Financiamiento.pdf>

Ministerio de Energía. (2015). *Energía 2050: Política Energética de Chile*. Obtenido de https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/energia_2050_-_politica_energetica_de_chile.pdf

Ministerio de Energía. (2017). *Estrategia Nacional de Electromovilidad*. Obtenido de https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_electromovilidad-8dic-web.pdf

Ministerio de Energía. (2017). *Estrategia Nacional de Electromovilidad: Un camino para los vehículos eléctricos*. Santiago, Chile. Obtenido de http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_electromovilidad-8dic-web.pdf

Ministerio de Energía. (diciembre de 2017). *LEY N° 20.571 para la Generación Distribuida*. Obtenido de <https://staticmer.emol.cl/Documentos/Campo/2017/12/11/20171211145151.pdf>

Ministerio de Energía. (2018). *Ruta Energética 2018-2022*. Santiago, Chile. Obtenido de <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2018/05/rutaenergetica2018-2022.pdf>

Ministerio de Energía. (24 de junio de 2019). *Santiago se convertirá en la región con la red de caga eléctrica pública más grande de Sudamérica*. Obtenido de <http://www.energia.gob.cl/tema-de-interes/santiago-se-convertira-en-la>

Ministerio de Minería. (s.f). *¿Que es el Litio?* Obtenido de <http://www.minmineria.gob.cl/%C2%BFque-es-el-litio/>

Ministerio del Medio Ambiente. (junio de 2016). *Ley Marco para la Gestión de Residuos, Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje*. Obtenido de https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/06/Presentacion-LEY-REP-20920_Junio_2016.pdf

Ministerio del Medio Ambiente. (2018). *Tercer informe bienal de actualización de Chile sobre el cambio climático*. Obtenido de <https://mma.gob.cl/wpcontent/uploads/2018/12/3rd-BUR-Chile-SPANish.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente. (2020). *Ley de fomento al Reciclaje*. Obtenido de <https://mma.gob.cl/economia-circular/ley-de-fomento-al-reciclaje/>

Muhammad, M., Ahmeid, M., Attidekou, P., Milojevic, Z., Lambert, S., & Das, P. (2019). *Assessment of spent EV batteries for second-life application*. Newcastle University, School of Engineering, Newcastle.

National Renewable Energy Laboratory. (2020). *Battery Second-Use Repurposing Cost Calculator*. Obtenido de <https://www.nrel.gov/transportation/b2u-calculator.html>

NCE EYDE. (mayo de 2020). *Powering the European Green Dial: Key Policy trends on lithium ion batteries*. Obtenido de https://www.eydecluster.com/media/23949/policy-brief-batman_24.pdf

New York University. (enero de 2020). *Betas by Sector (US)*. Obtenido de http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

Nissan. (2020). *Nissan Leaf*. Obtenido de https://www.nissan.cl/vehiculos/nuevos/nissan-leaf.html?gclid=CjwKCAiA2O39BRBjEiwApB2Ikgc5jGk_Z4wOXwrOMNg6HLKsacGOeTfFiiNzipVwMJPTWCI4cqPUmxoCWHkQAvD_BwE

Nissan. (s.f). *Descubre xStorage de Nissan*. Obtenido de <https://www.nissan.es/experiencia-nissan/vehiculo-electrico-liderazgo/xstorage-de-nissan.html>

Norsk Elbilforening. (s.f). *Norwegian EV policy*. Obtenido de <https://elbil.no/english/norwegianev-policy/>

Organización de las Naciones Unidas. (julio de 2019). *Los combustibles fósiles comprenden la mayor parte de la huella ecológica mundial*. Obtenido de <https://unfccc.int/es/news/los-combustibles-fosiles-comprenden-la-mayor-parte-de-la-huella-ecologica-mundial>

Planete Energies. (abril de 2019). *How Do Lithium-Ion Batteries Work?* Obtenido de <https://www.planete-energies.com/en/medias/close/how-do-lithium-ion-batteries-work>

POD Point. (2020). *How long does it take to charge an electric car?* Obtenido de <https://pod-point.com/guides/driver/how-long-to-charge-an-electric-car>

Porter, M. (1979). How Competitive Forces Shape Strategy. *Harvard Business Review*.

Price, B., Dietz, E., & Richardson, J. (2012). Life Cycle Costs of Electric and Hybrid Electric Vehicle Batteries and End-of-Life Uses. *2012 IEEE International Conference on Electro/Information Technology*, (págs. 1-7). Indianapolis. doi:10.1109/EIT.2012.6220712

Relion. (octubre de 2015). *The Seven Top Uses for Rechargeable Lithium-Ion Batteries*. Obtenido de <https://relionbattery.com/blog/the-seven-top-uses-for-rechargeable-lithium-ion-batteries>

Renewable Energy World. (2020). *CEC awards \$2.9M to companies investigating second-life batteries for use in solar microgrids*. Obtenido de <https://www.renewableenergyworld.com/2020/07/09/cec-awards-2-9m-to-companies-investigating-second-life-batteries-for-use-in-solar-microgrids/#gref>

Sachon, M., Ribera, J., Zhang, D., Zhang, Y., & Castillo, C. (2017). IESE on Automotive Industry. *IESE Insight*, 10-12.

Sapag, N., Sapag, R., & Sapag, J. (2014). *Preparación y Evaluación de Proyectos* (Sexta Edición ed.). México: McGraw Hill.

Senado. (abril de 2019). *Pacientes electrodependientes: pagar por respirar*. Obtenido de <https://www.senado.cl/pacientes-electrodependientes-pagar-por-respirar/senado/2019-04-10/154340.html>

Senado. (abril de 2019). *Pacientes electrodependientes: pagar por respirar*. Obtenido de <https://www.senado.cl/pacientes-electrodependientes-pagar-por-respirar/senado/2019-04-10/154340.html>

Servicio de Impuestos Internos. (2020). *Estadísticas de Empresa*. Obtenido de http://www.sii.cl/sobre_el_sii/estadisticas_de_empresas.html

Servicio de Impuestos Internos. (2020). *NUEVA TABLA DE VIDA ÚTIL DE LOS BIENES FÍSICOS DEL ACTIVO INMOVILIZADO*. Obtenido de https://www.sii.cl/pagina/valores/bienes/tabla_vida_enero.htm

Sistema de Impuestos Internos. (2020). *Impuesto Verde a Vehículos Motorizados Nuevos*. Obtenido de http://www.sii.cl/portales/reforma_tributaria/impuestoverde.html

Solar Reviews. (2020). *Are lithium ion solar batteries the best energy storage option?* Obtenido de <https://www.solarreviews.com/blog/are-lithium-ion-the-best-solar-batteries-for-energy-storage>

Statista. (2020). *U.S. motor vehicle production from 2020 to 2025*. Obtenido de <https://www.statista.com/statistics/290835/united-states-light-vehicle-production-outlook/>

Strategic Management Insight. (febrero de 2013). *PEST & PESTEL Analysis*. Recuperado el septiembre de 2020, de <https://strategicmanagementinsight.com/tools/pest-pestel-analysis.html>

The Explorer. (noviembre de 2019). *Building a circular battery economy in Norway*.

Obtenido de <https://www.theexplorer.no/stories/energy/building-a-circular-battery-economy-in-norway/>

The Oxford Institute for Energy Studies. (junio de 2018). *Electric Vehicles and Electricity*.

Obtenido de <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2018/06/Electric-vehiclesand-electricity-Insight-36.pdf>

Tritec Intervento. (enero de 2019). <https://tritec-intervento.cl/nueva-ley-netbilling-21-118-en-reemplazo-de-la-20-571/>.

Obtenido de <https://tritec-intervento.cl/nueva-ley-netbilling-21-118-en-reemplazo-de-la-20-571/>

U.S Department of Energy. (2019). *Research Plan to Reduce, Recycle, and Recover Critical*

Materials in Lithium-Ion Batteries. Obtenido de <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2019/07/f64/112306-battery-recycling-brochure-June-2019%202-web150.pdf>

U.S Department of Energy. (2020). *Transportation Energy Data Book*. Obtenido de

<https://tedb.ornl.gov/data/>

U.S Department of Energy. (s.f). *How Do Fuel Cell Electric Vehicles Work Using Hydrogen?*

Obtenido de <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-fuel-cell-electric-cars-work>

Union of Concerned Scientists. (mayo de 2020). *Battery Reuse: A Second-life for Electric*

Vehicle Batteries. Obtenido de https://calepa.ca.gov/wp-content/uploads/sites/6/2020/07/Lithium-ion-Work-Group-Ambrose_LIB-AG-Meeting-Materials-5-27-20_a.hp_.pdf

Yongyao, X., Yunhong, Z., & Masaki, Y. (1997). Capacity Fading on Cycling of 4 V Li/LiM₂O₄ Cells. *Journal of The Electrochemical Society*, 144(8).

10 ANEXOS

Tabla 32: Empresas de venta de baterías en la Región Metropolitana.

Fuente: Elaboración propia, 2020

Empresas de venta de baterías
Punto Solar
ESOL
MacroSolar SPA
Sonnewind SPA
LedSolar Ltda
Antü Energía
Solartek
Todo Solar Chile
Buron y Buron
Upenergy
DMU Energy
Kolff

Tabla 33: Demanda Conjunta potenciales clientes de la industria.

Fuente: Elaboración propia, 2020

Año	Trimestre	Demanda Total
2015	1	17702
	2	17823
	3	17949
	4	18111
2016	1	18325
	2	18612
	3	18866
	4	19121
2017	1	19201
	2	19087
	3	18997
	4	18876
2018	1	19134
	2	19311
	3	19806
	4	20056
2019	1	20048

	2	20503
	3	20875
	4	20889
2020	1	21149
	2	21350
	3	21549
	4	28180

Tabla 34: Cálculo de Tendencia de los periodos para la demanda.

Fuente: Elaboración propia, 2020

Año	Periodos	Trimestre	Tendencia
2015	1	1	17746
	2	2	17895
	3	3	18044
	4	4	18194
2016	5	1	18343
	6	2	18492
	7	3	18642
	8	4	18791
2017	9	1	18940
	10	2	19090
	11	3	19239
	12	4	19388
2018	13	1	19538
	14	2	19687
	15	3	19836
	16	4	19986
2019	17	1	20135
	18	2	20284
	19	3	20434
	20	4	20583
2020	21	1	20732
	22	2	20882
	23	3	21031
	24	4	21181
2021	25	1	21330
	26	2	21479
	27	3	21629

	28	4	21778
2022	29	1	21927
	30	2	22077
	31	3	22226
	32	4	22375
2023	33	1	22525
	34	2	22674
	35	3	22823
	36	4	22973
2024	37	1	23122
	38	2	23271
	39	3	23421
	40	4	23570
2025	41	1	23719
	42	2	23869
	43	3	24018
	44	4	24167
2026	45	1	24317
	46	2	24466
	47	3	24615
	48	4	24765
2027	49	1	24914
	50	2	25063
	51	3	25213
	52	4	25362
2028	53	1	25511
	54	2	25661
	55	3	25810
	56	4	25959
2029	57	1	26109
	58	2	26258
	59	3	26407
	60	4	26557
2030	61	1	26706
	62	2	26855
	63	3	27005
	64	4	27154
2031	65	1	27303

	66	2	27453
	67	3	27602
	68	4	27751
2032	69	1	27901
	70	2	28050
	71	3	28199
	72	4	28349
2033	73	1	28498
	74	2	28647
	75	3	28797
	76	4	28946
2034	77	1	29095
	78	2	29245
	79	3	29394
	80	4	29543
2035	81	1	29693
	82	2	29842
	83	3	29991
	84	4	30141
2036	85	1	30290
	86	2	30439
	87	3	30589
	88	4	30738
2037	89	1	30887
	90	2	31037
	91	3	31186
	92	4	31335
2038	93	1	31485
	94	2	31634
	95	3	31783
	96	4	31933
2039	97	1	32082
	98	2	32232
	99	3	32381
	100	4	32530
2040	101	1	32680
	102	2	32829
	103	3	32978

	104	4	33128
--	-----	---	-------

Tabla 35: Resultados de pronóstico para la demanda.

Fuente: Elaboración propia, 2020

Año	Trimestre	Demanda Actual	Índice Estacional	Tendencia	Pronóstico
2015	1	17702	0.99	17746	17484
	2	17823	0.99	17895	17804
	3	17949	1.01	18044	18170
	4	18111	1.01	18194	18427
2016	1	18325	0.99	18343	18073
	2	18612	0.99	18492	18398
	3	18866	1.01	18642	18772
	4	19121	1.01	18791	19032
2017	1	19201	0.99	18940	18661
	2	19087	0.99	19090	18993
	3	18997	1.01	19239	19373
	4	18876	1.01	19388	19637
2018	1	19134	0.99	19538	19250
	2	19311	0.99	19687	19587
	3	19806	1.01	19836	19975
	4	20056	1.01	19986	20243
2019	1	20048	0.99	20135	19838
	2	20503	0.99	20284	20181
	3	20875	1.01	20434	20577
	4	20889	1.01	20583	20848
2020	1	-	0.99	20732	20427
	2	-	0.99	20882	20776
	3	-	1.01	21031	21178
	4	-	1.01	21181	21453
2021	1	-	0.99	21330	21015
	2	-	0.99	21479	21370
	3	-	1.01	21629	21780
	4	-	1.01	21778	22058
2022	1	-	0.99	21927	21604
	2	-	0.99	22077	21964
	3	-	1.01	22226	22381

	4	-	1.01	22375	22663
2023	1	-	0.99	22525	22192
	2	-	0.99	22674	22559
	3	-	1.01	22823	22983
	4	-	1.01	22973	23268
2024	1	-	0.99	23122	22781
	2	-	0.99	23271	23153
	3	-	1.01	23421	23584
	4	-	1.01	23570	23873
2025	1	-	0.99	23719	23370
	2	-	0.99	23869	23747
	3	-	1.01	24018	24186
	4	-	1.01	24167	24478
2026	1	-	0.99	24317	23958
	2	-	0.99	24466	24342
	3	-	1.01	24615	24787
	4	-	1.01	24765	25083
2027	1	-	0.99	24914	24547
	2	-	0.99	25063	24936
	3	-	1.01	25213	25389
	4	-	1.01	25362	25688
2028	1	-	0.99	25511	25135
	2	-	0.99	25661	25530
	3	-	1.01	25810	25990
	4	-	1.01	25959	26293
2029	1	-	0.99	26109	25724
	2	-	0.99	26258	26124
	3	-	1.01	26407	26592
	4	-	1.01	26557	26898
2030	1	-	0.99	26706	26312
	2	-	0.99	26855	26719
	3	-	1.01	27005	27193
	4	-	1.01	27154	27503
2031	1	-	0.99	27303	26901
	2	-	0.99	27453	27313
	3	-	1.01	27602	27795
	4	-	1.01	27751	28108
2032	1	-	0.99	27901	27489

	2	-	0.99	28050	27907
	3	-	1.01	28199	28396
	4	-	1.01	28349	28713
2033	1	-	0.99	28498	28078
	2	-	0.99	28647	28502
	3	-	1.01	28797	28998
	4	-	1.01	28946	29318
2034	1	-	0.99	29095	28666
	2	-	0.99	29245	29096
	3	-	1.01	29394	29599
	4	-	1.01	29543	29923
2035	1	-	0.99	29693	29255
	2	-	0.99	29842	29690
	3	-	1.01	29991	30201
	4	-	1.01	30141	30528
2036	1	-	0.99	30290	29844
	2	-	0.99	30439	30285
	3	-	1.01	30589	30802
	4	-	1.01	30738	31133
2037	1	-	0.99	30887	30432
	2	-	0.99	31037	30879
	3	-	1.01	31186	31404
	4	-	1.01	31335	31738
2038	1	-	0.99	31485	31021
	2	-	0.99	31634	31473
	3	-	1.01	31783	32005
	4	-	1.01	31933	32343
2039	1	-	0.99	32082	31609
	2	-	0.99	32232	32068
	3	-	1.01	32381	32607
	4	-	1.01	32530	32948
2040	1	-	0.99	32680	32198
	2	-	0.99	32829	32662
	3	-	1.01	32978	33209
	4	-	1.01	33128	33553

Tabla 36: Oferta actual de baterías de segunda vida.

Fuente: Elaboración propia, 2020

Año	Trimestre	Oferta Actual
2020	1	5.00
	2	12.00
	3	12.00
	4	3.00
2021	1	3.00
	2	8.00
	3	7.00
	4	4.00
2022	1	12.00
	2	53.00
	3	27.00
	4	45.00
2023	1	44.00
	2	32.00
	3	68.00
	4	53.00
2024	1	57.00
	2	77.00
	3	106.00
	4	62.00

Tabla 37: Cálculo de Tendencia de los periodos para pronóstico conservador de la oferta.

Fuente: Elaboración propia, 2020

Año	Periodos	Trimestre	Tendencia
2022	1	1	27.42
	2	2	32.07
	3	3	36.72
	4	4	41.37
2023	5	1	46.02

	6	2	50.67
	7	3	55.33
	8	4	59.98
2024	9	1	64.63
	10	2	69.28
	11	3	73.93
	12	4	78.58
2025	13	1	83.23
	14	2	87.88
	15	3	92.53
	16	4	97.18
2026	17	1	101.83
	18	2	106.48
	19	3	111.13
	20	4	115.78
2027	21	1	120.43
	22	2	125.08
	23	3	129.74
	24	4	134.39
2028	25	1	139.04
	26	2	143.69
	27	3	148.34
	28	4	152.99
2029	29	1	157.64
	30	2	162.29
	31	3	166.94
	32	4	171.59
2030	33	1	176.24
	34	2	180.89
	35	3	185.54
	36	4	190.19
2031	37	1	194.84
	38	2	199.50
	39	3	204.15
	40	4	208.80
2032	41	1	213.45
	42	2	218.10
	43	3	222.75

	44	4	227.40
2033	45	1	232.05
	46	2	236.70
	47	3	241.35
	48	4	246.00
2034	49	1	250.65
	50	2	255.30
	51	3	259.95
	52	4	264.60
2035	53	1	269.25
	54	2	273.91
	55	3	278.56
	56	4	283.21
2036	57	1	287.86
	58	2	292.51
	59	3	297.16
	60	4	301.81
2037	61	1	306.46
	62	2	311.11
	63	3	315.76
	64	4	320.41
2038	65	1	325.06
	66	2	329.71
	67	3	334.36
	68	4	339.01
2039	69	1	343.67
	70	2	348.32
	71	3	352.97
	72	4	357.62
2040	73	1	362.27
	74	2	366.92
	75	3	371.57
	76	4	376.22

Tabla 38: Resultados de pronóstico conservador para la oferta.**Fuente:** Elaboración propia, 2020

Año	Trimestre	Oferta Actual	Índice Estacional	Tendencia	Pronóstico
2022	1	12.00	0.71	27.42	19.49
	2	53.00	1.02	32.07	32.68
	3	27.00	1.26	36.72	46.42
	4	45.00	1.01	41.37	41.63
2023	1	44.00	0.71	46.02	32.71
	2	32.00	1.02	50.67	51.63
	3	68.00	1.26	55.33	69.94
	4	53.00	1.01	59.98	60.35
2024	1	57.00	0.71	64.63	45.93
	2	77.00	1.02	69.28	70.58
	3	106.00	1.26	73.93	93.46
	4	62.00	1.01	78.58	79.07
2025	1		0.71	83.23	59.15
	2		1.02	87.88	89.54
	3		1.26	92.53	116.97
	4		1.01	97.18	97.79
2026	1		0.71	101.83	72.37
	2		1.02	106.48	108.49
	3		1.26	111.13	140.49
	4		1.01	115.78	116.51
2027	1		0.71	120.43	85.59
	2		1.02	125.08	127.45
	3		1.26	129.74	164.01
	4		1.01	134.39	135.23
2028	1		0.71	139.04	98.81
	2		1.02	143.69	146.40
	3		1.26	148.34	187.52
	4		1.01	152.99	153.95
2029	1		0.71	157.64	112.03
	2		1.02	162.29	165.35
	3		1.26	166.94	211.04
	4		1.01	171.59	172.67

2030	1		0.71	176.24	125.25
	2		1.02	180.89	184.31
	3		1.26	185.54	234.55
	4		1.01	190.19	191.39
2031	1		0.71	194.84	138.47
	2		1.02	199.50	203.26
	3		1.26	204.15	258.07
	4		1.01	208.80	210.11
2032	1		0.71	213.45	151.70
	2		1.02	218.10	222.21
	3		1.26	222.75	281.59
	4		1.01	227.40	228.83
2033	1		0.71	232.05	164.92
	2		1.02	236.70	241.17
	3		1.26	241.35	305.10
	4		1.01	246.00	247.55
2034	1		0.71	250.65	178.14
	2		1.02	255.30	260.12
	3		1.26	259.95	328.62
	4		1.01	264.60	266.27
2035	1		0.71	269.25	191.36
	2		1.02	273.91	279.07
	3		1.26	278.56	352.14
	4		1.01	283.21	284.99
2036	1		0.71	287.86	204.58
	2		1.02	292.51	298.03
	3		1.26	297.16	375.65
	4		1.01	301.81	303.71
2037	1		0.71	306.46	217.80
	2		1.02	311.11	316.98
	3		1.26	315.76	399.17
	4		1.01	320.41	322.43
2038	1		0.71	325.06	231.02
	2		1.02	329.71	335.93
	3		1.26	334.36	422.69
	4		1.01	339.01	341.15
2039	1		0.71	343.67	244.24
	2		1.02	348.32	354.89

	3		1.26	352.97	446.20
	4		1.01	357.62	359.87
2040	1		0.71	362.27	257.46
	2		1.02	366.92	373.84
	3		1.26	371.57	469.72
	4		1.01	376.22	378.59

Tabla 39: Resultados de pronóstico optimista para la oferta.

Fuente: Elaboración propia, 2020

Año	Trimestre	Pronóstico
2022	1	19.49
	2	32.68
	3	46.42
	4	41.63
2023	1	32.71
	2	51.63
	3	69.94
	4	60.35
2024	1	45.93
	2	70.58
	3	93.46
	4	79.07
2025	1	105.88
	2	160.27
	3	209.38
	4	175.05
2026	1	129.54
	2	194.20
	3	251.48
	4	208.56
2027	1	153.21
	2	228.13
	3	293.57
	4	242.06

2028	1	176.87
	2	262.05
	3	335.66
	4	275.57
2029	1	200.54
	2	295.98
	3	377.76
	4	309.08
2030	1	224.20
	2	329.91
	3	419.85
	4	342.59
2031	1	247.87
	2	363.83
	3	461.95
	4	376.10
2032	1	271.53
	2	397.76
	3	504.04
	4	409.60
2033	1	295.20
	2	431.69
	3	546.14
	4	443.11
2034	1	318.86
	2	465.61
	3	588.23
	4	476.62
2035	1	342.53
	2	499.54
	3	630.33
	4	510.13
2036	1	366.19
	2	533.47
	3	672.42
	4	543.64
2037	1	389.86
	2	567.40

	3	714.51
	4	577.14
2038	1	413.52
	2	601.32
	3	756.61
	4	610.65
2039	1	437.19
	2	635.25
	3	798.70
	4	644.16
2040	1	460.85
	2	669.18
	3	840.80
	4	677.67

Tabla 40: Precio de batería nueva y respectivo valor residual promedio.

Fuente: Battery second life: Hype, hope or reality? A critical review of the state of the art, Martinez-Laserna et al, 2018

Precio Batería Nueva [USD/KWh]	Valor Residual Promedio [USD/KWh]
250	85.5
150	44.75

Tabla 41: Precio de batería nueva y respectivo costo de reacondicionamiento promedio.

Fuente: Battery second life: Hype, hope or reality? A critical review of the state of the art, Martinez-Laserna et al, 2018

Precio Batería Nueva [USD/KWh]	Costo de Reacondicionamiento [USD/KWh]
250	39.25
150	30.25

Tabla 42: Flujo de caja conservador 5% de participación de mercado con financiación.

Fuente: Elaboración propia, 2020

2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
\$ 73,432	\$ 72,633	\$ 70,563	\$ 67,223	\$ 62,614	\$ 56,734	\$ 49,585	\$ 41,166	\$ 31,476	\$ 20,517
\$ -8,704	\$ -6,428	\$ -3,636	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -28,315	\$ -30,237	\$ -32,045	\$ -33,738	\$ -35,318	\$ -36,783	\$ -38,134	\$ -39,370	\$ -40,492	\$ -41,500
\$ 36,414	\$ 35,967	\$ 34,883	\$ 33,485	\$ 27,296	\$ 19,952	\$ 11,451	\$ 1,796	\$ -9,016	\$ -20,983
\$ -317	\$ -317	\$ -317	\$ -317	\$ -317	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -9,016
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 36,097	\$ 35,651	\$ 34,566	\$ 33,168	\$ 26,979	\$ 19,952	\$ 11,451	\$ 1,796	\$ -9,016	\$ -29,999
\$ -9,746	\$ -9,626	\$ -9,333	\$ -8,955	\$ -7,284	\$ -5,387	\$ -3,092	\$ -485	\$ -	\$ -
\$ 26,351	\$ 26,025	\$ 25,233	\$ 24,213	\$ 19,695	\$ 14,565	\$ 8,360	\$ 1,311	\$ -9,016	\$ -29,999
\$ 317	\$ 317	\$ 317	\$ 317	\$ 317	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 9,016
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 26,668	\$ 26,342	\$ 25,550	\$ 24,529	\$ 20,012	\$ 14,565	\$ 8,360	\$ 1,311	\$ -9,016	\$ -20,983
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 26,668	\$ 26,342	\$ 25,550	\$ 24,529	\$ 20,012	\$ 14,565	\$ 8,360	\$ 1,311	\$ -9,016	\$ -20,983

Flujo de caja	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingreso	\$ -	\$ 3,136	\$ 19,531	\$ 28,084	\$ 43,053	\$ 51,562	\$ 58,382	\$ 63,932	\$ 68,212	\$ 71,222	\$ 72,962
Costo de obtención	\$ -	\$ -1,306	\$ -7,022	\$ -8,505	\$ -10,597	\$ -11,489	\$ -12,319	\$ -12,631	\$ -12,425	\$ -11,702	\$ -10,462
Costo de recondicionamiento	\$ -	\$ -1,005	\$ -6,015	\$ -8,298	\$ -12,181	\$ -14,381	\$ -16,989	\$ -19,483	\$ -21,862	\$ -24,127	\$ -26,278
Margen Operacional	\$ -	\$ 826	\$ 6,493	\$ 11,281	\$ 20,275	\$ 25,692	\$ 29,074	\$ 31,818	\$ 33,924	\$ 35,392	\$ 36,222
Depreciación	\$ -	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -1,339	\$ -339	\$ -339	\$ -317
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -6,872	\$ -1,205	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Intereses	\$ -	\$ -5,129	\$ -4,831	\$ -4,499	\$ -4,127	\$ -3,713	\$ -3,251	\$ -2,735	\$ -2,160	\$ -1,517	\$ -800
Utilidad antes de impuesto	\$ -	\$ -12,862	\$ -13,769	\$ -2,981	\$ 7,589	\$ 13,420	\$ 17,264	\$ 27,744	\$ 31,426	\$ 33,536	\$ 35,105
Impuesto	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -2,049	\$ -3,623	\$ -4,661	\$ -7,491	\$ -8,485	\$ -9,055	\$ -9,478
Utilidad despues de impuesto	\$ -	\$ -12,862	\$ -13,769	\$ -2,981	\$ 5,540	\$ 9,796	\$ 12,603	\$ 20,253	\$ 22,941	\$ 24,482	\$ 25,627
Depreciación	\$ -	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 1,339	\$ 339	\$ 339	\$ 317
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -6,872	\$ 1,205	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Amortización	\$ -	\$ -2,569	\$ -2,867	\$ -3,199	\$ -3,570	\$ -3,985	\$ -4,447	\$ -4,963	\$ -5,538	\$ -6,181	\$ -6,898
Inversión	\$ -55,270	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de Trabajo	\$ -5,527	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo antes de financiamiento	\$ -60,797	\$ -6,872	\$ -1,205	\$ 3,583	\$ 10,528	\$ 14,371	\$ 16,715	\$ 16,630	\$ 17,742	\$ 18,640	\$ 19,046
Préstamo	\$ 44,216	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo neto	\$ -16,581	\$ -6,872	\$ -1,205	\$ 3,583	\$ 10,528	\$ 14,371	\$ 16,715	\$ 16,630	\$ 17,742	\$ 18,640	\$ 19,046

Tabla 43: Flujo de caja conservador 5% participación de mercado sin financiación.**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
\$ 73,432	\$ 72,633	\$ 70,563	\$ 67,223	\$ 62,614	\$ 56,734	\$ 49,585	\$ 41,166	\$ 31,476	\$ 20,517
\$ -8,704	\$ -6,428	\$ -3,636	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -28,315	\$ -30,237	\$ -32,045	\$ -33,738	\$ -35,318	\$ -36,783	\$ -38,134	\$ -39,370	\$ -40,492	\$ -41,500
\$ 36,414	\$ 35,967	\$ 34,883	\$ 33,485	\$ 27,296	\$ 19,952	\$ 11,451	\$ 1,796	\$ -9,016	\$ -20,983
\$ -317	\$ -317	\$ -317	\$ -317	\$ -317	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -9,016
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 36,097	\$ 35,651	\$ 34,566	\$ 33,168	\$ 26,979	\$ 19,952	\$ 11,451	\$ 1,796	\$ -9,016	\$ -29,999
\$ -9,746	\$ -9,626	\$ -9,333	\$ -8,955	\$ -7,284	\$ -5,387	\$ -3,092	\$ -485	\$ -	\$ -
\$ 26,351	\$ 26,025	\$ 25,233	\$ 24,213	\$ 19,695	\$ 14,565	\$ 8,360	\$ 1,311	\$ -9,016	\$ -29,999
\$ 317	\$ 317	\$ 317	\$ 317	\$ 317	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 9,016
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 26,668	\$ 26,342	\$ 25,550	\$ 24,529	\$ 20,012	\$ 14,565	\$ 8,360	\$ 1,311	\$ -9,016	\$ -20,983
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 26,668	\$ 26,342	\$ 25,550	\$ 24,529	\$ 20,012	\$ 14,565	\$ 8,360	\$ 1,311	\$ -9,016	\$ -20,983

Flujo de caja	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingreso	\$ -	\$ 3,136	\$ 19,531	\$ 28,084	\$ 43,053	\$ 51,562	\$ 58,382	\$ 63,932	\$ 68,212	\$ 71,222	\$ 72,962
Costo de obtención	\$ -	\$ -1,306	\$ -7,022	\$ -8,505	\$ -10,597	\$ -11,489	\$ -12,319	\$ -12,631	\$ -12,425	\$ -11,702	\$ -10,462
Costo de reacondicionamiento	\$ -	\$ -1,005	\$ -6,015	\$ -8,298	\$ -12,181	\$ -14,381	\$ -16,989	\$ -19,483	\$ -21,862	\$ -24,127	\$ -26,278
Margen Operacional	\$ -	\$ 826	\$ 6,493	\$ 11,281	\$ 20,275	\$ 25,692	\$ 29,074	\$ 31,818	\$ 33,924	\$ 35,392	\$ 36,222
Depreciación	\$ -	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -1,339	\$ -339	\$ -339	\$ -317
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Intereses	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad antes de impuesto	\$ -	\$ -7,733	\$ -2,066	\$ 2,722	\$ 11,716	\$ 17,133	\$ 20,515	\$ 30,479	\$ 33,586	\$ 35,053	\$ 35,905
Impuesto	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -735	\$ -3,163	\$ -4,626	\$ -5,539	\$ -8,229	\$ -9,068	\$ -9,464	\$ -9,694
Utilidad después de impuesto	\$ -	\$ -7,733	\$ -2,066	\$ 1,987	\$ 8,553	\$ 12,507	\$ 14,976	\$ 22,250	\$ 24,517	\$ 25,589	\$ 26,211
Depreciación	\$ -	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 1,339	\$ 339	\$ 339	\$ 317
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Amortización	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Inversión	\$ -55,270	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de Trabajo	\$ -5,527	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo antes de financiamiento	\$ -60,797	\$ 826	\$ 6,493	\$ 10,546	\$ 17,112	\$ 21,066	\$ 23,535	\$ 23,589	\$ 24,856	\$ 25,928	\$ 26,528
Préstamo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo neto	\$ -60,797	\$ 826	\$ 6,493	\$ 10,546	\$ 17,112	\$ 21,066	\$ 23,535	\$ 23,589	\$ 24,856	\$ 25,928	\$ 26,528

Tabla 44: Flujo de caja conservador 3% participación de mercado con financiación.
Fuente: Elaboración propia, 2020.

2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
\$ 44,059	\$ 43,580	\$ 42,338	\$ 40,334	\$ 37,568	\$ 34,041	\$ 29,751	\$ 24,699	\$ 18,886	\$ 12,310
\$ -5,222	\$ -3,857	\$ -2,181	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -16,989	\$ -18,142	\$ -19,227	\$ -20,243	\$ -21,191	\$ -22,070	\$ -22,880	\$ -23,622	\$ -24,295	\$ -24,900
\$ 21,848	\$ 21,580	\$ 20,930	\$ 20,091	\$ 16,378	\$ 11,971	\$ 6,871	\$ 1,077	\$ -5,409	\$ -12,590
\$ -317	\$ -317	\$ -317	\$ -317	\$ -317	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -5,409
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 21,532	\$ 21,264	\$ 20,613	\$ 19,774	\$ 16,061	\$ 11,971	\$ 6,871	\$ 1,077	\$ -5,409	\$ -17,999
\$ -5,814	\$ -5,741	\$ -5,565	\$ -5,339	\$ -4,336	\$ -3,232	\$ -1,855	\$ -291	\$ -	\$ -
\$ 15,718	\$ 15,522	\$ 15,047	\$ 14,435	\$ 11,725	\$ 8,739	\$ 5,016	\$ 787	\$ -5,409	\$ -17,999
\$ 317	\$ 317	\$ 317	\$ 317	\$ 317	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5,409
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 16,035	\$ 15,839	\$ 15,364	\$ 14,752	\$ 12,041	\$ 8,739	\$ 5,016	\$ 787	\$ -5,409	\$ -12,590
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 16,035	\$ 15,839	\$ 15,364	\$ 14,752	\$ 12,041	\$ 8,739	\$ 5,016	\$ 787	\$ -5,409	\$ -12,590

Flujo de caja	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingreso	\$ -	\$ 1,882	\$ 11,718	\$ 16,851	\$ 25,832	\$ 30,937	\$ 35,029	\$ 38,359	\$ 40,927	\$ 42,733	\$ 43,777
Costo de obtención	\$ -	\$ -783	\$ -4,213	\$ -5,103	\$ -6,358	\$ -6,893	\$ -7,391	\$ -7,578	\$ -7,455	\$ -7,021	\$ -6,277
Costo de reacondicionamiento	\$ -	\$ -603	\$ -3,609	\$ -4,979	\$ -7,309	\$ -8,629	\$ -10,193	\$ -11,690	\$ -13,117	\$ -14,476	\$ -15,767
Margen Operacional	\$ -	\$ 495	\$ 3,896	\$ 6,769	\$ 12,165	\$ 15,415	\$ 17,444	\$ 19,091	\$ 20,355	\$ 21,235	\$ 21,733
Depreciación	\$ -	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -1,339	\$ -339	\$ -339	\$ -317
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -7,203	\$ -3,802	\$ -929	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Intereses	\$ -	\$ -5,129	\$ -4,831	\$ -4,499	\$ -4,127	\$ -3,713	\$ -3,251	\$ -2,735	\$ -2,160	\$ -1,517	\$ -800
Utilidad antes de impuesto	\$ -	\$ -13,193	\$ -16,697	\$ -10,091	\$ -1,450	\$ 3,143	\$ 5,635	\$ 15,017	\$ 17,856	\$ 19,379	\$ 20,616
Impuesto	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -849	\$ -1,521	\$ -4,055	\$ -4,821	\$ -5,232	\$ -5,566
Utilidad después de impuesto	\$ -	\$ -13,193	\$ -16,697	\$ -10,091	\$ -1,450	\$ 2,294	\$ 4,113	\$ 10,962	\$ 13,035	\$ 14,147	\$ 15,050
Depreciación	\$ -	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 1,339	\$ 339	\$ 339	\$ 317
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -7,203	\$ 3,802	\$ 929	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Amortización	\$ -	\$ -2,569	\$ -2,867	\$ -3,199	\$ -3,570	\$ -3,985	\$ -4,447	\$ -4,963	\$ -5,538	\$ -6,181	\$ -6,898
Inversión	\$ -55,270	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de Trabajo	\$ -5,527	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo antes de financiamiento	\$ -60,797	\$ -7,203	\$ -3,802	\$ -929	\$ 4,467	\$ 6,869	\$ 8,225	\$ 7,339	\$ 7,836	\$ 8,305	\$ 8,469
Préstamo	\$ 44,216	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo neto	\$ -16,581	\$ -7,203	\$ -3,802	\$ -929	\$ 4,467	\$ 6,869	\$ 8,225	\$ 7,339	\$ 7,836	\$ 8,305	\$ 8,469

Tabla 45: Flujo de caja conservador 3% participación de mercado sin financiación.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
\$ 44,059	\$ 43,580	\$ 42,338	\$ 40,334	\$ 37,568	\$ 34,041	\$ 29,751	\$ 24,699	\$ 18,886	\$ 12,310
\$ -5,222	\$ -3,857	\$ -2,181	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -16,989	\$ -18,142	\$ -19,227	\$ -20,243	\$ -21,191	\$ -22,070	\$ -22,880	\$ -23,622	\$ -24,295	\$ -24,900
\$ 21,848	\$ 21,580	\$ 20,930	\$ 20,091	\$ 16,378	\$ 11,971	\$ 6,871	\$ 1,077	\$ -5,409	\$ -12,590
\$ -317	\$ -317	\$ -317	\$ -317	\$ -317	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -5,409
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 21,532	\$ 21,264	\$ 20,613	\$ 19,774	\$ 16,061	\$ 11,971	\$ 6,871	\$ 1,077	\$ -5,409	\$ -17,999
\$ -5,814	\$ -5,741	\$ -5,565	\$ -5,339	\$ -4,336	\$ -3,232	\$ -1,855	\$ -291	\$ -	\$ -
\$ 15,718	\$ 15,522	\$ 15,047	\$ 14,435	\$ 11,725	\$ 8,739	\$ 5,016	\$ 787	\$ -5,409	\$ -17,999
\$ 317	\$ 317	\$ 317	\$ 317	\$ 317	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5,409
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 16,035	\$ 15,839	\$ 15,364	\$ 14,752	\$ 12,041	\$ 8,739	\$ 5,016	\$ 787	\$ -5,409	\$ -12,590
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 16,035	\$ 15,839	\$ 15,364	\$ 14,752	\$ 12,041	\$ 8,739	\$ 5,016	\$ 787	\$ -5,409	\$ -12,590

Flujo de caja	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingreso	\$ -	\$ 1,882	\$ 11,718	\$ 16,851	\$ 25,832	\$ 30,937	\$ 35,029	\$ 38,359	\$ 40,927	\$ 42,733	\$ 43,777
Costo de obtención	\$ -	\$ -783	\$ -4,213	\$ -5,103	\$ -6,358	\$ -6,893	\$ -7,391	\$ -7,578	\$ -7,455	\$ -7,021	\$ -6,277
Costo de recondicionamiento	\$ -	\$ -603	\$ -3,609	\$ -4,979	\$ -7,309	\$ -8,629	\$ -10,193	\$ -11,690	\$ -13,117	\$ -14,476	\$ -15,767
Margen Operacional	\$ -	\$ 495	\$ 3,896	\$ 6,769	\$ 12,165	\$ 15,415	\$ 17,444	\$ 19,091	\$ 20,355	\$ 21,235	\$ 21,733
Depreciación	\$ -	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -1,339	\$ -339	\$ -339	\$ -317
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Intereses	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad antes de impuesto	\$ -	\$ -8,064	\$ -4,663	\$ -1,790	\$ 3,606	\$ 6,856	\$ 8,886	\$ 17,752	\$ 20,016	\$ 20,897	\$ 21,417
Impuesto	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -974	\$ -1,851	\$ -2,399	\$ -4,793	\$ -5,404	\$ -5,642	\$ -5,782
Utilidad despues de impuesto	\$ -	\$ -8,064	\$ -4,663	\$ -1,790	\$ 2,632	\$ 5,005	\$ 6,486	\$ 12,959	\$ 14,611	\$ 15,254	\$ 15,634
Depreciación	\$ -	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 1,339	\$ 339	\$ 339	\$ 317
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Amortización	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Inversión	\$ -55,270	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de Trabajo	\$ -5,527	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo antes de financiamiento	\$ -60,797	\$ 495	\$ 3,896	\$ 6,769	\$ 11,191	\$ 13,564	\$ 15,045	\$ 14,298	\$ 14,950	\$ 15,593	\$ 15,951
Préstamo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo neto	\$ -60,797	\$ 495	\$ 3,896	\$ 6,769	\$ 11,191	\$ 13,564	\$ 15,045	\$ 14,298	\$ 14,950	\$ 15,593	\$ 15,951

Tabla 46: Flujo de caja conservador 2% participación de mercado con financiación.
Fuente: Elaboración propia, 2020.

2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
\$ 29,373	\$ 29,053	\$ 28,225	\$ 26,889	\$ 25,046	\$ 22,694	\$ 19,834	\$ 16,466	\$ 12,591	\$ 8,207
\$ -3,482	\$ -2,571	\$ -1,454	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -11,326	\$ -12,095	\$ -12,818	\$ -13,495	\$ -14,127	\$ -14,713	\$ -15,253	\$ -15,748	\$ -16,197	\$ -16,600
\$ 14,566	\$ 14,387	\$ 13,953	\$ 13,394	\$ 10,918	\$ 7,981	\$ 4,581	\$ 718	\$ -3,606	\$ -8,393
\$ -317	\$ -317	\$ -317	\$ -317	\$ -317	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -3,606
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 14,249	\$ 14,070	\$ 13,636	\$ 13,077	\$ 10,602	\$ 7,981	\$ 4,581	\$ 718	\$ -3,606	\$ -11,999
\$ -3,847	\$ -3,799	\$ -3,682	\$ -3,531	\$ -2,862	\$ -2,155	\$ -1,237	\$ -194	\$ -	\$ -
\$ 10,402	\$ 10,271	\$ 9,955	\$ 9,546	\$ 7,739	\$ 5,826	\$ 3,344	\$ 524	\$ -3,606	\$ -11,999
\$ 317	\$ 317	\$ 317	\$ 317	\$ 317	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 3,606
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 10,718	\$ 10,588	\$ 10,271	\$ 9,863	\$ 8,056	\$ 5,826	\$ 3,344	\$ 524	\$ -3,606	\$ -8,393
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 10,718	\$ 10,588	\$ 10,271	\$ 9,863	\$ 8,056	\$ 5,826	\$ 3,344	\$ 524	\$ -3,606	\$ -8,393

Flujo de caja	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingreso	\$ -	\$ 1,255	\$ 7,812	\$ 11,234	\$ 17,221	\$ 20,625	\$ 23,353	\$ 25,573	\$ 27,285	\$ 28,489	\$ 29,185
Costo de obtención	\$ -	\$ -522	\$ -2,809	\$ -3,402	\$ -4,239	\$ -4,596	\$ -4,927	\$ -5,052	\$ -4,970	\$ -4,681	\$ -4,185
Costo de reacondicionamiento	\$ -	\$ -402	\$ -2,406	\$ -3,319	\$ -4,873	\$ -5,752	\$ -6,796	\$ -7,793	\$ -8,745	\$ -9,651	\$ -10,511
Margen Operacional	\$ -	\$ 330	\$ 2,597	\$ 4,513	\$ 8,110	\$ 10,277	\$ 11,630	\$ 12,727	\$ 13,570	\$ 14,157	\$ 14,489
Depreciación	\$ -	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -1,339	\$ -339	\$ -339	\$ -317
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -7,368	\$ -5,101	\$ -3,185	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Intereses	\$ -	\$ -5,129	\$ -4,831	\$ -4,499	\$ -4,127	\$ -3,713	\$ -3,251	\$ -2,735	\$ -2,160	\$ -1,517	\$ -800
Utilidad antes de impuesto	\$ -	\$ -13,358	\$ -18,160	\$ -13,645	\$ -7,762	\$ -1,995	\$ -180	\$ 8,653	\$ 11,071	\$ 12,301	\$ 13,372
Impuesto	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -2,336	\$ -2,989	\$ -3,321	\$ -3,610
Utilidad después de impuesto	\$ -	\$ -13,358	\$ -18,160	\$ -13,645	\$ -7,762	\$ -1,995	\$ -180	\$ 6,317	\$ 8,082	\$ 8,980	\$ 9,762
Depreciación	\$ -	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 1,339	\$ 339	\$ 339	\$ 317
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ 7,368	\$ 5,101	\$ 3,185	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Amortización	\$ -	\$ -2,569	\$ -2,867	\$ -3,199	\$ -3,570	\$ -3,985	\$ -4,447	\$ -4,963	\$ -5,538	\$ -6,181	\$ -6,898
Inversión	\$ -55,270	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de Trabajo	\$ -5,527	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo antes de financiamiento	\$ -60,797	\$ -7,368	\$ -5,101	\$ -3,185	\$ 412	\$ 2,579	\$ 3,932	\$ 2,693	\$ 2,883	\$ 3,138	\$ 3,181
Préstamo	\$ 44,216	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo neto	\$ -16,581	\$ -7,368	\$ -5,101	\$ -3,185	\$ 412	\$ 2,579	\$ 3,932	\$ 2,693	\$ 2,883	\$ 3,138	\$ 3,181

Tabla 47: Flujo de caja conservador 2% de participación de mercado sin financiación.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
\$ 29,373	\$ 29,053	\$ 28,225	\$ 26,889	\$ 25,046	\$ 22,694	\$ 19,834	\$ 16,466	\$ 12,591	\$ 8,207
\$ -3,482	\$ -2,571	\$ -1,454	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -11,326	\$ -12,095	\$ -12,818	\$ -13,495	\$ -14,127	\$ -14,713	\$ -15,253	\$ -15,748	\$ -16,197	\$ -16,600
\$ 14,566	\$ 14,387	\$ 13,953	\$ 13,394	\$ 10,918	\$ 7,981	\$ 4,581	\$ 718	\$ -3,606	\$ -8,393
\$ -317	\$ -317	\$ -317	\$ -317	\$ -317	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -3,606
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 14,249	\$ 14,070	\$ 13,636	\$ 13,077	\$ 10,602	\$ 7,981	\$ 4,581	\$ 718	\$ -3,606	\$ -11,999
\$ -3,847	\$ -3,799	\$ -3,682	\$ -3,531	\$ -2,862	\$ -2,155	\$ -1,237	\$ -194	\$ -	\$ -
\$ 10,402	\$ 10,271	\$ 9,955	\$ 9,546	\$ 7,739	\$ 5,826	\$ 3,344	\$ 524	\$ -3,606	\$ -11,999
\$ 317	\$ 317	\$ 317	\$ 317	\$ 317	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 3,606
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 10,718	\$ 10,588	\$ 10,271	\$ 9,863	\$ 8,056	\$ 5,826	\$ 3,344	\$ 524	\$ -3,606	\$ -8,393
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 10,718	\$ 10,588	\$ 10,271	\$ 9,863	\$ 8,056	\$ 5,826	\$ 3,344	\$ 524	\$ -3,606	\$ -8,393

Flujo de caja	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingreso	\$ -	\$ 1,255	\$ 7,812	\$ 11,234	\$ 17,221	\$ 20,625	\$ 23,353	\$ 25,573	\$ 27,285	\$ 28,489	\$ 29,185
Costo de obtención	\$ -	\$ -522	\$ -2,809	\$ -3,402	\$ -4,239	\$ -4,596	\$ -4,927	\$ -5,052	\$ -4,970	\$ -4,681	\$ -4,185
Costo de reacondicionamiento	\$ -	\$ -402	\$ -2,406	\$ -3,319	\$ -4,873	\$ -5,752	\$ -6,796	\$ -7,793	\$ -8,745	\$ -9,651	\$ -10,511
Margen Operacional	\$ -	\$ 330	\$ 2,597	\$ 4,513	\$ 8,110	\$ 10,277	\$ 11,630	\$ 12,727	\$ 13,570	\$ 14,157	\$ 14,489
Depreciación	\$ -	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -1,339	\$ -339	\$ -339	\$ -317
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Intereses	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad antes de impuesto	\$ -	\$ -8,229	\$ -5,962	\$ -4,046	\$ -449	\$ 1,718	\$ 3,071	\$ 11,388	\$ 13,231	\$ 13,818	\$ 14,172
Impuesto	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -464	\$ -829	\$ -3,075	\$ -3,572	\$ -3,731	\$ -3,826
Utilidad después de impuesto	\$ -	\$ -8,229	\$ -5,962	\$ -4,046	\$ -449	\$ 1,254	\$ 2,242	\$ 8,314	\$ 9,659	\$ 10,087	\$ 10,346
Depreciación	\$ -	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 1,339	\$ 339	\$ 339	\$ 317
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Amortización	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Inversión	\$ -55,270	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de Trabajo	\$ -5,527	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo antes de financiamiento	\$ -60,797	\$ 330	\$ 2,597	\$ 4,513	\$ 8,110	\$ 9,813	\$ 10,801	\$ 9,652	\$ 9,997	\$ 10,426	\$ 10,662
Préstamo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo neto	\$ -60,797	\$ 330	\$ 2,597	\$ 4,513	\$ 8,110	\$ 9,813	\$ 10,801	\$ 9,652	\$ 9,997	\$ 10,426	\$ 10,662

Tabla 48: Flujo de caja conservador 1% de participación de mercado con financiación.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
\$ 14,686	\$ 14,527	\$ 14,113	\$ 13,445	\$ 12,523	\$ 11,347	\$ 9,917	\$ 8,233	\$ 6,295	\$ 4,103
\$ -1,741	\$ -1,286	\$ -727	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -5,663	\$ -6,047	\$ -6,409	\$ -6,748	\$ -7,064	\$ -7,357	\$ -7,627	\$ -7,874	\$ -8,098	\$ -8,300
\$ 7,283	\$ 7,193	\$ 6,977	\$ 6,697	\$ 5,459	\$ 3,990	\$ 2,290	\$ 359	\$ -1,803	\$ -4,197
\$ -317	\$ -317	\$ -317	\$ -317	\$ -317	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -1,682	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -1,803
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 5,284	\$ 6,877	\$ 6,660	\$ 6,380	\$ 5,143	\$ 3,990	\$ 2,290	\$ 359	\$ -1,803	\$ -6,000
\$ -1,427	\$ -1,857	\$ -1,798	\$ -1,723	\$ -1,368	\$ -1,077	\$ -618	\$ -97	\$ -	\$ -
\$ 3,857	\$ 5,020	\$ 4,862	\$ 4,658	\$ 3,754	\$ 2,913	\$ 1,672	\$ 262	\$ -1,803	\$ -6,000
\$ 317	\$ 317	\$ 317	\$ 317	\$ 317	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 1,682	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1,803
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 5,856	\$ 5,337	\$ 5,178	\$ 4,974	\$ 4,071	\$ 2,913	\$ 1,672	\$ 262	\$ -1,803	\$ -4,197
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 5,856	\$ 5,337	\$ 5,178	\$ 4,974	\$ 4,071	\$ 2,913	\$ 1,672	\$ 262	\$ -1,803	\$ -4,197

Flujo de caja	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingreso	\$ -	\$ 627	\$ 3,906	\$ 5,617	\$ 8,611	\$ 10,312	\$ 11,676	\$ 12,786	\$ 13,642	\$ 14,244	\$ 14,592
Costo de obtención	\$ -	\$ -261	\$ -1,404	\$ -1,701	\$ -2,119	\$ -2,298	\$ -2,464	\$ -2,526	\$ -2,485	\$ -2,340	\$ -2,092
Costo de recondicionamiento	\$ -	\$ -201	\$ -1,203	\$ -1,660	\$ -2,436	\$ -2,876	\$ -3,398	\$ -3,897	\$ -4,372	\$ -4,825	\$ -5,256
Margen Operacional	\$ -	\$ 165	\$ 1,299	\$ 2,256	\$ 4,055	\$ 5,138	\$ 5,815	\$ 6,364	\$ 6,785	\$ 7,078	\$ 7,244
Depreciación	\$ -	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -1,339	\$ -339	\$ -339	\$ -317
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -7,533	\$ -6,399	\$ -5,442	\$ -3,643	\$ -2,559	\$ -1,883	\$ -1,444	\$ -1,680	\$ -1,576
Intereses	\$ -	\$ -5,129	\$ -4,831	\$ -4,499	\$ -4,127	\$ -3,713	\$ -3,251	\$ -2,735	\$ -2,160	\$ -1,517	\$ -800
Utilidad antes de impuesto	\$ -	\$ -13,523	\$ -19,624	\$ -17,200	\$ -14,073	\$ -10,777	\$ -8,555	\$ 407	\$ 2,843	\$ 3,542	\$ 4,552
Impuesto	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -110	\$ -767	\$ -956	\$ -1,229
Utilidad después de impuesto	\$ -	\$ -13,523	\$ -19,624	\$ -17,200	\$ -14,073	\$ -10,777	\$ -8,555	\$ 297	\$ 2,075	\$ 2,586	\$ 3,323
Depreciación	\$ -	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 1,339	\$ 339	\$ 339	\$ 317
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -7,533	\$ 6,399	\$ 5,442	\$ 3,643	\$ 2,559	\$ 1,883	\$ 1,444	\$ 1,680	\$ 1,576
Amortización	\$ -	\$ -2,569	\$ -2,867	\$ -3,199	\$ -3,570	\$ -3,985	\$ -4,447	\$ -4,963	\$ -5,538	\$ -6,181	\$ -6,898
Inversión	\$ -55,270	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de Trabajo	\$ -5,527	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo antes de financiamiento	\$ -60,797	\$ -7,533	\$ -6,399	\$ -5,442	\$ -3,643	\$ -2,559	\$ -1,883	\$ -1,444	\$ -1,680	\$ -1,576	\$ -1,682
Préstamo	\$ 44,216	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo neto	\$ -16,581	\$ -7,533	\$ -6,399	\$ -5,442	\$ -3,643	\$ -2,559	\$ -1,883	\$ -1,444	\$ -1,680	\$ -1,576	\$ -1,682

Tabla 49: Flujo de caja conservador 1% de participación de mercado sin financiación.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
\$ 14,686	\$ 14,527	\$ 14,113	\$ 13,445	\$ 12,523	\$ 11,347	\$ 9,917	\$ 8,233	\$ 6,295	\$ 4,103
\$ -1,741	\$ -1,286	\$ -727	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -5,663	\$ -6,047	\$ -6,409	\$ -6,748	\$ -7,064	\$ -7,357	\$ -7,627	\$ -7,874	\$ -8,098	\$ -8,300
\$ 7,283	\$ 7,193	\$ 6,977	\$ 6,697	\$ 5,459	\$ 3,990	\$ 2,290	\$ 359	\$ -1,803	\$ -4,197
\$ -317	\$ -317	\$ -317	\$ -317	\$ -317	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -1,803
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 6,966	\$ 6,877	\$ 6,660	\$ 6,380	\$ 5,143	\$ 3,990	\$ 2,290	\$ 359	\$ -1,803	\$ -6,000
\$ -1,881	\$ -1,857	\$ -1,798	\$ -1,723	\$ -1,388	\$ -1,077	\$ -618	\$ -97	\$ -	\$ -
\$ 5,085	\$ 5,020	\$ 4,862	\$ 4,658	\$ 3,754	\$ 2,913	\$ 1,672	\$ 262	\$ -1,803	\$ -6,000
\$ 317	\$ 317	\$ 317	\$ 317	\$ 317	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1,803
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 5,402	\$ 5,337	\$ 5,178	\$ 4,974	\$ 4,071	\$ 2,913	\$ 1,672	\$ 262	\$ -1,803	\$ -4,197
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 5,402	\$ 5,337	\$ 5,178	\$ 4,974	\$ 4,071	\$ 2,913	\$ 1,672	\$ 262	\$ -1,803	\$ -4,197

Flujo de caja	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingreso	\$ -	\$ 627	\$ 3,906	\$ 5,617	\$ 8,611	\$ 10,312	\$ 11,676	\$ 12,786	\$ 13,642	\$ 14,244	\$ 14,592
Costo de obtención	\$ -	\$ -261	\$ -1,404	\$ -1,701	\$ -2,119	\$ -2,298	\$ -2,464	\$ -2,526	\$ -2,485	\$ -2,340	\$ -2,092
Costo de reacondicionamiento	\$ -	\$ -201	\$ -1,203	\$ -1,660	\$ -2,436	\$ -2,876	\$ -3,398	\$ -3,897	\$ -4,372	\$ -4,825	\$ -5,256
Margen Operacional	\$ -	\$ 165	\$ 1,299	\$ 2,256	\$ 4,055	\$ 5,138	\$ 5,815	\$ 6,364	\$ 6,785	\$ 7,078	\$ 7,244
Depreciación	\$ -	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -8,559	\$ -1,339	\$ -339	\$ -339	\$ -317
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Intereses	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad antes de impuesto	\$ -	\$ -8,394	\$ -7,260	\$ -6,303	\$ -4,504	\$ -3,421	\$ -2,744	\$ 5,025	\$ 6,446	\$ 6,740	\$ 6,928
Impuesto	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -1,357	\$ -1,740	\$ -1,820	\$ -1,870
Utilidad después de impuesto	\$ -	\$ -8,394	\$ -7,260	\$ -6,303	\$ -4,504	\$ -3,421	\$ -2,744	\$ 3,668	\$ 4,706	\$ 4,920	\$ 5,057
Depreciación	\$ -	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 8,559	\$ 1,339	\$ 339	\$ 339	\$ 317
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Amortización	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Inversión	\$ -55,270	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de Trabajo	\$ -5,527	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo antes de financiamiento	\$ -60,797	\$ 165	\$ 1,299	\$ 2,256	\$ 4,055	\$ 5,138	\$ 5,815	\$ 5,007	\$ 5,044	\$ 5,259	\$ 5,374
Préstamo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo neto	\$ -60,797	\$ 165	\$ 1,299	\$ 2,256	\$ 4,055	\$ 5,138	\$ 5,815	\$ 5,007	\$ 5,044	\$ 5,259	\$ 5,374

Tabla 50: Flujo de caja optimista 5% de participación de mercado con financiación.**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
\$ 131,444	\$ 130,012	\$ 126,308	\$ 120,330	\$ 112,079	\$ 101,555	\$ 88,757	\$ 73,687	\$ 56,343	\$ 36,726
\$ -15,580	\$ -11,507	\$ -6,508	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -50,683	\$ -54,124	\$ -57,360	\$ -60,392	\$ -63,219	\$ -65,841	\$ -68,259	\$ -70,472	\$ -72,481	\$ -74,285
\$ 65,181	\$ 64,381	\$ 62,440	\$ 59,938	\$ 48,860	\$ 35,713	\$ 20,498	\$ 3,214	\$ -16,138	\$ -37,559
\$ -433	\$ -433	\$ -433	\$ -433	\$ -433	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -16,138
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 64,747	\$ 63,948	\$ 62,007	\$ 59,505	\$ 48,427	\$ 35,713	\$ 20,498	\$ 3,214	\$ -16,138	\$ -53,697
\$ -17,482	\$ -17,266	\$ -16,742	\$ -16,066	\$ -13,075	\$ -9,643	\$ -5,534	\$ -868	\$ -	\$ -
\$ 47,266	\$ 46,682	\$ 45,265	\$ 43,438	\$ 35,351	\$ 26,071	\$ 14,964	\$ 2,346	\$ -16,138	\$ -53,697
\$ 433	\$ 433	\$ 433	\$ 433	\$ 433	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 16,138
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 47,699	\$ 47,115	\$ 45,698	\$ 43,872	\$ 35,785	\$ 26,071	\$ 14,964	\$ 2,346	\$ -16,138	\$ -37,559
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 47,699	\$ 47,115	\$ 45,698	\$ 43,872	\$ 35,785	\$ 26,071	\$ 14,964	\$ 2,346	\$ -16,138	\$ -37,559

Flujo de caja	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingreso	\$ -	\$ 3,136	\$ 19,990	\$ 30,598	\$ 41,206	\$ 92,296	\$ 104,503	\$ 114,438	\$ 122,099	\$ 127,487	\$ 130,602
Costo de obtención	\$ -	\$ -1,306	\$ -7,187	\$ -9,266	\$ -10,142	\$ -20,565	\$ -22,050	\$ -22,609	\$ -22,241	\$ -20,947	\$ -18,727
Costo de recondicionamiento	\$ -	\$ -1,005	\$ -6,157	\$ -9,041	\$ -11,659	\$ -25,742	\$ -30,410	\$ -34,874	\$ -39,133	\$ -43,188	\$ -47,038
Margen Operacional	\$ -	\$ 826	\$ 6,646	\$ 12,291	\$ 19,405	\$ 45,988	\$ 52,043	\$ 56,955	\$ 60,725	\$ 63,352	\$ 64,838
Depreciación	\$ -	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -1,478	\$ -478	\$ -478	\$ -433
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -9,952	\$ -4,131	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Intereses	\$ -	\$ -7,181	\$ -6,764	\$ -6,298	\$ -5,779	\$ -5,199	\$ -4,552	\$ -3,829	\$ -3,023	\$ -2,124	\$ -1,120
Utilidad antes de impuesto	\$ -	\$ -18,413	\$ -22,127	\$ -10,196	\$ 1,569	\$ 28,732	\$ 35,433	\$ 51,648	\$ 57,223	\$ 60,750	\$ 63,284
Impuesto	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -424	\$ -7,758	\$ -9,567	\$ -13,945	\$ -15,450	\$ -16,403	\$ -17,087
Utilidad después de impuesto	\$ -	\$ -18,413	\$ -22,127	\$ -10,196	\$ 1,145	\$ 20,974	\$ 25,866	\$ 37,703	\$ 41,773	\$ 44,348	\$ 46,197
Depreciación	\$ -	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 1,478	\$ 478	\$ 478	\$ 433
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ 9,952	\$ 4,131	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Amortización	\$ -	\$ -3,596	\$ -4,014	\$ -4,479	\$ -4,999	\$ -5,579	\$ -6,226	\$ -6,948	\$ -7,754	\$ -8,653	\$ -9,657
Inversión	\$ -77,380	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de Trabajo	\$ -7,738	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo antes de financiamiento	\$ -85,118	\$ -9,952	\$ -4,131	\$ 1,514	\$ 8,204	\$ 27,453	\$ 31,698	\$ 32,233	\$ 34,497	\$ 36,172	\$ 36,974
Préstamo	\$ 61,904	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo neto	\$ -23,214	\$ -9,952	\$ -4,131	\$ 1,514	\$ 8,204	\$ 27,453	\$ 31,698	\$ 32,233	\$ 34,497	\$ 36,172	\$ 36,974

Tabla 51: Flujo de caja optimista 5% de participación de mercado sin financiación.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
\$ 131,444	\$ 130,012	\$ 126,308	\$ 120,330	\$ 112,079	\$ 101,555	\$ 88,757	\$ 73,687	\$ 56,343	\$ 36,726
\$ -15,580	\$ -11,507	\$ -6,508	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -50,683	\$ -54,124	\$ -57,360	\$ -60,392	\$ -63,219	\$ -65,841	\$ -68,259	\$ -70,472	\$ -72,481	\$ -74,285
\$ 65,181	\$ 64,381	\$ 62,440	\$ 59,938	\$ 48,860	\$ 35,713	\$ 20,498	\$ 3,214	\$ -16,138	\$ -37,559
\$ -433	\$ -433	\$ -433	\$ -433	\$ -433	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -16,138
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 64,747	\$ 63,948	\$ 62,007	\$ 59,505	\$ 48,427	\$ 35,713	\$ 20,498	\$ 3,214	\$ -16,138	\$ -53,697
\$ -17,482	\$ -17,266	\$ -16,742	\$ -16,066	\$ -13,075	\$ -9,643	\$ -5,534	\$ -868	\$ -	\$ -
\$ 47,266	\$ 46,682	\$ 45,265	\$ 43,438	\$ 35,351	\$ 26,071	\$ 14,964	\$ 2,346	\$ -16,138	\$ -53,697
\$ 433	\$ 433	\$ 433	\$ 433	\$ 433	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 16,138
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 47,699	\$ 47,115	\$ 45,698	\$ 43,872	\$ 35,785	\$ 26,071	\$ 14,964	\$ 2,346	\$ -16,138	\$ -37,559
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 47,699	\$ 47,115	\$ 45,698	\$ 43,872	\$ 35,785	\$ 26,071	\$ 14,964	\$ 2,346	\$ -16,138	\$ -37,559

Flujo de caja	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingreso	\$ -	\$ 3,136	\$ 19,990	\$ 30,598	\$ 41,206	\$ 92,296	\$ 104,503	\$ 114,438	\$ 122,099	\$ 127,487	\$ 130,602
Costo de obtención	\$ -	\$ -1,306	\$ -7,187	\$ -9,266	\$ -10,142	\$ -20,565	\$ -22,050	\$ -22,609	\$ -22,241	\$ -20,947	\$ -18,727
Costo de recondicionamiento	\$ -	\$ -1,005	\$ -6,157	\$ -9,041	\$ -11,659	\$ -25,742	\$ -30,410	\$ -34,874	\$ -39,133	\$ -43,188	\$ -47,038
Margen Operacional	\$ -	\$ 826	\$ 6,646	\$ 12,291	\$ 19,405	\$ 45,988	\$ 52,043	\$ 56,955	\$ 60,725	\$ 63,352	\$ 64,838
Depreciación	\$ -	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -1,478	\$ -478	\$ -478	\$ -433
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Intereses	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad antes de impuesto	\$ -	\$ -11,232	\$ -5,412	\$ 233	\$ 7,347	\$ 33,930	\$ 39,985	\$ 55,477	\$ 60,247	\$ 62,874	\$ 64,404
Impuesto	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -63	\$ -1,984	\$ -9,161	\$ -10,796	\$ -14,979	\$ -16,267	\$ -16,976	\$ -17,389
Utilidad después de impuesto	\$ -	\$ -11,232	\$ -5,412	\$ 170	\$ 5,364	\$ 24,769	\$ 29,189	\$ 40,498	\$ 43,980	\$ 45,898	\$ 47,015
Depreciación	\$ -	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 1,478	\$ 478	\$ 478	\$ 433
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Amortización	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Inversión	\$ -77,380	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de Trabajo	\$ -7,738	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo antes de financiamiento	\$ -85,118	\$ 826	\$ 6,646	\$ 12,228	\$ 17,421	\$ 36,827	\$ 41,247	\$ 41,976	\$ 44,458	\$ 46,376	\$ 47,448
Préstamo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo neto	\$ -85,118	\$ 826	\$ 6,646	\$ 12,228	\$ 17,421	\$ 36,827	\$ 41,247	\$ 41,976	\$ 44,458	\$ 46,376	\$ 47,448

Tabla 52: Flujo de caja optimista 3% de participación de mercado con financiación.
Fuente: Elaboración propia, 2020.

2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
\$ 78,866	\$ 78,007	\$ 75,785	\$ 72,198	\$ 67,247	\$ 60,933	\$ 53,254	\$ 44,212	\$ 33,806	\$ 22,035
\$ -9,348	\$ -6,904	\$ -3,905	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -30,410	\$ -32,474	\$ -34,416	\$ -36,235	\$ -37,931	\$ -39,505	\$ -40,955	\$ -42,283	\$ -43,489	\$ -44,571
\$ 39,108	\$ 38,629	\$ 37,464	\$ 35,963	\$ 29,316	\$ 21,428	\$ 12,299	\$ 1,929	\$ -9,683	\$ -22,536
\$ -433	\$ -433	\$ -433	\$ -433	\$ -433	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -9,683
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 38,675	\$ 38,196	\$ 37,031	\$ 35,529	\$ 28,883	\$ 21,428	\$ 12,299	\$ 1,929	\$ -9,683	\$ -32,218
\$ -10,442	\$ -10,313	\$ -9,998	\$ -9,593	\$ -7,798	\$ -5,786	\$ -3,321	\$ -521	\$ -	\$ -
\$ 28,233	\$ 27,883	\$ 27,032	\$ 25,937	\$ 21,084	\$ 15,642	\$ 8,978	\$ 1,408	\$ -9,683	\$ -32,218
\$ 433	\$ 433	\$ 433	\$ 433	\$ 433	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 9,683
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 28,666	\$ 28,316	\$ 27,466	\$ 26,370	\$ 21,518	\$ 15,642	\$ 8,978	\$ 1,408	\$ -9,683	\$ -22,536
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 28,666	\$ 28,316	\$ 27,466	\$ 26,370	\$ 21,518	\$ 15,642	\$ 8,978	\$ 1,408	\$ -9,683	\$ -22,536

Flujo de caja	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingreso	\$ -	\$ 1,882	\$ 11,994	\$ 18,359	\$ 24,724	\$ 55,377	\$ 62,702	\$ 68,663	\$ 73,259	\$ 76,492	\$ 78,361
Costo de obtención	\$ -	\$ -783	\$ -4,312	\$ -5,560	\$ -6,085	\$ -12,339	\$ -13,230	\$ -13,565	\$ -13,345	\$ -12,568	\$ -11,236
Costo de recondicionamiento	\$ -	\$ -603	\$ -3,694	\$ -5,424	\$ -6,995	\$ -15,445	\$ -18,246	\$ -20,925	\$ -23,480	\$ -25,913	\$ -28,223
Margen Operacional	\$ -	\$ 495	\$ 3,988	\$ 7,375	\$ 11,643	\$ 27,593	\$ 31,226	\$ 34,173	\$ 36,435	\$ 38,011	\$ 38,903
Depreciación	\$ -	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -1,478	\$ -478	\$ -478	\$ -433
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -10,282	\$ -6,790	\$ -3,403	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Intereses	\$ -	\$ -7,181	\$ -6,764	\$ -6,298	\$ -5,779	\$ -5,199	\$ -4,552	\$ -3,829	\$ -3,023	\$ -2,124	\$ -1,120
Utilidad antes de impuesto	\$ -	\$ -18,743	\$ -25,116	\$ -17,771	\$ -9,596	\$ 10,336	\$ 14,616	\$ 28,866	\$ 32,934	\$ 35,410	\$ 37,349
Impuesto	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -2,791	\$ -3,946	\$ -7,794	\$ -8,892	\$ -9,561	\$ -10,084
Utilidad después de impuesto	\$ -	\$ -18,743	\$ -25,116	\$ -17,771	\$ -9,596	\$ 7,546	\$ 10,670	\$ 21,072	\$ 24,042	\$ 25,849	\$ 27,265
Depreciación	\$ -	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 1,478	\$ 478	\$ 478	\$ 433
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ 10,282	\$ 6,790	\$ 3,403	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Amortización	\$ -	\$ -3,596	\$ -4,014	\$ -4,479	\$ -4,999	\$ -5,579	\$ -6,226	\$ -6,948	\$ -7,754	\$ -8,653	\$ -9,657
Inversión	\$ -77,380	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de Trabajo	\$ -7,738	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo antes de financiamiento	\$ -85,118	\$ -10,282	\$ -6,790	\$ -3,403	\$ 866	\$ 14,025	\$ 16,502	\$ 15,602	\$ 16,765	\$ 17,674	\$ 18,041
Préstamo	\$ 61,904	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo neto	\$ -23,214	\$ -10,282	\$ -6,790	\$ -3,403	\$ 866	\$ 14,025	\$ 16,502	\$ 15,602	\$ 16,765	\$ 17,674	\$ 18,041

Tabla 53: Flujo de caja optimista 3% de participación de mercado sin financiación.
Fuente: Elaboración propia, 2020.

2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
\$ 78,866	\$ 78,007	\$ 75,785	\$ 72,198	\$ 67,247	\$ 60,933	\$ 53,254	\$ 44,212	\$ 33,806	\$ 22,035
\$ -9,348	\$ -6,904	\$ -3,905	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -30,410	\$ -32,474	\$ -34,416	\$ -36,235	\$ -37,931	\$ -39,505	\$ -40,955	\$ -42,283	\$ -43,489	\$ -44,571
\$ 39,108	\$ 38,629	\$ 37,464	\$ 35,963	\$ 29,316	\$ 21,428	\$ 12,299	\$ 1,929	\$ -9,683	\$ -22,536
\$ -433	\$ -433	\$ -433	\$ -433	\$ -433	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -9,683
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 38,675	\$ 38,196	\$ 37,031	\$ 35,529	\$ 28,883	\$ 21,428	\$ 12,299	\$ 1,929	\$ -9,683	\$ -32,218
\$ -10,442	\$ -10,313	\$ -9,998	\$ -9,593	\$ -7,798	\$ -5,786	\$ -3,321	\$ -521	\$ -	\$ -
\$ 28,233	\$ 27,883	\$ 27,032	\$ 25,937	\$ 21,084	\$ 15,642	\$ 8,978	\$ 1,408	\$ -9,683	\$ -32,218
\$ 433	\$ 433	\$ 433	\$ 433	\$ 433	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 9,683
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 28,666	\$ 28,316	\$ 27,466	\$ 26,370	\$ 21,518	\$ 15,642	\$ 8,978	\$ 1,408	\$ -9,683	\$ -22,536
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 28,666	\$ 28,316	\$ 27,466	\$ 26,370	\$ 21,518	\$ 15,642	\$ 8,978	\$ 1,408	\$ -9,683	\$ -22,536

Flujo de caja	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingreso	\$ -	\$ 1,882	\$ 11,994	\$ 18,359	\$ 24,724	\$ 55,377	\$ 62,702	\$ 68,663	\$ 73,259	\$ 76,492	\$ 78,361
Costo de obtención	\$ -	\$ -783	\$ -4,312	\$ -5,560	\$ -6,085	\$ -12,339	\$ -13,230	\$ -13,565	\$ -13,345	\$ -12,568	\$ -11,236
Costo de reacondicionamiento	\$ -	\$ -603	\$ -3,694	\$ -5,424	\$ -6,995	\$ -15,445	\$ -18,246	\$ -20,925	\$ -23,480	\$ -25,913	\$ -28,223
Margen Operacional	\$ -	\$ 495	\$ 3,988	\$ 7,375	\$ 11,643	\$ 27,593	\$ 31,226	\$ 34,173	\$ 36,435	\$ 38,011	\$ 38,903
Depreciación	\$ -	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -1,478	\$ -478	\$ -478	\$ -433
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Intereses	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad antes de impuesto	\$ -	\$ -11,562	\$ -8,070	\$ -4,683	\$ -415	\$ 15,535	\$ 19,168	\$ 32,695	\$ 35,957	\$ 37,534	\$ 38,469
Impuesto	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -4,194	\$ -5,175	\$ -8,828	\$ -9,708	\$ -10,134	\$ -10,387
Utilidad después de impuesto	\$ -	\$ -11,562	\$ -8,070	\$ -4,683	\$ -415	\$ 11,341	\$ 13,993	\$ 23,867	\$ 26,249	\$ 27,400	\$ 28,083
Depreciación	\$ -	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 1,478	\$ 478	\$ 478	\$ 433
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Amortización	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Inversión	\$ -77,380	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de Trabajo	\$ -7,738	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo antes de financiamiento	\$ -85,118	\$ 495	\$ 3,988	\$ 7,375	\$ 11,643	\$ 23,398	\$ 26,050	\$ 25,345	\$ 26,726	\$ 27,877	\$ 28,516
Préstamo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo neto	\$ -85,118	\$ 495	\$ 3,988	\$ 7,375	\$ 11,643	\$ 23,398	\$ 26,050	\$ 25,345	\$ 26,726	\$ 27,877	\$ 28,516

Tabla 54: Flujo de caja optimista 2% de participación de mercado con financiación.
Fuente: Elaboración propia, 2020.

2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
\$ 52,577	\$ 52,005	\$ 50,523	\$ 48,132	\$ 44,831	\$ 40,622	\$ 35,503	\$ 29,475	\$ 22,537	\$ 14,690
\$ -6,232	\$ -4,603	\$ -2,603	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -20,273	\$ -21,650	\$ -22,944	\$ -24,157	\$ -25,287	\$ -26,336	\$ -27,304	\$ -28,189	\$ -28,992	\$ -29,714
\$ 26,072	\$ 25,753	\$ 24,976	\$ 23,975	\$ 19,544	\$ 14,285	\$ 8,199	\$ 1,286	\$ -6,455	\$ -15,024
\$ -433	\$ -433	\$ -433	\$ -433	\$ -433	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -6,455
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 25,639	\$ 25,319	\$ 24,543	\$ 23,542	\$ 19,111	\$ 14,285	\$ 8,199	\$ 1,286	\$ -6,455	\$ -21,479
\$ -6,923	\$ -6,836	\$ -6,627	\$ -6,356	\$ -5,160	\$ -3,857	\$ -2,214	\$ -347	\$ -	\$ -
\$ 18,716	\$ 18,483	\$ 17,916	\$ 17,186	\$ 13,951	\$ 10,428	\$ 5,985	\$ 939	\$ -6,455	\$ -21,479
\$ 433	\$ 433	\$ 433	\$ 433	\$ 433	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 6,455
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 19,150	\$ 18,916	\$ 18,349	\$ 17,619	\$ 14,384	\$ 10,428	\$ 5,985	\$ 939	\$ -6,455	\$ -15,024
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 19,150	\$ 18,916	\$ 18,349	\$ 17,619	\$ 14,384	\$ 10,428	\$ 5,985	\$ 939	\$ -6,455	\$ -15,024

Flujo de caja	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingreso	\$ -	\$ 1,255	\$ 7,996	\$ 12,239	\$ 16,482	\$ 36,918	\$ 41,801	\$ 45,775	\$ 48,840	\$ 50,995	\$ 52,241
Costo de obtención	\$ -	\$ -522	\$ -2,875	\$ -3,707	\$ -4,057	\$ -8,226	\$ -8,820	\$ -9,044	\$ -8,896	\$ -8,379	\$ -7,491
Costo de reacondicionamiento	\$ -	\$ -402	\$ -2,463	\$ -3,616	\$ -4,664	\$ -10,297	\$ -12,164	\$ -13,950	\$ -15,653	\$ -17,275	\$ -18,815
Margen Operacional	\$ -	\$ 330	\$ 2,658	\$ 4,916	\$ 7,762	\$ 18,395	\$ 20,817	\$ 22,782	\$ 24,290	\$ 25,341	\$ 25,935
Depreciación	\$ -	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -1,478	\$ -478	\$ -478	\$ -433
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -10,447	\$ -8,119	\$ -5,861	\$ -3,015	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Intereses	\$ -	\$ -7,181	\$ -6,764	\$ -6,298	\$ -5,779	\$ -5,199	\$ -4,552	\$ -3,829	\$ -3,023	\$ -2,124	\$ -1,120
Utilidad antes de impuesto	\$ -	\$ -18,908	\$ -26,610	\$ -21,558	\$ -15,935	\$ -1,876	\$ 4,208	\$ 17,475	\$ 20,789	\$ 22,739	\$ 24,381
Impuesto	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -1,136	\$ -4,718	\$ -5,613	\$ -6,140	\$ -6,583
Utilidad después de impuesto	\$ -	\$ -18,908	\$ -26,610	\$ -21,558	\$ -15,935	\$ -1,876	\$ 3,072	\$ 12,757	\$ 15,176	\$ 16,600	\$ 17,798
Depreciación	\$ -	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 1,478	\$ 478	\$ 478	\$ 433
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -10,447	\$ 8,119	\$ 5,861	\$ 3,015	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Amortización	\$ -	\$ -3,596	\$ -4,014	\$ -4,479	\$ -4,999	\$ -5,579	\$ -6,226	\$ -6,948	\$ -7,754	\$ -8,653	\$ -9,657
Inversión	\$ -77,380	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de Trabajo	\$ -7,738	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo antes de financiamiento	\$ -85,118	\$ -10,447	\$ -8,119	\$ -5,861	\$ -3,015	\$ 7,618	\$ 8,904	\$ 7,286	\$ 7,900	\$ 8,424	\$ 8,575
Préstamo	\$ 61,904	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo neto	\$ -23,214	\$ -10,447	\$ -8,119	\$ -5,861	\$ -3,015	\$ 7,618	\$ 8,904	\$ 7,286	\$ 7,900	\$ 8,424	\$ 8,575

Tabla 55: Flujo de caja optimista 2% de participación de mercado sin financiación.
Fuente: Elaboración propia, 2020.

2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
\$ 52,577	\$ 52,005	\$ 50,523	\$ 48,132	\$ 44,831	\$ 40,622	\$ 35,503	\$ 29,475	\$ 22,537	\$ 14,690
\$ -6,232	\$ -4,603	\$ -2,603	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -20,273	\$ -21,650	\$ -22,944	\$ -24,157	\$ -25,287	\$ -26,336	\$ -27,304	\$ -28,189	\$ -28,992	\$ -29,714
\$ 26,072	\$ 25,753	\$ 24,976	\$ 23,975	\$ 19,544	\$ 14,285	\$ 8,199	\$ 1,286	\$ -6,455	\$ -15,024
\$ -433	\$ -433	\$ -433	\$ -433	\$ -433	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -6,455
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 25,639	\$ 25,319	\$ 24,543	\$ 23,542	\$ 19,111	\$ 14,285	\$ 8,199	\$ 1,286	\$ -6,455	\$ -21,479
\$ -6,923	\$ -6,836	\$ -6,627	\$ -6,356	\$ -5,160	\$ -3,857	\$ -2,214	\$ -347	\$ -	\$ -
\$ 18,716	\$ 18,483	\$ 17,916	\$ 17,186	\$ 13,951	\$ 10,428	\$ 5,985	\$ 939	\$ -6,455	\$ -21,479
\$ 433	\$ 433	\$ 433	\$ 433	\$ 433	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 6,455
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 19,150	\$ 18,916	\$ 18,349	\$ 17,619	\$ 14,384	\$ 10,428	\$ 5,985	\$ 939	\$ -6,455	\$ -15,024
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 19,150	\$ 18,916	\$ 18,349	\$ 17,619	\$ 14,384	\$ 10,428	\$ 5,985	\$ 939	\$ -6,455	\$ -15,024

Flujo de caja	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingreso	\$ -	\$ 1,255	\$ 7,996	\$ 12,239	\$ 16,482	\$ 36,918	\$ 41,801	\$ 45,775	\$ 48,840	\$ 50,995	\$ 52,241
Costo de obtención	\$ -	\$ -522	\$ -2,875	\$ -3,707	\$ -4,057	\$ -8,226	\$ -8,820	\$ -9,044	\$ -8,896	\$ -8,379	\$ -7,491
Costo de reacondicionamiento	\$ -	\$ -402	\$ -2,463	\$ -3,616	\$ -4,664	\$ -10,297	\$ -12,164	\$ -13,950	\$ -15,653	\$ -17,275	\$ -18,815
Margen Operacional	\$ -	\$ 330	\$ 2,658	\$ 4,916	\$ 7,762	\$ 18,395	\$ 20,817	\$ 22,782	\$ 24,290	\$ 25,341	\$ 25,935
Depreciación	\$ -	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -1,478	\$ -478	\$ -478	\$ -433
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Intereses	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad antes de impuesto	\$ -	\$ -11,728	\$ -9,399	\$ -7,141	\$ -4,296	\$ 6,338	\$ 8,759	\$ 21,304	\$ 23,812	\$ 24,863	\$ 25,502
Impuesto	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -1,711	\$ -2,365	\$ -5,752	\$ -6,429	\$ -6,713	\$ -6,885
Utilidad después de impuesto	\$ -	\$ -11,728	\$ -9,399	\$ -7,141	\$ -4,296	\$ 4,626	\$ 6,394	\$ 15,552	\$ 17,383	\$ 18,150	\$ 18,616
Depreciación	\$ -	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 1,478	\$ 478	\$ 478	\$ 433
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Amortización	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Inversión	\$ -77,380	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de Trabajo	\$ -7,738	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo antes de financiamiento	\$ -85,118	\$ 330	\$ 2,658	\$ 4,916	\$ 7,762	\$ 16,684	\$ 18,452	\$ 17,030	\$ 17,861	\$ 18,628	\$ 19,050
Préstamo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo neto	\$ -85,118	\$ 330	\$ 2,658	\$ 4,916	\$ 7,762	\$ 16,684	\$ 18,452	\$ 17,030	\$ 17,861	\$ 18,628	\$ 19,050

Tabla 56: Flujo de caja optimista 1% de participación de mercado con financiación.**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
\$ 26,289	\$ 26,002	\$ 25,262	\$ 24,066	\$ 22,416	\$ 20,311	\$ 17,751	\$ 14,737	\$ 11,269	\$ 7,345
\$ -3,116	\$ -2,301	\$ -1,302	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -10,137	\$ -10,825	\$ -11,472	\$ -12,078	\$ -12,644	\$ -13,168	\$ -13,652	\$ -14,094	\$ -14,496	\$ -14,857
\$ 13,036	\$ 12,876	\$ 12,488	\$ 11,988	\$ 9,772	\$ 7,143	\$ 4,100	\$ 643	\$ -3,228	\$ -7,512
\$ -433	\$ -433	\$ -433	\$ -433	\$ -433	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -721	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -3,228
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 11,882	\$ 12,443	\$ 12,055	\$ 11,554	\$ 9,339	\$ 7,143	\$ 4,100	\$ 643	\$ -3,228	\$ -10,739
\$ -3,208	\$ -3,360	\$ -3,255	\$ -3,120	\$ -2,521	\$ -1,929	\$ -1,107	\$ -174	\$ -	\$ -
\$ 8,674	\$ 9,083	\$ 8,800	\$ 8,435	\$ 6,817	\$ 5,214	\$ 2,993	\$ 469	\$ -3,228	\$ -10,739
\$ 433	\$ 433	\$ 433	\$ 433	\$ 433	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 721	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 3,228
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 9,828	\$ 9,517	\$ 9,233	\$ 8,868	\$ 7,251	\$ 5,214	\$ 2,993	\$ 469	\$ -3,228	\$ -7,512
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 9,828	\$ 9,517	\$ 9,233	\$ 8,868	\$ 7,251	\$ 5,214	\$ 2,993	\$ 469	\$ -3,228	\$ -7,512

Flujo de caja	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingreso	\$ -	\$ 627	\$ 3,998	\$ 6,120	\$ 8,241	\$ 18,459	\$ 20,901	\$ 22,888	\$ 24,420	\$ 25,497	\$ 26,120
Costo de obtención	\$ -	\$ -261	\$ -1,437	\$ -1,853	\$ -2,028	\$ -4,113	\$ -4,410	\$ -4,522	\$ -4,448	\$ -4,189	\$ -3,745
Costo de reacondicionamiento	\$ -	\$ -201	\$ -1,231	\$ -1,808	\$ -2,332	\$ -5,148	\$ -6,082	\$ -6,975	\$ -7,827	\$ -8,638	\$ -9,408
Margen Operacional	\$ -	\$ 165	\$ 1,329	\$ 2,458	\$ 3,881	\$ 9,198	\$ 10,409	\$ 11,391	\$ 12,145	\$ 12,670	\$ 12,968
Depreciación	\$ -	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -1,478	\$ -478	\$ -478	\$ -433
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -10,612	\$ -9,448	\$ -8,319	\$ -6,896	\$ -1,580	\$ -369	\$ -929	\$ -715	\$ -632
Intereses	\$ -	\$ -7,181	\$ -6,764	\$ -6,298	\$ -5,779	\$ -5,199	\$ -4,552	\$ -3,829	\$ -3,023	\$ -2,124	\$ -1,120
Utilidad antes de impuesto	\$ -	\$ -19,074	\$ -28,104	\$ -25,346	\$ -22,274	\$ -14,955	\$ -7,780	\$ 5,715	\$ 7,714	\$ 9,353	\$ 10,782
Impuesto	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -1,543	\$ -2,083	\$ -2,525	\$ -2,911
Utilidad después de impuesto	\$ -	\$ -19,074	\$ -28,104	\$ -25,346	\$ -22,274	\$ -14,955	\$ -7,780	\$ 4,172	\$ 5,631	\$ 6,828	\$ 7,871
Depreciación	\$ -	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 1,478	\$ 478	\$ 478	\$ 433
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ 10,612	\$ 9,448	\$ 8,319	\$ 6,896	\$ 1,580	\$ 369	\$ 929	\$ 715	\$ 632
Amortización	\$ -	\$ -3,596	\$ -4,014	\$ -4,479	\$ -4,999	\$ -5,579	\$ -6,226	\$ -6,948	\$ -7,754	\$ -8,653	\$ -9,657
Inversión	\$ -77,380	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de Trabajo	\$ -7,738	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo antes de financiamiento	\$ -85,118	\$ -10,612	\$ -9,448	\$ -8,319	\$ -6,896	\$ -1,580	\$ -369	\$ -929	\$ -715	\$ -632	\$ -721
Préstamo	\$ 61,904	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo neto	\$ -23,214	\$ -10,612	\$ -9,448	\$ -8,319	\$ -6,896	\$ -1,580	\$ -369	\$ -929	\$ -715	\$ -632	\$ -721

Tabla 57: Flujo de caja optimista 1% de participación de mercado sin financiación.
Fuente: Elaboración propia, 2020.

2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
\$ 26,289	\$ 26,002	\$ 25,262	\$ 24,066	\$ 22,416	\$ 20,311	\$ 17,751	\$ 14,737	\$ 11,269	\$ 7,345
\$ -3,116	\$ -2,301	\$ -1,302	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -10,137	\$ -10,825	\$ -11,472	\$ -12,078	\$ -12,644	\$ -13,168	\$ -13,652	\$ -14,094	\$ -14,496	\$ -14,857
\$ 13,036	\$ 12,876	\$ 12,488	\$ 11,988	\$ 9,772	\$ 7,143	\$ 4,100	\$ 643	\$ -3,228	\$ -7,512
\$ -433	\$ -433	\$ -433	\$ -433	\$ -433	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -3,228
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 12,603	\$ 12,443	\$ 12,055	\$ 11,554	\$ 9,339	\$ 7,143	\$ 4,100	\$ 643	\$ -3,228	\$ -10,739
\$ -3,403	\$ -3,360	\$ -3,255	\$ -3,120	\$ -2,521	\$ -1,929	\$ -1,107	\$ -174	\$ -	\$ -
\$ 9,200	\$ 9,083	\$ 8,800	\$ 8,435	\$ 6,817	\$ 5,214	\$ 2,993	\$ 469	\$ -3,228	\$ -10,739
\$ 433	\$ 433	\$ 433	\$ 433	\$ 433	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 3,228
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 9,633	\$ 9,517	\$ 9,233	\$ 8,868	\$ 7,251	\$ 5,214	\$ 2,993	\$ 469	\$ -3,228	\$ -7,512
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 9,633	\$ 9,517	\$ 9,233	\$ 8,868	\$ 7,251	\$ 5,214	\$ 2,993	\$ 469	\$ -3,228	\$ -7,512

Flujo de caja	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ingreso	\$ -	\$ 627	\$ 3,998	\$ 6,120	\$ 8,241	\$ 18,459	\$ 20,901	\$ 22,888	\$ 24,420	\$ 25,497	\$ 26,120
Costo de obtención	\$ -	\$ -261	\$ -1,437	\$ -1,853	\$ -2,028	\$ -4,113	\$ -4,410	\$ -4,522	\$ -4,448	\$ -4,189	\$ -3,745
Costo de reacondicionamiento	\$ -	\$ -201	\$ -1,231	\$ -1,808	\$ -2,332	\$ -5,148	\$ -6,082	\$ -6,975	\$ -7,827	\$ -8,638	\$ -9,408
Margen Operacional	\$ -	\$ 165	\$ 1,329	\$ 2,458	\$ 3,881	\$ 9,198	\$ 10,409	\$ 11,391	\$ 12,145	\$ 12,670	\$ 12,968
Depreciación	\$ -	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -12,058	\$ -1,478	\$ -478	\$ -478	\$ -433
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Intereses	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad antes de impuesto	\$ -	\$ -11,893	\$ -10,729	\$ -9,600	\$ -8,177	\$ -2,860	\$ -1,649	\$ 9,913	\$ 11,667	\$ 12,193	\$ 12,534
Impuesto	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -2,677	\$ -3,150	\$ -3,292	\$ -3,384
Utilidad después de impuesto	\$ -	\$ -11,893	\$ -10,729	\$ -9,600	\$ -8,177	\$ -2,860	\$ -1,649	\$ 7,237	\$ 8,517	\$ 8,901	\$ 9,150
Depreciación	\$ -	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 12,058	\$ 1,478	\$ 478	\$ 478	\$ 433
Pérdida del ejercicio anterior	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Amortización	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Inversión	\$ -77,380	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de Trabajo	\$ -77,380	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo antes de financiamiento	\$ -85,118	\$ 165	\$ 1,329	\$ 2,458	\$ 3,881	\$ 9,198	\$ 10,409	\$ 8,714	\$ 8,995	\$ 9,378	\$ 9,583
Préstamo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo neto	\$ -85,118	\$ 165	\$ 1,329	\$ 2,458	\$ 3,881	\$ 9,198	\$ 10,409	\$ 8,714	\$ 8,995	\$ 9,378	\$ 9,583