



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

**PLAN DE NEGOCIOS PARA LA MANUFACTURA DE BATERÍAS DE LITIO EN
CHILE**

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER EN GESTIÓN PARA LA
GLOBALIZACIÓN

ÁLVARO MANUEL JESAM GAETE

PROFESOR GUÍA:
LEONARDO VIDAL URIBE

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
ANDREA NIETO EYZAGUIRRE
IGNACIO ASTETE HEIMPELL

SANTIAGO DE CHILE

2017

PLAN DE NEGOCIOS PARA LA MANUFACTURA DE BATERÍAS DE LITIO EN CHILE

El objetivo de la presente tesis es presentar un plan de negocios para la implementación de una fábrica de baterías de litio en Chile enfocada en la venta de baterías de litio al mercado latinoamericano y norteamericano. Esto implica definir las especificaciones de la batería que se va a vender en función de futuras necesidades de los clientes, como definir las especificaciones de la fábrica necesaria para realizar la manufactura de la batería.

La oportunidad de negocio se presenta ante diversos factores. Por una parte se espera una demanda de baterías de litio de 183 GWh para el 2023 y de 336 GWh para el 2026 a nivel mundial lo que representa más de 5 veces la capacidad actual en menos de 10 años. Esta se ve empujada por la fuerte penetración de vehículos eléctricos. A su vez se estima que en Latinoamérica la demanda generada solo por Vehículos eléctricos será 5GWh el 2023 y crecerá a 12GWh al 2026 y continuará su expansión. Por otra parte, no existen fabricas importantes de baterías de litio en Sudamérica que suplan la demanda futura. Esto abre la oportunidad para que desde Chile se supla la demanda considerando su emplazamiento conectado a pocos días de grandes centros de consumo, su estabilidad económica y política, sus tratados de libre comercio con múltiples economías y su conexión a Asia desde el Pacífico. A su vez posee producción de litio que permite realizar contratos a largo plazo y asegurar el suministro.

El mercado objetivo para este proyecto se estima en 16GWh anual al 2026 equivalente a 2.4 billones de dólares. El proyecto considera una inversión de 879.5 millones de dólares que serán invertidos en un periodo de 5 años, partiendo el año 2021 e iniciando su operación el año 2023. Posteriormente continúa la expansión de la fábrica hasta fines del año 2025. La operación del proyecto se considera en un periodo de 23 años. Esta construcción por fase le dará flexibilidad para adecuarse a cambios bruscos de demanda proyectada. El proyecto posee un VAN de \$2,2 billones de USD y una TIR del 31%, probando en un primer esfuerzo la viabilidad financiera del proyecto. El análisis de sensibilidad muestra que el proyecto es muy sensible tanto al costo de las materias primas como a la proyección del precio futuro, siendo necesario usar la tecnología más moderna y flexible para adoptar nuevos cambios tecnológicos, como también siendo necesario generar contratos a suministro a largo plazo para eliminar el riesgo del costo de la materia prima.

El componente internacional está enfocado por una parte en traer empresas fabricantes de baterías de litio del extranjero a Chile y posteriormente vender baterías en Latinoamérica y Norteamérica.

Las principales recomendaciones consideran centrar esfuerzos en generar una agenda política para el fomento a la inversión y al desarrollo del mercado interno considerando metas de penetración de vehículos eléctricos. Logrado esto entonces se puede presentar una oferta atractiva a potenciales inversionistas. A posteriori será necesario entablar relaciones con potenciales proveedores para disminuir los riesgos de suministro.

En una siguiente iteración será necesario evaluar la forma óptima de insertarse en la cadena de valor con el fin de minimizar el riesgo de inversionistas y generar dinámicamente la industria.

BUSINESS PLAN FOR LITHIUM BATTERY MANUFACTURING IN CHILE

The objective of this thesis is to present a business plan for the implementation of a lithium battery factory in Chile focused on the sale of lithium batteries to the Latin American and North American market. This involves defining the specifications of the battery that will be sold in order to meet needs of customers in the future and also defining the specifications of the factory needed to manufacture the battery.

The business opportunity presents itself to several factors. On one side, there is an expected demand for 183 GWh of lithium-ion batteries by 2023 and 336 GWh by 2026 worldwide, which represents more than 5 times the current capacity in less than 10 years. This is driven by a strong penetration of electric vehicles. At the same time, it is estimated that in Latin America the demand generated by electric vehicles alone will be 5GWh by 2023 and will grow to 12GWh by 2026 and will continue to expand. On the other hand, there are no important factories of lithium batteries in South America to meet the future demand. This opens the opportunity to meet that demand from Chile, considering its location at just a few days from large consumption centres, its economic and political stability, its free trade agreements with multiple economies and its connection to Asia from the Pacific. At the same time, the local production of lithium allows to secure long-term contracts and capture the supply.

The target market for this project is estimated at 16GWh per year by 2026 equivalent to 2.4 trillion dollars. The project considers an investment of 879.5 million dollars that will be invested in a period of 5 years, starting in 2021 and starting its operation in the year 2023. Subsequently the expansion of the factory continues until the end of the year 2025. The operation of the project considers a period of 23 years. The construction in phases gives the flexibility to accommodate sudden changes in projected demand. The project has a NPV of \$ 2.2 trillion USD and a 31% IRR, proving the financial viability of the project. The sensitivity analysis shows that the project is very sensitive both the cost of raw materials and to the projection of the future price, and therefore being necessary to use the most modern and flexible technology to adopt new technological changes, as well as being necessary to generate long term contracts with raw material suppliers to eliminate the risk of raw material cost.

The international component of this thesis is focused on bringing companies of lithium batteries from abroad to Chile and later to sell batteries in Latin America and North America.

The main recommendations include focusing the efforts on generating a policy agenda for the promotion of investment and the development of the internal market by considering penetration targets for electric vehicles. Once this is accomplished, an attractive offer can be presented to potential investors. In will be necessary to establish relations with potential suppliers to reduce the risks of supply.

In a subsequent iteration, it will be necessary to evaluate where is the optimal place in the value chain to generate the business in order to minimize the risk of investors and dynamically and subsequently generate the industry.

*...Dedicado a mi amada Francisca,
mi pilar y mi fuente infinita de alegría.*

Agradecimientos

Quiero agradecer a Francisca Villalón por su incondicional apoyo y comprensión durante todo el periodo de magister. Desde que entró a mi vida he podido cumplir grandes sueños y he tenido los momentos más felices de mi vida. Sin ella este proceso no hubiese sido tan provechoso y lleno de alegrías como lo ha sido.

Quisiera agradecer también a mi padre, madre y hermanos por el apoyo que me han brindado a lo largo de estos años para perseguir mis sueños. También a toda mi familia por la preocupación e interés que siempre sentí de parte de todos.

También agradezco a mis compañeros del Global MBA, ya que pasé grandes momentos e hice verdaderos amigos. Agradezco especialmente Rodrigo Luengo y a Nicolás Sánchez con quienes formamos una gran amistad. Nunca olvidaré los grandes momentos que pasamos.

Quiero agradecer también al profesor Jaime Alee con quién tuvimos múltiples conversaciones y debates acerca de la industria y quién fue una fuente de información importante.

Finalmente quiero agradecer a Koichi Arimitsu quién fue la fuente de inspiración para abordar esta tesis. Además, fue fundamental para su desarrollo al pasar largas horas discutiendo cada noticia y problema que se presentaba.

Tabla de Contenido

Agradecimientos	v
Tabla de Contenidos	vi
Índice de Figuras	x
Índice de Tablas	xii
1 Aspectos Generales	1
1.1 Introducción	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo General	2
1.2.2 Objetivos Específicos	2
1.3 Metodología y Marco Teórico	2
1.4 Alcance y Limitaciones del Plan de Negocios	3
1.5 Justificación de la Oportunidad de Globalización	5
2 Análisis de Mercado	6
2.1 Acuerdo de Paris	6
2.2 Industria de las Energías Renovables	6
2.2.1 Proyección del Costo Nivelado de la Energía y Demanda	7
2.3 Industria del Vehículo Eléctrico (EV)	8
2.3.1 Principales Competidores y su Participación de Mercado	9
2.3.2 Proyección del Crecimiento de la Demanda	9
2.4 Sistemas de Almacenamiento de Energía Eléctrica	11
2.4.1 Almacenamiento Energético para la Industria de las Energías Renovables	11
2.4.2 Almacenamiento Energético en la Industria del Vehículo Eléctrico	11
2.4.3 Almacenamiento Energético para la Industria de la Electrónica de Consumo y Herramientas de Construcción	12
2.5 Mercado del Vehículo Eléctrico en Sudamérica	12
2.6 Descripción de la Oportunidad de Negocios	13
3 Análisis Estratégico	15
3.1 PESTLE	15
3.1.1 Política	15
3.1.2 Económica	16
3.1.3 Social	18
3.1.4 Tecnología	19
3.1.5 Medio Ambiental	20
3.1.6 Legislativa	22
3.2 Cadena de Valor de la Industria	24
3.3 Análisis del Ciclo de Vida	25
3.4 Evaluación de Compañías que potencialmente pueden invertir en Chile	26
3.4.1 Análisis de Alianzas existentes	26
3.4.2 Evaluación del Costo del Capital Propio desde los distintos países hacia Chile	27
3.4.3 Inversión Extranjera Directa Externa	28
3.4.4 Antecedentes acerca de inversiones en el extranjero	28
3.4.5 Análisis de Hofstede con énfasis en las diferencias culturales Chile – Japón	28
3.5 Análisis de Incentivos a la Inversión en Manufactura en Países Emergentes	30

3.6	Análisis FODA de la Industria de las Baterías de litio Chile.....	31
3.6.1	Fortalezas	32
3.6.2	Debilidades	32
3.6.3	Oportunidades	32
3.6.4	Amenazas	32
3.7	Definición de Estrategia.....	33
3.7.1	Política:	33
3.7.2	Social:	33
3.7.3	Ambiental:.....	34
3.7.4	Cadena de Valor	34
3.7.5	Manufactura:.....	34
3.7.6	Países para Buscar Inversionistas	34
4	Plan de Marketing.....	35
4.1	Oportunidades de Mercado	35
4.1.1	Mercado Objetivo.....	36
4.1.2	Clientes	36
4.1.3	Compañía	37
4.1.4	Competencia y Participación de Mercado	37
4.2	Definición de Estrategia de Marketing.....	37
4.2.1	Segmentación	37
4.2.2	<i>Targeting</i>	38
4.2.3	Posicionamiento	39
4.3	Programa de Marketing.....	40
4.3.1	Producto	40
4.3.2	Precio.....	41
4.3.3	Promoción.....	41
4.3.4	Plaza	42
4.4	Misión & Visión	43
4.4.1	Misión	43
4.4.2	Visión	43
4.5	Propuesta de Valor	43
4.6	Lean Canvas.....	45
5	Operaciones	46
5.1	Proceso de Manufactura de Baterías de Litio.....	46
5.1.1	Recepción:.....	46
5.1.2	Preparación de Materiales para elaboración de Electrodo y Entrega a Área de Recubrimiento (“Coating”)	46
5.1.3	Recubrimiento de Electrodo en Colector de Corriente en Papel Metálico	46
5.1.4	Prensado de Rodillos O “Calendering”	46
5.1.5	Manejo de Materiales entre Procesos	47
5.1.6	Corte de Electrodo	47
5.1.7	Secado Final del Electrodo	47
5.1.8	Laboratorio de Control de Calidad	47
5.1.9	Apilamiento de Celda.....	47
5.1.10	Soldado del Colector de Corriente.....	47
5.1.11	Sellado de la Celda en el Contenedor	47
5.1.12	Rellenado de la Celda con Electrolito y Sellado	47
5.1.13	Manejo del Cuarto Seco	47
5.1.14	<i>Formation Cycling</i> , Sellado Final de la Celda y Pruebas de Retención de Carga.....	48
5.1.15	Ensamblaje de Módulos y Pack de Batería.	48
5.1.16	Área de Celdas Rechazadas y Reciclaje.....	48

5.1.17	Envíos.....	49
5.2	Esquema de la Planta.....	49
5.3	Capacidad de Producción.....	50
5.4	Características de la Planta.....	50
6	Plan Financiero.....	51
6.1	Costo del Capital (WACC).....	51
6.2	Suministros y Costos.....	52
6.2.1	Salarios.....	52
6.2.2	Insumos.....	52
6.2.3	Terrenos.....	53
6.2.4	Costos de la Construcción.....	53
6.3	Estructura de Costos del Pack de Baterías.....	54
6.3.1	Estructura de costo del pack.....	54
6.3.2	Estructura de Costo de las materias primas de la celda.....	54
6.3.3	Estructura de costo del material activo del cátodo.....	55
6.4	Evaluación de la Inversión.....	56
6.5	Financiamiento del Proyecto.....	56
6.5.1	Fuentes y Usos.....	56
6.5.2	Pago de la deuda, Intereses y Amortización de los Intereses durante la construcción.....	57
6.6	Análisis Operacional.....	57
6.7	Depreciación.....	57
6.8	Estado de Resultados.....	57
6.9	Balance.....	57
6.10	Flujo de Caja de Cascadas y Ratio de Cobertura de la Deuda.....	57
6.11	Flujo de Caja del Capital Propio.....	58
6.12	VAN y TIR del Proyecto.....	58
6.13	Periodo de Payback.....	58
6.14	Resumen de los resultados del Modelo Financiero y Precio Puesto en la Fabrica.....	58
6.15	Análisis del Precio al Fabricante de Autos eléctricos.....	58
6.15.1	Garantía.....	58
6.15.2	Transporte a Estados Unidos, Argentina y Brasil.....	58
6.15.3	Resultado del Análisis de Precio del Pack para el fabricante de vehículos eléctricos.....	59
6.16	Análisis de Sensibilidad.....	60
6.16.1	Análisis de Sensibilidad del VAN.....	60
6.16.2	Análisis de Sensibilidad de la TIR.....	61
7	Organización y Planificación.....	62
7.1	<i>Expertise</i> del Equipo.....	62
7.2	Planificación a Corto Plazo.....	62
7.3	Plan de Implementación.....	63
7.4	Estructura Organizacional.....	64
8	Conclusión y Recomendaciones.....	66
9	Bibliografía.....	67
10	Anexos.....	81
10.1	Sistemas de Almacenamiento de Energía Eléctrica.....	81
10.2	Sistemas de Almacenamiento de Energía Eléctrica por Capacidad y Rango de Tiempo de Descarga.....	81

10.3	Capacidad de Producción Anual de Baterías de litio en los Principales Países Productores [MWh]	82
10.4	Precio Promedio de Celdas por Tipo de Estructura	82
10.5	Oferta y Demanda del litio de acuerdo al Deutsche Bank	83
10.6	Líderes de Mercado en la Producción de Baterías de litio	84
10.7	Principales tipos de Cátodos y su participación de mercado	85
10.8	Principales tipos de Ánodos y su participación de mercado	85
10.9	Análisis de Estructura de Costo del Material Activo del Cátodo Tipo NMC622. .	86
10.10	Análisis de la Cadena de Valor de la Industria de Manufactura de Baterías de Litio	87
10.10.1	Materias primas	87
10.10.2	Cátodos, Ánodos, Electrolito, Separadores y Otros Componentes	88
10.10.3	Celda.....	89
10.10.4	Módulos, Packs De Baterías y Soluciones de <i>Battery Energy Storage Systems</i> (BESS)	90
10.10.5	Principales Competidores y Market Share.....	92
10.10.6	Grado de Integración de la Cadena de Valor	92
10.10.7	Cadena de Suministro	93
10.10.8	Estado del Arte de Tecnologías Sustitutas	93
10.11	Análisis del Ciclo de Vida de la Industria de Manufactura de Baterías de litio	94
10.12	Cálculo del Costo del Capital (WACC)	95
10.12.1	Costo de la deuda en Chile (R_D).....	96
10.12.2	Costo de la Deuda Brasil y Argentina	97
10.12.3	Costo del Capital Propio (R_E).....	98
10.12.4	Resultado del Cálculo del WACC	100
10.13	Cálculo del Costo de la Mano de Obra	101
10.13.1	Comparación de mano de obra con países productores de baterías	102
10.14	Modelo Batpac	102
10.14.1	Hoja de Resumen de los Resultados.....	103
10.14.2	Hoja de los Cálculos de los Costos de la Manufactura.....	105
10.15	Modelo Financiero	112
10.15.1	Resultado Operacional	112
10.15.2	Cálculo de la Depreciación	114
10.15.3	Agenda de Pago de la Deuda, Intereses y Amortización de los Intereses durante la Construcción.....	115
10.15.4	Estado de Resultados.....	117
10.15.5	Balance General	118
10.15.6	Análisis del Precio del Pack de Baterías al Productor de Vehículos Eléctricos.	119
10.15.7	Flujo de Caja de Cascadas para la determinación de la Cobertura de la Deuda y determinación de Dividendos	120
10.15.8	Flujo de Caja del Capital Propio	120
10.15.9	Flujo de Caja Libre.....	121
10.15.10	Periodo de Payback.....	122

Índice de Figuras

Figura 1: Demanda de Vehículos Eléctrico por País	9
Figura 2: Proyección de Venta de Vehículos Eléctricos. Fuentes: datos reconstruidos a partir de gráficos o informes de diversas fuentes, incluyendo (International Energy Agency, 2016), Bloomberg New Energy Finance (Liebreich, 2016), Avicenne Energy (Pillot, 2016), Stratas Advisors (Strata Advisors, 2016), Deutsche Bank (Hocking, et al., 2016) y el Bureau d'information et de prévisions économiques BIPE a partir del informe del grupo Renault (Perrin, 2016).	10
Figura 3:Proyección de Ventas de EV en Latinoamérica. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de (Gomez-Gelvez, et al., 2016).....	13
Figura 4: Cadena de Valor de la Industria de las baterías de litio. Fuente: Elaboración Propia....	24
Figura 5: Ciclo de Vida de la industria de las baterías de litio. Fuente: imagen de (Sabol, et al., 2013) adaptada a la industria de la baterías de litio	26
Figura 6: Ranking de las 20 economías con mayor Inversión Extranjera Directa Externa. Fuente (UNCTAD, 2016)	28
Figura 7: Gráfico de Barra de los indicadores de Hofstede (HOFSTEDE, 2017).....	29
Figura 8: Proyección de la demanda de Baterías de litio y la Capacidad Instalada de Fabricas Anunciada. Fuente: Elaboración propia en base a la demanda promedio de EV determinada en la Figura 2. La demanda generada por la electrónica portátil fue obtenida a partir de las proyecciones de Avvicenne Energy (Pillot, 2016), Los datos de la demanda mundial de BESS fue obtenida a partir de un informe de GlobalData (GlobalData, 2016) y de BNEF (Henbest & al., 2016). Los datos de las proyecciones de capacidad instalada fueron obtenidos a partir de un informe de la CEMAC (Chung, et al., 2016) y a partir de (Desjardins, 2015).	35
Figura 9: Proyección la Demanda de Baterías de litio en Latinoamérica.. Fuentes: Elaboración propia a partir de datos generados en la proyección de ventas de EV en Latinoamérica (ver Figura 3:Proyección de Ventas de EV en Latinoamérica. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de (Gomez-Gelvez, et al., 2016).) considerando y un tamaño de pack de baterías promedio de 41kWh.....	36
Figura 10: Esquema de diversas tecnologías de sistemas de propulsión de autos. Fuente: Elaboración propia a partir de: (Amsterdam Roundtable Foundation and McKinsey & Company, 2014).....	38
Figura 11: Proyección de participación de mercado por tipo de Vehículo eléctrico. Fuentes: datos reconstruidos a partir de gráficos o informes de diversas fuentes, incluyendo (International Energy Agency, 2016), Bloomberg New Energy Finance (Liebreich, 2016), Avicenne Energy (Pillot, 2016), Stratas Advisors (Strata Advisors, 2016), Deutsche Bank (Hocking, et al., 2016) y el Bureau d'information et de prévisions économiques BIPE a partir del informe del grupo Renault (Perrin, 2016).	39
Figura 12: Costo de el pack de baterías de litio para BEV (Nykqvist & Nilsson, 2015)	41
Figura 13: Ubicación de fabricas de automóviles y camiones en Argentina y Brasil y las Rutas Antofagasta - Buenos Aires y Antofagasta - São Paulo, Fuente: Elaboración Propia.....	42

Figura 14: Ruta de Transporte Naviero con Contenedor, Antofagasta - San Francisco. Duración: 14 días. Fuente: Imagen de www.searates.com	42
Figura 15: Ruta de Transporte Naviero con Contenedor, Antofagasta. Duración 13 días - Santos. Fuente: Imagen de www.searates.com	43
Figura 16: Ruta de Transporte Naviero con Contenedor, Antofagasta – Buenos Aires. Duración 11 días. Fuente: Imagen de www.searates.com	43
Figura 17: Esquema de planta de Baterías de litio. Fuente: Traducción del Esquema de planta presentado en el informe de Argonne National Laboratory (Nelson, et al., 2012).....	49
Figura 18: Estructura de Costos del pack de baterías.....	54
Figura 19: Estructura de Costos del material de celda.....	54
Figura 20: Estructura de costos del material activo del cátodo.....	55
Figura 21: Contenedor con Packs de Baterías. Fuente: www.searates.com	59
Figura 22: Sensibilidad de la TIR frente a diversos factores.....	61
Figura 23: Plan de implementación del proyecto.....	64
Figura 24: Estructura Organizacional durante el Desarrollo del Proyecto.....	65
Figura 25: Estructura Organizacional Transicional entre el desarrollo y la operación de la fábrica de baterías de litio.....	65
Figura 26: Clasificación de sistemas de almacenamiento de energía de acuerdo a la forma de la energía. Fuente: (Schwunk, 2011).....	81
Figura 27: Tecnologías y aplicaciones para el almacenamiento de electricidad (Körner, 2016)..	81
Figura 28: Agenda de construcción de los principales mega proyectos de fábricas de baterías de litio.. Fuente (Desjardins, 2015).....	82
Figura 29: Precio promedio de las celdas de litio. Fuente: (PILLOT, 2015).....	82
Figura 30: Proyección de la oferta de litio. Fuente: Deutsche Bank (Hocking, et al., 2016).....	83
Figura 31: Proyección de la demanda de litio. Fuente: Deutsche Bank (Hocking, et al., 2016)...	83
Figura 32: Participación de mercado esperada de productores de baterías de litio en el año 2016. Fuente: (Statista, 2016).....	84
Figura 33 Participación de mercado de los principales tipos de Cátodos para Baterías de litio Fuente: (PILLOT, 2015).....	85
Figura 34 Participación de mercado de los principales tipos de Ánodos para Baterías de litio Fuente: (PILLOT, 2015).....	85
Figura 35: Cálculo de estructura de costo del material activo del cátodo y gráfico de torta que muestra la estructura de costo. Fuente: Elaboración propia.....	86
Figura 36: Tipos de Celdas de Li-ion por tipo de contenedor. Fuente: (a) 2006 HowStuffWork . (b y c) electronicdesign.com	89
Figura 37: Módulo compuesto por 4 celdas de bolsa. Fuente(AESC, 2017). (Fuente: http://www.eco-aesc-lb.com).....	90

Figura 38: Módulo compuesto de 6 celdas. Fuente : (Kokam,2017) http://kokam.com/modulepack/).....	90
Figura 39: Pack de baterías para Audi Q7. Fuente: (Inside EVs, 2016).....	91
Figura 40: Diagrama de BESS (Solstice Power Solutions, 2017)	91
Figura 41: Grado de integración de la cadena de valor Fuente: Elaboración propia.....	93
Figura 42 Tecnologías de almacenamiento energético mejorando su nivel de madurez Fuente: (World Energy Council, 2016)	94
Figura 43: Análisis del ciclo de vida de la industria de manufactura de baterías de litio. Fuente: Elaboración propia.....	95

Índice de Tablas

Tabla 1: Riesgo Soberano de acuerdo a distintas entidades clasificadoras de riesgo (revisado al 2 de Febrero del 2017). Fuente: (trading economics, 2017).....	17
Tabla 2: Indicadores asociados a la tecnología para Chile, Argentina y Brasil.....	19
Tabla 3: Principales Fabricantes de EV y sus Proveedores de Baterías. Fuente: (Kane, 2016), (Ayre, 2016) e investigación propia.....	27
Tabla 4: Costo del Capital Propio (Equity) proveniente de los países detallados en la tabla. Fuente: Elaboración Propia (Ver anexo 10.12).....	27
Tabla 5:Costos del capital propio considerando una inversión conjunta entre compañías de manufactura de EV y de Baterías de litio. * Se agrega la combinación Corea China en función de las noticias de intereses por parte de conglomerados Chinos – Coreanos por instalarse en Chile. Ver sección 3.1.2.....	27
Tabla 6: Presciencia de Manufactura Internacional de empresas de manufactura de Baterías de litio. Fuente: (GS Yuasha, 2017) (AESC, 2017) (PANSONIC , 2017) (Samsung SDI, 2017) (BYD, 2017) (Reuters, 2017) (LG Chem, 2017).....	28
Tabla 7:Resumen de Análisis de incentivos para el fomento de la inversión extranjera en manufactura . Fuentes: Malasia ((MIDA), 2015), Tailandia (304 Industrial Park, 2016), (BDO Advisory Limited , 2015), Taiwán (Ministry of Economic Affairs, R.O.C., 2017), Singapur (Singapore Economic Development Board, 2017), Vietnam (Vietnam Invest Network Corp, 2017)	31
Tabla 8: Parámetros del pack de baterías. Fuente: Elaboración propia mediante el modelo (Nelson, et al., 2012).	40
Tabla 9: Porcentaje del material utilizado en la fabricación de cátodos y la celda. Fuente (Nelson, et al., 2012).	49
Tabla 10: Determinación de la capacidad de la fabrica y su capacidad incremental.....	50
Tabla 11: Características de la planta. Fuente: Elaboración propia mediante el modelo Batpack (Nelson, et al., 2012). * incluye instalación de equipos	50
Tabla 12: WACC considerando potenciales países inversionistas y sus receptores de inversión. 51	

Tabla 13: Resultado del cálculo del costo para la empresa por hora hombre.....	52
Tabla 14: Costo de los materiales de la celda. Fuente: Datos (Chung, et al., 2015) y Alibaba.....	52
Tabla 15: Costos Unitarios por metro Cuadrado de Construcción.	53
Tabla 16: Cotización para la construcción de Edificación de Fabrica.....	53
Tabla 17: Estructura de costo del pack de baterías de los elementos del material active del cátodo. Fuente: Elaboración propia.....	55
Tabla 18: Cálculo del peso en el costo del pack de baterías de los materiales de celda. Fuente: Elaboración propia.....	55
Tabla 19:Cálculo del peso en el costo del pack de baterías de los elementos del material active del cátodo. Fuente: Elaboración propia	55
Tabla 20: Evaluación de la inversión.....	56
Tabla 21:Fuentes y Usos del Proyecto.....	56
Tabla 22: Capitales necesarios para el Proyecto y su relación entre deuda y patrimonio sobre activos totales	57
Tabla 23: Resumen de los resultados del modelo y el precio del pack el primer año de operación.	58
Tabla 24:Cálculo del precio del pack de baterías puesto en Estados Unidos vía marítima o terrestre a Argentina.....	59
Tabla 25: Cálculo del precio del pack de baterías puesto en Brasil vía terrestre.....	59
Tabla 26: Sensibilidad del VAN con respecto al costo de la mano de obra y precio base de las baterías el 2020.	60
Tabla 27: Sensibilidad del VAN con respecto a las variables del precio base de la batería y al % de reducción anual del precio de mercado.....	60
Tabla 28: Sensibilidad del VAN con respecto al costo de la mano de obra y al costo del capital.	61
Tabla 29:Presupuesto organizacional a corto plazo.....	63
Tabla 30: Capacidad de producción anual de baterías de litio de los principales países productores. Fuente: (Chung, et al., 2016)	82
Tabla 31: Cálculo del Costo aproximado de la deuda en Chile. Fuente: Elaboración propia.....	98
Tabla 32: Costo de la deuda promedio de Argentina y Brasil.....	97
Tabla 33: Cálculo del Country Risk Premium. Fuente elaboración propia.	98
Tabla 34:Tabla que relaciona la clasificación de riesgo de un país con el Default Spread para ese riesgo. Fuente (Damodaran, 2017).....	99
Tabla 35: Cálculo del beta des apalancado para diversas empresas de la industria de baterías de litio.	99
Tabla 36:Cálculo de los Betas re apalancados de Potenciales países inversionistas en Chile, Argentina y Brasil. Fuente: Elaboración propia	100

Tabla 37: Rendimiento de los Bonos de los bancos centrales de diversos países. (Trading Economics, 2017) (Kilby, 2017)	100
Tabla 38:Costo del capital propio considerando a Chile, Argentina y Brasil como receptores de inversión y varios países como emisores de inversión.	100
Tabla 39: WACC considerando potenciales países inversionistas y sus receptores de inversión.	101
Tabla 40: Renta Total Neta Pagada y descomposición a renta neta pagada mensual por distintos rubros de la II Región de Chile. Fuente: (Servicio de Impuestos Internos, 2016).....	101
Tabla 41: Cálculo del Costo de la Mano de Obra para la empresa. Fuente: Elaboración propia.	102
Tabla 42: Comparación de sueldos de países productores de baterías de litio con respecto a Chile. Fuente: valores de países productores (Chung, et al., 2015). Datos de Chile, elaboración propia a partir de datos del SII.	102
Tabla 43: Resumen de los resultados de la modelación del modelo Batpac para cada tamaño de planta. Fuente: Elaboración propia.....	107
Tabla 44: Resultado de los cálculos de costos de manufactura del modelo Batpac para 4 tamaños de planta. Fuente: Elaboración propia	111
Tabla 45: Resultado operacional. Fuente: Elaboración propia	113
Tabla 46: Cálculo de la depreciación. Fuente: Elaboración propia	114
Tabla 47:Agenda de pago de la deuda, cálculo de los intereses durante la construcción. Fuente: Elaboración propia	116
Tabla 48: Estado de Resultados. Fuente: Elaboración propia.....	117
Tabla 49: Balance General. Fuente: Elaboración propia	118
Tabla 50: Precio del Pack de Baterías. Fuente: Elaboración propia	119
Tabla 51: Flujo de caja de cascadas para la determinación de la cobertura de la deuda y la determinación de dividendos. Fuente: Elaboración propia.....	120
Tabla 52: Flujo de caja del capital propio. Fuente: Elaboración propia	120
Tabla 53: Flujo de caja Libre, VAN y TIR. Fuente: Elaboración propia	121
Tabla 54: Periodo de Payback. Fuente: Elaboración propia.....	122

1 Aspectos Generales

1.1 Introducción

El fenómeno del calentamiento global ya está mostrando sus consecuencias a nivel global. La temperatura del aire y de los océanos está aumentando. La masa de los glaciares y las capas de hielo se está perdiendo, el nivel del mar está subiendo y modificándose los patrones de lluvia generando sequías en ciertos sectores e inundaciones en otros. También está aumentando la frecuencia y severidad de eventos climáticos extremos poniendo en riesgo al medio ambiente, a la población humana y a la actividad económica (Riedy, 2016). Sin embargo, las principales potencias mundiales y múltiples países en desarrollo han comenzado a implementar múltiples iniciativas (ver sección 2.1) con el fin de detener el calentamiento global. Esto en parte ha generado el fomento a la inversión en tecnologías limpias, tanto en el ámbito de la generación eléctrica como en el transporte entre otros. De esta forma se ha comenzado a abrir el mercado de los vehículos eléctricos la cual actualmente presenta una fuerte demanda (Randall, 2016) que a su vez está provocando una fuerte demanda en almacenamiento energético para dar autonomía a los vehículos. Esto genera una potencial oportunidad para establecer producción de baterías de litio en Chile, asegurando el abastecimiento del recurso y a la cercanía a futuros centros de consumo.

Actualmente en Latinoamérica la industria automotriz ya está posicionada en Brasil, Argentina y México por lo que es de esperarse que en estos países se fabriquen autos eléctricos en el mediano a largo plazo para abastecer la demanda de la región. Sin embargo, actualmente no existen fábricas de baterías en Latinoamérica que abastezcan esta necesidad y más aún para el año 2019 la actual capacidad instalada no podrá satisfacer la demanda mundial esperada. (Chung, et al., 2016).

Esta creciente demanda, sumada a los avances tecnológicos en materia de baterías de litio, han empujado el precio de estas (Jacques, 2015) (Liebreich, 2015), abriendo nuevos mercados como el mercado de la Energía eléctrica prestando servicios de BESS (Battery Energy Storage Systems) que resuelven diversas necesidades como dar almacenamiento energético para las energías renovables que presentan generación eléctrica intermitente. Además, posibilita prestar servicios auxiliares, servicios para la transmisión y distribución entre otros (Kempener & Borden, 2015) por lo que el potencial tamaño del mercado es muy atractivo.

Ya existen empresas interesadas en realizar esta actividad en Chile (Cárdenas, 2016) por lo que realizar un análisis para la ejecución de esta actividad resulta aún más relevante.

La presente tesis está enfocada en realizar un plan de negocios para instalar una fábrica de baterías de litio en Chile, desde una mirada de contextualización de proyecto. Esta tesis servirá como material de referencia para evaluaciones de fábricas de baterías de litio en Chile e industrias relacionadas.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

El objetivo de la elaboración de este plan de negocios es crear una empresa de manufactura de baterías de litio en Chile.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar un análisis del mercado de las baterías que incluya actuales productores, proyecciones de demanda, costos de manufactura y precios
- Realizar un análisis estratégico para evaluar el potencial de Chile como productor.
- Determinación de las potenciales tecnologías que pudiesen utilizarse de acuerdo a la disponibilidad internacional y al contexto nacional
- Generar un plan estratégico y de marketing
- Determinación del modelo de operaciones incluyendo el suministro de materias primas principales, producción de las baterías, canales de distribución y alianzas estratégicas.
- Determinar una estructura organizacional
- Crear un plan de acción e hitos
- Crear un modelo financiero que incluya proyecciones y modelo de financiamiento
- Realizar una comparación con países competidores

1.3 Metodología y Marco Teórico

Para alcanzar los objetivos planteados el plan de negocio se estructura de la siguiente forma:

El capítulo 1 es introductorio y se plantean los objetivos de la tesis, tanto generales como específicos. A continuación se desarrolla la presente metodología y marco teórico. Posteriormente se define el alcance de la tesis para terminar con la oportunidad de globalización.

En el capítulo 2 se realiza un análisis del mercado mundial, regional y local a través de la búsqueda de información de instituciones internacionales, periódicos y también a información publicada en prensa digital. El capítulo comienza con la descripción del acuerdo de París para luego continuar con la descripción de la industria de las energías renovables. Posteriormente se realiza una descripción de la industria del Vehículo Eléctrico a nivel mundial. Seguidamente se realiza una descripción de los sistemas de almacenamiento de energía eléctrica, tanto para la industria de las energías renovables como para la industria del vehículo eléctrico. Posteriormente se describe el mercado del vehículo eléctrico en Sudamérica. El capítulo finaliza con la oportunidad de negocios que considera los aspectos estudiados anteriormente y otros aspectos vistos en capítulos posteriores.

En el capítulo 3 se realiza un análisis estratégico. El capítulo comienza por un análisis macro económico PESTLE desde el punto de vista de Chile, pero también abordando potenciales países interesados en desarrollar este negocio que corresponden a Brasil y Argentina. Posteriormente se realiza un análisis de la cadena de valor de la industria con el fin de comprender a fondo sus partes y actores. A continuación, se realiza un análisis del ciclo de vida de la industria en el cual se evalúa el grado de madurez de la industria de las baterías de litio. Posteriormente se evalúan empresas como potenciales inversionistas y se realiza un análisis Hofstede con el fin de determinar las diferencias culturales de las empresas candidatas con la cultura chilena con el fin de seleccionar facilitar el dialogo y fomentar potenciales acuerdos comerciales. A continuación, se realiza una evaluación de los incentivos a la manufactura en países emergentes de Asia con el fin de determinar

potenciales medidas a implementar en Chile. Posteriormente se realiza un análisis FODA que brinda estructura a la información anteriormente recabada. Finalmente, se genera una estrategia en función de los diferentes aspectos anteriormente evaluados.

En el capítulo 4 se realiza el plan de marketing en el cual se utiliza la metodología de las 3C para identificar las oportunidades de mercado, luego se define la estrategia mediante la metodología STP y finalmente se formula el programa de marketing mediante la metodología de las 4P.

El Capítulo 5 describe la operación de una fábrica de baterías de litio en base al modelo Batpac creado por *Argonne National Laboratory*. Esto incluye una descripción del proceso de manufactura, un esquema de la planta y una definición de su capacidad productiva.

El Capítulo 6 consiste en el plan financiero en el cual se evalúa la viabilidad económica de realizar este proyecto. En primera instancia se modela tanto la batería a producir como la fábrica a construir mediante el modelo Batpac. En función del resultado anterior se evalúa la inversión, se determinan los costos y se proyectan los flujos de caja para obtener tanto el valor actual neto (VAN) del proyecto como su tasa interna de retorno (TIR). Finalmente se sensibilizan tanto el VAN como la TIR en función de las componentes de costo más importantes.

El capítulo 7 consiste en una descripción del equipo administrativo, en el cual se detalla la experiencia y *expertise* de cada integrante; una planificación a corto plazo que incluye los entregables, el presupuesto, financiamiento del corto plazo y el número de integrantes necesarios; el plan de implementación que muestra los distintas etapas del desarrollo del proyecto y finalmente la estructura organizacional a lo largo del desarrollo del proyecto.

En el Capítulo 8 se detallan las conclusiones y recomendaciones del plan de negocios, realizando una revisión final de los principales aspectos anteriormente estudiados.

Finalmente se aclara que la moneda utilizada a lo largo de esta tesis corresponde al dólar de los Estados Unidos. A su vez, se utiliza la notación norteamericana para la demarcación numérica, es decir, se utiliza el punto “.” para delimitar los decimales y se utiliza la coma “,” para delimitar los millares.

1.4 Alcance y Limitaciones del Plan de Negocios

Debido a la complejidad de la presente tesis, al tiempo disponible para su elaboración y a la etapa muy temprana en la que se encuentra el emprendimiento es que existen temas que no fueron explorados y otros temas que sus niveles de elaboración son básicos y no se fundamentan en diseños de detalles como se requeriría a la hora de la implementación del proyecto.

El análisis de mercado del capítulo 2 considera una revisión detallada de la información pública del mercado, sin embargo, existe una serie de estudios pagados que debiesen ser revisados en una etapa más avanzada del proyecto. A su vez solo se encontró una referencia pública al mercado de Latinoamérica por lo que complementar este análisis resulta de gran importancia.

En el capítulo 3 se realiza un análisis PESTLE de Chile y se limita a comparar el país con Argentina y Brasil por ser considerados los más fuertes competidores de la región y por poseer los mercados más importantes en Sudamérica. Sin embargo, puede resultar relevante incluir en un análisis posterior a Méjico debido a su fuerte presencia de industria de manufactura y sus vínculos con Estados Unidos.

Además, se realiza una evaluación de la cadena de valor de la industria y su análisis se limita a la evaluación de las etapas comprendidas dentro de la manufactura, pero no se realiza una evaluación de las etapas de operación, re uso ni reciclaje. Además, considera los principales aspectos

económicos de cada etapa, pero no se involucra detalladamente en cada una al nivel que pudiese necesitar la operación de una fábrica. Además, esta evaluación no considera una optimización para maximizar los retornos en términos de la etapa o conjunto de etapas en las que conviene insertarse.

El análisis del ciclo de vida se realiza en base a los análisis que lo preceden.

La evaluación de compañías que potencialmente puedan invertir en Chile corresponde a una recomendación para optimizar los esfuerzos a la hora de buscar socios, pero no considera potenciales redes de contacto importantes para generar lazos comerciales.

La evaluación de los incentivos a la manufactura en países emergentes de Asia se limita a categorizar las medidas de incentivo presente en ciertos países, pero no considera todos los países emergentes de Asia. Tampoco considera los incentivos a la manufactura en Latinoamérica por lo que este análisis puede ser complementado en una etapa posterior con el fin de tener una evaluación aún más amplia. Sin embargo, es suficiente para obtener una batería de medidas y a su vez poder agruparlas en distintas categorías. Esto entrega un buen entendimiento de las medidas utilizadas y son suficientes para generar una estrategia. Para elaborar un plan detallado es necesario realizar un análisis de cada medida entendiendo el impacto que estas pueden generar privilegiando así las medidas más efectivas, pero esto queda fuera de alcance de esta tesis.

El análisis FODA se limita a posicionar como sería la industria de la manufactura de baterías de litio en Chile. No se realiza un análisis FODA de la empresa debido a que esta no se encuentra en operación sino más bien en una etapa muy temprana de planificación por lo tanto no agrega valor un análisis de este tipo. Finalmente se concluye una estrategia en función de los elementos previamente recabados.

En el capítulo 4 se genera una estrategia de marketing en función de las condiciones de mercado actuales. Este plan será necesario re evaluarlo a lo largo de la etapa de desarrollo y previo a tomar decisiones de inversión. A su vez y siendo que este plan de negocio considera fundamental encontrar un socio estratégico para llevar cabo el proyecto, es necesario considerar la estrategia de marketing que pueda tener este socio estratégico y complementarlo con la visión estratégica regional del equipo, pero esto queda fuera del alcance de esta tesis. Cabe destacar que durante la selección del producto se excluye una revisión de patentes siendo que el diseño es exclusivamente conceptual. A su vez, el diseño definitivo será acordado con la empresa socia, especialista en manufactura, la cual será quién defina la tecnología definitiva y quién se ocupará de las patentes.

El capítulo 5 genera un plan de operaciones de la fábrica de baterías de litio desde la elaboración de los electrodos hasta la entrega de las baterías de litio. Este proceso se presenta en este plan en forma descriptiva. No considera el detalle específico de cada máquina ya que esto deberá ser evaluado en una ingeniería básica del proyecto. A su vez el esquema de la planta presentando muestra el flujo de la operación, pero no representa un plano de planta. Sin embargo, intenta mantener las proporciones de las áreas que utiliza cada sección de fábrica.

El capítulo 6 genera un plan financiero el cual se basa en el modelo técnico económico llamado Batpac desarrollado por Argonne National Laboratory. Esto implica que el dimensionamiento de la fábrica se genera a partir de este modelo. Para una etapa más avanzada será necesario realizar una ingeniería básica para realizar un dimensionamiento en inversión, edificaciones y equipamiento más preciso. Por otro lado, el modelo se alimenta de ciertos costos locales obtenidos a partir de expertos nacionales. Para tener valores más precisos de los costos es necesario nuevamente contar con un diseño más detallado del proyecto para realizar cotizaciones firmes que transparenten estos costos. Los costos tanto del capital propio como los del costo de la deuda se evalúan en función de información pública. Por otro lado, se realiza un modelo de financiamiento en la cual se asume una estructura de deuda en función de lo visto en otros proyectos, sin embargo,

esto no garantiza que los bancos estén dispuestos a financiar esta ratio de deuda. La investigación de terreno acerca de si los bancos están dispuestos a financiar este proyecto, a que costo y en que ratio de deuda quedan fuera del alcance de esta tesis ya que este proceso se realizará en una etapa mucho más avanzada del proyecto. Finalmente, el análisis financiero no incluye un análisis de potenciales beneficios tributarios que pudiesen ser implementados, lo cual podría mejorar aún más el retorno del proyecto.

En el capítulo 7 se describe la organización, tanto a nivel de planificación inicial como durante el desarrollo y construcción del proyecto. La estructura organizacional es estimativa en función de la experiencia del autor como también a partir de los datos de horas hombre entregadas por el modelo Batpac para el caso de la etapa construcción del proyecto. Estos datos deberán ser modificados una vez que se tenga una ingeniería básica del proyecto.

1.5 Justificación de la Oportunidad de Globalización

La oportunidad de globalización se presenta en múltiples áreas del negocio. La manufactura, por ejemplo, busca importar tecnologías que actualmente no se encuentran en Chile.

Además de la maquinaria propiamente tal, año a año se invertirá en investigación y desarrollo para generar mejoras tanto en la eficiencia de producción como en el diseño de las baterías. Estos desarrollos podrán venir desde Chile en el largo plazo, pero inicialmente vendrán de la *expertise* presente en el extranjero.

Desde el punto de vista de los suministros, si bien Chile cuenta con algunas materias primas necesarias para la fabricación de las baterías, otros elementos deberán ser importados.

Finalmente, desde el punto de vista del producto, éste estará destinado a abastecer el mercado nacional como también el mercado internacional, enfocándose principalmente en países como Estados Unidos, Brasil, Argentina, Méjico, Colombia y Perú.

2 Análisis de Mercado

2.1 Acuerdo de Paris

El 12 de diciembre del 2015, en la conferencia de cambio climático de las Naciones Unidas (COP21) en París, se firmó un acuerdo histórico en el cual los países acordaron limitar el alza de la temperatura global en 2 grados Celsius e intentar apuntar a solo 1.5 grados dado los graves riesgos que esto conlleva. A su vez, el acuerdo fomenta la disponibilidad de financiamiento para desarrollos de bajas emisiones de carbono (United Nations , 2016). Estas medidas generarán profundos cambios en políticas públicas como, por ejemplo, a las emisiones de carbono se les asignará un precio, las tecnologías de producción y consumo energético serán reguladas y existirá mayor disponibilidad de financiamiento para investigación y desarrollo. Esto a su vez se traducirá en que activos con bajas emisiones de carbono serán valorados por los mercados financieros (World Energy Council, 2016).

De acuerdo al *International Panel on Climate Change*, el 25% de las emisiones de gases de efecto invernadero provienen de la industria eléctrica y el 14 % de la industria del transporte (Pachauri & Meyer, 2014) por lo que no será posible alcanzar esta meta si ambos sectores no se ponen ambiciosas metas para reducir sus huellas de carbono.

El impacto del acuerdo de Paris ya ha generado el debate de la imposición de impuestos de carbono para fomentar la reducción de las emisiones (The World Bank, 2016) y alrededor de 40 países ya están utilizando o considerando la implementación del impuesto al carbono, incluidos EEUU, China, Unión Europea y Chile (© 2016 Carbon Pricing Leadership, 2016). Particularmente, Chile aprobó un impuesto a las emisiones de carbono que comienza el 2018 destinado a grandes plantas termoeléctricas y se cobrará US\$5 por tonelada métrica de CO2 emitida.

Diversos líderes mundiales ya postulan la imposición de impuestos a las emisiones de Carbono para empresas locales al corto plazo (The Guardian, 2016) o incluso imponer impuestos a países que no sigan las directivas del acuerdo de Paris (Haraldsson, 2016).

Todas las medidas anteriores generan presión para mover la economía mundial hacia un desarrollo sustentable en la cual se promueva tanto la generación eléctrica a través de las energías renovables como hacia un sistema de transporte no contaminante.

2.2 Industria de las Energías Renovables

El consumo de recursos energéticos se incrementa año a año y el mundo depende fuertemente de combustibles fósiles para la producción de energía. El año 2015, el 76.3% de la energía producida provino de combustibles fósiles, principalmente carbón, petróleo y gas natural. Por otro lado, el 23.7% proviene de fuentes de energía renovable (REN21, 2016). Sin embargo, estas proporciones están cambiando a favor de las energías renovables, inclusive a pesar de que tanto el precio del petróleo como el del carbón han ido declinando. Esto se debe principalmente a una baja en los precios de las tecnologías para generar energías renovables (principalmente eólica y solar) sumado a la presión por des-carbonizar la matriz energética por causas ambientales.

En enero del 2011 el precio del carbón llegó a un máximo de alrededor de 132 USD/tm y desde entonces ha presentado una baja para llegar a 44.7 USD/tm en diciembre del 2015. A su vez las proyecciones se encuentran entre 54.8 USD/tm a 60.3 USD/tm al 2020 de acuerdo a diferentes estimaciones del Banco Mundial y del Fondo Monetario Internacional respectivamente.

En el caso del petróleo, desde junio del 2014, su precio ha presentado una fuerte baja, desde aproximadamente 108 USD/bbl para llegar a un mínimo de 30.39 USD/bbl en febrero del 2016 (KNOEMA, 2016). A su vez se estima un alza en sus precios que varían entre 56.3 USD/bbl a los 65.6 USD/bbl al 2020 de acuerdo a diferentes estimaciones del Fondo Monetario Internacional y a su vez del Banco Mundial respectivamente.

A pesar de la situación anterior, el desarrollo e inversión en tecnologías limpias no se ha frenado en lo más mínimo. La inversión en energías renovables no convencionales el año 2015 ha alcanzado los 286 mil millones de dólares que corresponden a 154 GW superando ampliamente la inversión en energías convencionales con tan solo 97 GW. La mayor parte de las inversiones fueron destinadas a energía solar y eólica, las cuales acaparan el 58% y 38% de la inversión. Tan solo el año 2015 la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica aumentó en un 25% con respecto al año 2014 logrando instalar sobre 50 GW llegando a un total mundial de 227 GW instalados. Esta vez China, Estados Unidos y Japón fueron los que aportaron la mayor parte de la capacidad instalada nueva, pero el fenómeno se reporta a nivel mundial. A su vez, se instaló 63 GW de energía eólica sumando un total mundial de aproximadamente 433 GW (REN21, 2016).

2.2.1 Proyección del Costo Nivelado de la Energía y Demanda

El costo nivelado de la energía corresponde al valor presente neto del costo unitario de la electricidad considerando toda la vida útil de un activo de generación eléctrica. Esta medida se utiliza ampliamente en el mercado eléctrico y sirve como referencia para evaluar la viabilidad de distintas tecnologías. El costo nivelado de la energía solar y eólica continua a la baja (Henbest & al., 2016). Un estudio sitúa el costo nivelado de la energía solar en un rango de 65.6 USD/MWh a 126.2 USD/MWh y el de la energía eólica entre 43 USD/MWh y 78.5 (U.S Energy Information Administration, 2016) pero ya se han visto licitaciones en el mundo en la cual los precios están bastante cercanos o incluso menores a los mínimos proyectados. Un ejemplo cercano es Chile, en donde el precio adjudicado en la licitación de Febrero del 2016, alcanzó los 29 USD/MWh para un proyecto solar. En la misma licitación un proyecto eólico oferto por 43 USD/MWh (Ministerio de Energía, 2016) lo cual marca récord de precios históricamente bajos.

Un estudio de Bloomberg realiza una predicción que muestra que la energía eólica se incrementará en 3.9 veces su capacidad actual al 2040 y llegará a representar el 13% de la capacidad instalada. Por otro lado, el mismo informe muestra que para la misma fecha la energía solar se incrementará en 15.2 veces su capacidad actual y llegará a representar el 29% de la capacidad instalada en desmedro de tecnologías fósiles (Carbón y Gas) las cuales pasarán de un 57% a un 31% al 2049 (Henbest & al., 2016).

La energía eólica y solar se caracterizan por ser energías intermitentes y por lo tanto el almacenamiento de energía para suavizar su inyección a la red de eléctrica es el complemento ideal para esta industria.

2.3 Industria del Vehículo Eléctrico (EV)

Los vehículos eléctricos o “*Electric Vehicles*” (EV) no son un invento reciente, sino que datan del año 1834 cuando Thomas Davenport inventa el primer auto eléctrico (Anon., s.f.) (discutiblemente fue Ányos Jedlik en 1828) conectado con baterías. Al final de la década de 1890 y comienzos de la década del 1900 los autos eléctricos superaban en ventas a los autos con motor de combustión interna. Sin embargo, su alcance se limitaba solo las zonas electrificadas de las ciudades ya que las zonas rurales no contaban con infraestructura eléctrica. Adicionalmente, junto a la puesta en práctica de las líneas de producción, en la década de 1910, se alcanzaron volúmenes y costos mucho menores en la producción de vehículos de combustión interna. Finalmente, la gran disponibilidad de petróleo a bajos precios e infraestructura para abastecer de combustible a los vehículos, dejaron fuera de competencia a los autos eléctricos (Chan, 2013).

Sin embargo, en los últimos años se está viendo un nuevo avance de los EV en el mercado mundial. Las primeras ventas importantes partieron el año 2005 con la venta de tan solo 1,670 EV aproximadamente solo en Francia, Alemania y Estados Unidos. Por otro lado, actualmente las ventas acumuladas ya superan el millón de autos, llegando a alrededor de 1.2 millones el año 2015 y abarcando más de 40 países siendo los principales mercados el de Europa, Estados Unidos, China y Japón. Esto sigue siendo una cifra muy baja y solo representa el 0.1% del mercado de automóviles (International Energy Agency, 2016). Sin embargo, el crecimiento visto es notorio. Solo la venta del año 2015, que corresponde a 550,000 EV, representa un crecimiento de un 69% con respecto al 2014 marcando un fuerte incremento. Este crecimiento se lleva a cabo a pesar de los bajos precios del petróleo. Esto se debe a diversos mecanismos de incentivo por parte de distintos gobiernos y a su vez debido a la baja en los costos las tecnologías de almacenamiento energético para EV, lideradas por innovaciones tanto en la manufactura como en el uso de mejores componentes para baterías de iones de litio.

Las principales ventas estuvieron en China con 200,000 nuevos registros de vehículos y Estados Unidos con más de 100,000 EV. Los principales mercados corresponden a China, Estados Unidos, Holanda, Noruega, Reino Unido, Japón, Alemania y Francia (ver Figura 1). Los países que poseen una mayor participación en el mercado automotriz son Noruega y Holanda, en donde se establecieron fuertes medidas para incentivar su uso como la disminución de impuestos de registro y circulación, no pago de peajes e incluso el no pago del impuesto sobre el valor agregado (IVA). Otras medidas incluyen el acceso a zonas exclusivas de tránsito solo para EV o el acceso a las pistas de buses.

Además del automóvil eléctrico, ya han aparecido otro tipo de vehículos eléctricos como camiones, buses y motos eléctricas. Particularmente el mercado de los buses y motos eléctricas ha surgido con mucha fuerza en China, a diferencia de otros países, con alrededor de 170 mil buses y más de 200 millones de motos eléctricas vendidas. Esto se debe a que el gobierno chino ha impuesto cuotas sobre la cantidad de ventas anuales de automóviles para así reducir la polución en sus ciudades. De esta forma sus habitantes han buscado alternativas a la compra de automóviles (International Energy Agency, 2016).

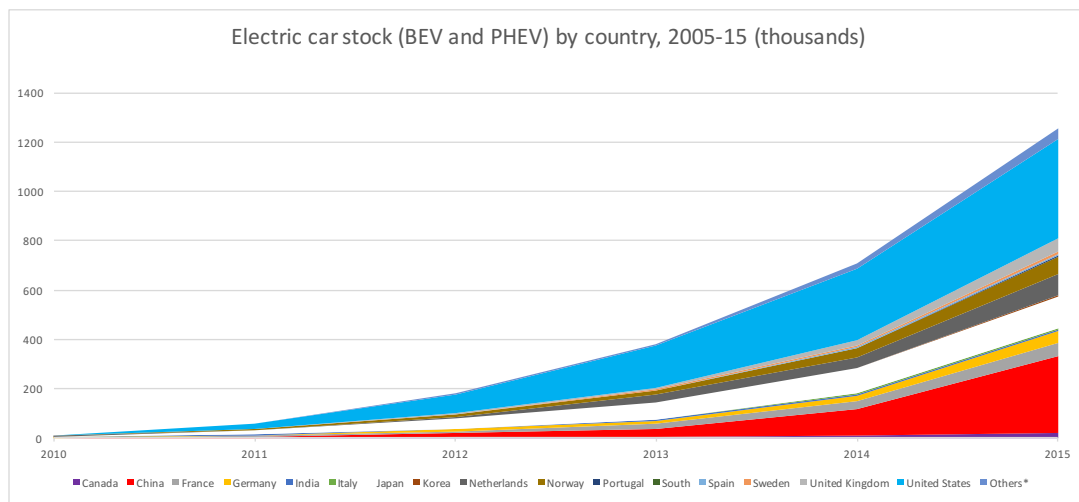


Figura 1: Demanda de Vehículos Eléctrico por País.

2.3.1 Principales Competidores y su Participación de Mercado

Existen más de 30 empresas dedicadas a la manufactura de EV, siendo las marcas más importantes la empresa China BYD con 5 modelos, ventas por 74,030 EV (Sept 2014-Sept 2015) y posee una cuota del 17.59% del mercado global. En segundo lugar, se encuentra la empresa Tesla con 2 modelos, ventas por 47,219 EV (Sept 2014-Sept 2015) y posee una cuota de mercado del 11.22%. En tercer lugar, se encuentra la empresa BMW con 5 modelos, ventas de 33,799 EV (Sept 2014-Sept 2015) y posee una cuota de mercado del 8.03% (EV Obsession, 2016). En cuarto lugar, figura la empresa China BAIC la cual posee 3 modelos, generó ventas de 29,509 EV y ocupa el 7.01% de la cuota de mercado. Finalmente, en quinto lugar, están las empresas Nissan y Volkswagen las cuales alcanzaron ventas de alrededor de 24,600 EV. Cada una posee 2 y 3 modelos respectivamente y ocupan el 5.8% del mercado (EV Obsession, 2016).

Por otro lado el modelo más vendido, en el periodo de Septiembre 2015 a septiembre 2016, el EV corresponde al *Model S* de Tesla con 32,968 unidades, seguido del modelo Tang de BYD y en tercer lugar el modelo Leaf de Nissan con 22,193 unidades (EV Obsession, 2016).

En términos de participación de mercado por tipo de vehículo, los BEV (*Battery Electric Vehicle*) suministran un 60% de la demanda mientras que los PHEV (*Plug-In Hybrid Electric Vehicle*) representa el 40% y esta se ha mantenido estable desde el 2014. En estados Unidos y Europa la mezcla es de 50:50 mientras que en Asia existen 2 BEV por cada PHEV (EV Volumes, 2016).

Finalmente, en el *Paris Motor Show* fueron anunciados dos docenas de nuevos autos eléctricos. Varios modelos serán lanzados en el corto plazo a precios competitivos de alrededor de los US\$ 30,000, mientras que otros corresponden a prototipos para el futuro (Condliffe, 2016).

2.3.2 Proyección del Crecimiento de la Demanda

Para disminuir los niveles de gases de efecto invernadero, de acuerdo a la *International Energy Agency*, la venta de EV deberá llegar a valores cercanos a 20 millones de vehículos el 2020 y a 100 millones el 2030, mientras que se espera tener 400 millones de vehículos eléctricos de dos y tres ruedas para el mismo año.

La *Electric Vehicle Initiative*, corresponde a un foro para la cooperación global en el desarrollo y despliegue de EV. Sus países miembros corresponden a China, Estados Unidos, Japón, España, Francia, Alemania, Portugal, Holanda e India. Su meta es llegar a tener 20 millones de EV acumulados al 2020, 140 millones al 2030 y 900 millones al 2050. Por otro lado, los actuales

compromisos de diferentes países solamente suman casi 13 millones al 2020, siendo China y Estados Unidos los que poseen las metas más ambiciosas superando los 4 millones de autos cada uno. (International Energy Agency, 2016). Por otro lado, el año 2016 parece terminar con un crecimiento estimado de 47%, menor que el 2015 (Fuente propia con datos de International Energy Agency, 2016 e (Inside EVs, 2017)). Si la tasa de crecimiento de las ventas se mantiene igual que el 2016 con un 47% entonces la venta acumulada de vehículos para el 2020 llegará cercana a los 11,4 millones proyectando ventas para ese año de 3,8 millones de vehículos. Para llegar a la meta de los 140 millones de EV acumulados al 2030 entonces las ventas entre 2021 y 2030 deberán aumentar en un 21% anual. Finalmente, para lograr la meta de los 900 millones de EV acumulados al 2050, entonces las ventas entre el 2031 y el 2050 deberán aumentar en un 3% anual durante ese periodo.

Por otra parte, no todas las proyecciones son tan favorables como las de EIA o BNEF. Es por esto que se revisó la información pública de las proyecciones de 5 instituciones de gran reputación y se proyectó distintas curvas a partir de esta información. Además, se elaboró una proyección de demanda promedio, la cual sigue siendo un mercado muy atractivo.

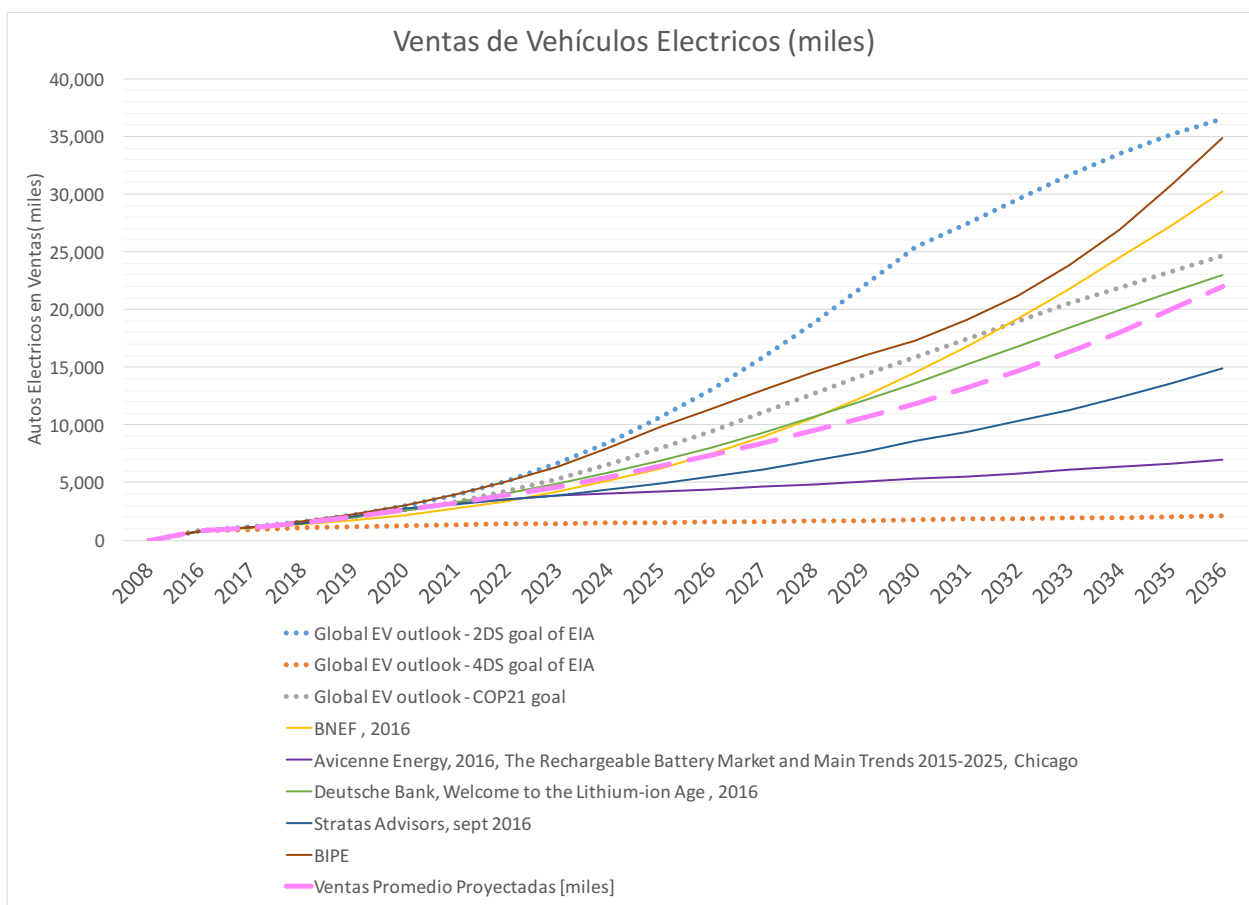


Figura 2: Proyección de Venta de Vehículos Eléctricos. Fuentes: datos reconstruidos a partir de gráficos o informes de diversas fuentes, incluyendo (International Energy Agency, 2016), Bloomberg New Energy Finance (Liebreich, 2016), Avicenne Energy (Pillot, 2016), Stratas Advisors (Strata Advisors, 2016), Deutsche Bank (Hocking, et al., 2016) y el Bureau d'information et de prévisions économiques BIPE a partir del informe del grupo Renault (Perrin, 2016).

2.4 Sistemas de Almacenamiento de Energía Eléctrica

Existen diversas formas de almacenar energía eléctrica y por lo general se caracterizan por la forma de energía que utilizan y estas se dividen en: Mecánica, Electroquímica, Química, Eléctrica y Térmica (ver anexo 10.1). A su vez estos distintos tipos se pueden clasificar por la duración de la descarga de energía y la capacidad de energía que pueden almacenar (ver anexo 10.2).

Las Baterías de litio caen bajo la categoría de electroquímicas y poseen tres grandes mercados. El más relevante hoy en día corresponde al mercado de electrónica de consumo con un 69% del mercado. Con un fuerte crecimiento lo sigue el mercado de los vehículos eléctricos que se estima que representa un 28% del mercado. Finalmente, lo sigue el mercado del almacenamiento energético para la industria Eléctrica y principalmente para su uso junto a energías renovables, donde figura con un 4% del mercado (Chung, et al., 2015).

2.4.1 Almacenamiento Energético para la Industria de las Energías Renovables

El almacenamiento energético para plantas de energía eléctrica se puede realizar de diversas formas. Actualmente la tecnología principal corresponde al almacenamiento mediante embalses hidroeléctricos de bombeo que corresponde al 95% de la capacidad instalada mundial. También existe el almacenamiento energético a través de aire comprimido de las cuales existe una capacidad instalada de 400 MW en el mundo actualmente.

El almacenamiento energético agrega valor a las energías renovables debido a que mejora la seguridad del suministro, mejora la calidad de la potencia (regulación de frecuencia), suaviza o nivela en función de la carga o demanda e incluso es capaz de realizar un desplazamiento de la entrega del suministro en función de la demanda. Para esta funcionalidad se requiere de una tecnología que pueda almacenar desde decenas de kWh (para aplicaciones residenciales) hasta decenas de MWh (para plantas de energía solar de gran escala). A su vez se necesita que la descarga de energía se pueda realizar en un rango de tiempo que va desde los segundos hasta días. Las tecnologías utilizadas principalmente son las llamadas *Flow Batteries* y los bancos de baterías electroquímicas y en este minuto principalmente las baterías de Li-ion (Manghani, 2016), (Colthorpe, 2015), (Ola, 2016), (Kenning, 2016), (Roberts, 2016) que en su aplicación se les denomina Battery Energy Storage Systems (BESS).

2.4.2 Almacenamiento Energético en la Industria del Vehículo Eléctrico

El almacenamiento energético para EV se puede realizar de diversas formas. Actualmente la tecnología principal corresponde al almacenamiento mediante baterías de Ni Metal Hybrid (NMH) que se utilizó en los primeros EV y más recientemente a Baterías de litio-ion (LIBs) debido a que poseen una energía específica (W/kg) mayor y por lo tanto son más livianas lo que es muy importante para aumentar la autonomía del vehículo. También existe el almacenamiento energético Flywheels y Celdas de Combustible (FC) pero son tecnologías que aún no se encuentran en una etapa comercializable a gran escala.

La batería no es solo un componente fundamental para darle autonomía al EV, sino que también corresponde al principal costo de éste, abarcando aproximadamente un 25% del costo total de acuerdo a diversos expertos (Nykqvist & Nilsson, 2015). Esto implica un valor de a US\$300 / kWh aproximadamente.

2.4.3 Almacenamiento Energético para la Industria de la Electrónica de Consumo y Herramientas de Construcción

Inicialmente impulsada por los computadores portátiles y posteriormente acompañada por los teléfonos celulares, el almacenamiento energético en baterías de litio ha brindado a esta industria un mayor grado de autonomía al combinar gran capacidad de almacenamiento de energía a un muy bajo peso en comparación a las baterías anteriormente utilizadas. Actualmente la demanda de baterías de litio por la industria de la electrónica de consumo es la más importante y por ende la capacidad instalada de fabricación se encuentra especializada actualmente en este segmento, sin embargo, su crecimiento, aun atractivo, no será tan fuerte como el de la industria del EV (Pillot, 2016).

La tecnología de baterías de litio se usa en la industria de las herramientas de construcción desde hace varios años. Pero en los últimos años se ha desarrollado tecnologías de baterías de litio de alto poder dándole una posición de gran potencial comercial para los próximos años pero mucho menor al de la electrónica de consumo.

2.5 Mercado del Vehículo Eléctrico en Sudamérica

Latinoamérica presenta aún algunas barreras para la penetración de EV al mercado. De acuerdo a un informe publicado en el sitio de *The Inter-American Dialogue*; organismo que promueve el dialogo de líderes mundiales para fomentar la gobernabilidad democrática, la prosperidad y la equidad social en América Latina y el Caribe; describe que las principales barreras para la penetración de los EV en Latinoamérica. Estas barreras corresponden al alto costo inicial de los EV, la falta de infraestructura de cargadores eléctricos, la preocupación por la confiabilidad de las redes eléctricas y la competencia de otras industrias (Marchán & Viscidi, 2015). Particularmente en Chile, se espera que para el 2020 existan 70.000 EV de acuerdo al “*E-Mobility Readiness Plan*” (Ministerio del Medio Ambiente, 2012).

Un informe del BID detalla que la demanda en América Latina al 2023 variará entre 52,000 a 220,000 unidades que dependerán de los cambios regulatorios, el desarrollo de la tecnología y la aceptación por parte del público. Esto representa una penetración de entre 0.5% a 2.5% de los distintos mercados. También detalla que en un escenario optimista la demanda en Brasil será de 116,000 EV, en México 58,000, en Chile 32,000, en Argentina 7,500 y en Colombia y Perú 2,000 (Gomez-Gelvez, et al., 2016) . Otro factor que resulta interesante es que el costo de los EV importados en Chile, debido a su estructura impositiva, tendrán un menor costo que en Argentina y Brasil. Esto brinda la oportunidad de generar el mercado interno más rápidamente.

La demanda en Latinoamérica exclusivamente generada por EV se proyecta a partir de información obtenida del informe “La Incorporación de los vehículos eléctricos en América Latina” (Gomez-Gelvez, et al., 2016) que cita un estudio de Frost & Sullivan titulado “Strategic Analysis of the Electric Passenger Car Market in Latin America: A Market Outlook to Design Policy Guidelines for Electric Vehicle Adoption in the Region”. En este se detalla una proyección de ventas entre 52.000 a 220.000 EV para el año 2023. Con estos datos y sabiendo que la penetración de EV en Latinoamérica ha sido retrasada con respecto al resto del mundo alrededor de 6 años, se realiza una proyección suponiendo la misma tasa de adopción que los países desarrollados para en los años 2010 al 2012 pero desplazados al 2016 al 2018. Luego se realizan proyecciones, pesimistas, promedio y optimistas para alcanzar los valores de 52.000, 136.000 y 220.000 de EV respectivamente al año 2023.

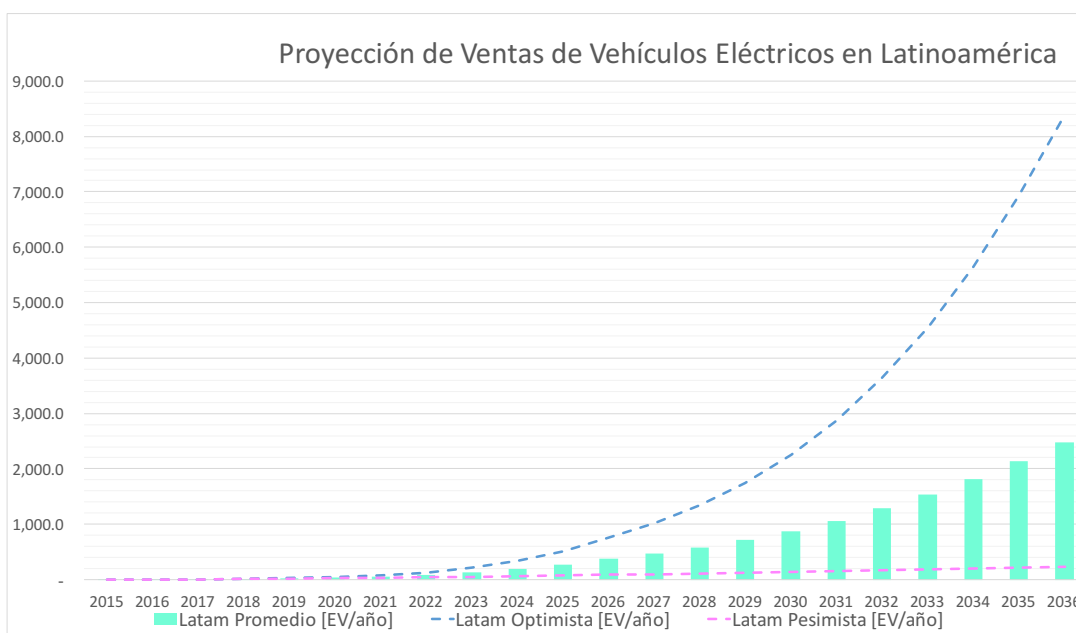


Figura 3: Proyección de Ventas de EV en Latinoamérica. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de (Gomez-Gelvez, et al., 2016).

2.6 Descripción de la Oportunidad de Negocios

El análisis anteriormente presentado muestra un crecimiento muy fuerte de la demanda de las baterías de litio a nivel mundial, liderado por China, Estados Unidos y Europa. Siendo éste un fenómeno global, y considerando las proyecciones para la penetración de los EV en Latinoamérica, se abre la oportunidad de satisfacer el mercado Latinoamericano desde Chile.

Por una parte, la cercanía a los centros de consumo no solo permitirá ser más competitivos, sino que también entregará una mayor flexibilidad a los productores de autos regionales debido al menor tiempo de traslado, llegando a Brasil (Antofagasta -Sao Paulo) en 5 a 6 días y a Argentina en 2 a 3 días (Antofagasta - Buenos Aires). Este factor es relevante en la industria al ser un factor observado en la cadena de valor y valorado por los productores de automóviles eléctricos (ver sección 3.2). Por otro lado, los productos provenientes de China hacia Brasil toman más de un mes de traslado por barco y desde EEUU más de 20 días (Searates, 2017). Además, para un productor asiático le entrega una excelente ubicación para llegar a los mercados de Latinoamérica y Norte América considerando que Chile posee un sin número de acuerdos de tratados de libre comercio y que es el único que posee puertos hacia el océano Pacífico conectándolo con proveedores asiáticos.

A su vez, Chile destaca frente a otros países de la región por posicionarse como productor de baterías de litio debido a que presenta un clima de estabilidad política y económica que dan tranquilidad a inversionistas (ver sección 3.1). Esto genera un clima favorable para el crecimiento sostenido. Estos factores le dan a Chile la mejor clasificación de riesgo de la región y la categoría de la economía más competitiva de América Latina. Esto a su vez conlleva a poseer un costo del capital menor que posibles países competidores (ver sección 6.1) posibilitando el levantamiento de financiamiento para una inversión rentable a precios más competitivos.

Chile destaca en Latinoamérica en la eficiencia, el uso del talento y la flexibilidad del mercado laboral (ver sección 3.1.2). A su vez, los costos de la mano de obra son competitivos a nivel regional (ver sección 3.1.2) y menores que en la mayoría de los países productores de baterías de

litio salvo China (ver sección 10.13.1). Sin embargo, el proyecto considera niveles de automatización importantes siendo menos dependiente de este factor.

A su vez, la planta se encontrará cercana a centros de suministro de litio, que si bien no representa un alto costo en el pack de baterías (ver sección 6.3), facilita la entrega del mineral para productos de valor agregado (ver sección de 3.1.6.4) . Esto disminuye el riesgo de suministro presente en una industria que no verá exceso capacidad por bastante tiempo (ver anexo 10.5). A su vez, esta industria se caracteriza por ser oligopólica con poca transparencia en los precios, a pesar de ser un *commodity*, lo que les da mayor control de precio y suministro. Es por estas razones que resulta estratégico para esta industria asegurar el suministro del litio.

Por una parte, Chile posee ventajas comparativas en términos de producción materias primas como el Cobre, litio y Manganeso por sobre otros países de la región ya que posee algunas de las reservas más grandes del mundo y es uno de los mayores productores de dichos minerales. Estos productos poseen una participación en torno al 9% (ver sección 6.3), del costo del pack de baterías siendo el Cu el elemento más importante con un valor en torno al 7%. Esto implica que logrando acuerdos con productores de materias primas locales, minimizando los costos de transporte y utilizando tecnología productiva moderna la cual incorpore la automatización de procesos se puede alcanzar valores que permitirían competir a nivel global.

Finalmente, el proyecto se presenta como una inversión muy rentable (ver sección 6.14) que le permitirá a un inversionista extranjero no solo abastecer los mercados regionales, sino que también diversificar el riesgo geográfico por potenciales catástrofes ambientales o conflictos sociales y políticos inherentes a cada país y por lo tanto inherentes a la manufactura.

3 Análisis Estratégico

3.1 PESTLE

Con el fin de poder evaluar la situación regional para la instalación de una fábrica de baterías de litio se considera a Chile y potenciales países competidores en esta materia. Para ello se incorpora al análisis a Argentina debido a su desarrollada industria automotriz e intención desarrollar la industria de las baterías de litio. También se considera a Brasil por su desarrollada industria automotriz.

3.1.1 Política

Con respecto a los factores políticos que determinan cuánto puede influir un gobierno en la economía de un país, Chile destaca debido a sus bajos niveles de corrupción en comparación a Argentina y Brasil catalogados como el 4to y 3er país más corruptos del mundo respectivamente, de acuerdo al ranking del banco mundial (World Economic Forum, 2015).

En el ámbito presidencial los tres países se encuentran en una fase transitoria. Chile se encuentra a un año de cambio de presidente, donde la actual presidente Michelle Bachelet aumenta su desaprobación a un 75% no convenciendo a la población, generando un vacío de liderazgo. Su gobierno fue afectado por un caso de corrupción de su nuera que uso influencias políticas para beneficio personal. Esto afectó directamente la reputación de la presidenta Bachelet. Aún no existe un candidato presidencial con una posición dominante por lo cual el país podría tomar una posición cercana tanto a la derecha como a la izquierda (CADEM, 2016).

En el caso de Argentina, el presidente Mauricio Macri lleva en el gobierno un poco más de un año, con un liderazgo fuerte y no libre de contiendas con grupos opositores. A pesar de que cuenta con un alto nivel de aprobación, esta se ha ido reduciendo a lo largo del año de manera constante (La Nación, 2016). Recibió un país en recesión, con un déficit fiscal alto y con niveles de inflación pocas veces visto (Smink, 2015) y no ha podido sacar al país de la recesión a pesar de las reformas que ha implementado. Esto llevó a Macri a pedir la renuncia a su ministro de Hacienda y Finanzas en diciembre del 2016 (Gallegos, 2016).

Para Brasil la situación es aún más compleja en donde el actual Presidente Interino Michel Temer, obtuvo su cargo luego de que Dilma Rousseff fuese acusada constitucionalmente y destituida de su cargo. El actual presidente interino, que cuenta con una desaprobación absoluta y transversal de la ciudadanía, ha sido vinculado a escándalos de sobornos de Petrobras y varios de sus principales colaboradores han sido acusados de corrupción. La sociedad brasilera se encuentra empoderada y hastiada de la corrupción que impera en el país. Esto se vio demostrado en las masivas protestas en contra de la presidenta Dilma Rousseff (Lissardy, 2016).

Con respecto al comercio exterior, los tres países pertenecen a la OMC. Sin embargo, Chile posee uno de las economías más abiertos del mundo y cuenta con una serie de tratados de libre comercio con numerosos países. Por otro lado, Argentina y Brasil son miembros del MERCOSUR, sin embargo, inclusive las cuotas de intercambio comercial no son respetadas y su intercambio bilateral es dificultado por tratos arbitrarios en las aduanas (Bloomberg, 2016). Estos dos países corresponden al 4to y 5to países más proteccionistas o generadores de distorsión comercial, de acuerdo al ranking del *Global Trade Alert* (Evenett & Fritz, 2016).

En el caso de acuerdos bilaterales de inversión, Argentina cuenta con el mayor número de acuerdos, seguido de Chile y Brasil en tercer lugar (SICE, 2016).

Con respecto al acceso a financiamiento, los tres países son parte del *Multilateral Investment Guarantee Agency* perteneciente al Banco Mundial que posee como misión el promover la inversión extranjera directa en países en desarrollo.

Por otra parte, Chile posee un acuerdo bilateral de inversión con Estados Unidos a través de OPIC. Otras agencias que han financiado proyectos en Chile corresponden a KfW, IBD e IFC. Con respecto al financiamiento local de proyectos, Chile posee un Banca consolidada que ha estado en la cabeza del financiamiento de la industria de Energías renovables no convencionales de los últimos años. A su vez CORFO posee una serie de programas de financiamiento para proyectos ya sea desde etapas tempranas a etapas más avanzadas.

Para el caso de Argentina el acceso a financiamiento resulta más limitado. El Banco Nacional de Argentina provee préstamos para capital de trabajo en Inversiones. El Banco BICE también ofrece crédito para inversiones. Sin embargo, de acuerdo a un Ranking del Banco Mundial, este sitúa a Argentina y a Chile en la misma posición con respecto a la facilidad de obtener crédito (World Bank, 2016).

En el caso de Brasil existe un sistema bancario público y privado consolidado, que da acceso a financiamiento de proyectos. El Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social es el principal actor público para el financiamiento de proyectos. Sin embargo, el ranking de facilidad de acceso a crédito sitúa a Brasil por debajo de Argentina y Chile (World Bank, 2016).

3.1.2 Económica

El producto interno bruto el año 2015 de Chile es 240 mil millones, y durante el 2016 ha tenido un crecimiento de su PIB en un 2.3% YoY el primer cuarto y un 1.6% YoY el segundo y tercer cuarto del 2016 (IMF, 2016). El nivel de desempleo es del 6.4% a septiembre del 2016 (Trading Economics, 2016). Con respecto al Inversión extranjera directa, el 2015 disminuyó en un 5% con respecto al 2014, sin embargo, se observa una tasa crecimiento anual compuesta de 4% en el periodo 2010-2015 (UNCTAD, 2016).

El gasto fiscal representará el 24.3% del PIB el 2017 la que aumentó desde un 24.2% del PIB del año 2016 (T13, 2016). A su vez, la deuda pública bruta alcanzó el 20.6% del PIB en septiembre del 2016 marcando un aumento con respecto a periodos anteriores. Esto ayudará a financiar el gasto público debido a la menor recaudación fiscal (Ministerio de Hacienda - Gobierno de Chile, 2015). La tasa de política monetaria es de 3.5% manteniéndose estable en este nivel desde diciembre del 2015 (Banco Central de Chile, 2016).

Por otro lado, el PIB de Argentina es de 548 mil millones, siendo más del doble del tamaño de la economía chilena. Sin embargo, presentó una contracción de su PIB durante el 2014. Luego, el 2015 mostró signos de recuperación, pero el 2016 nuevamente se muestran valores negativos de crecimiento obteniendo de -3.7% YoY el segundo cuarto y un -3.8% YoY el tercer cuarto del 2016 (IMF, 2016). Con respecto a la inversión extranjera directa, se observó un fuerte aumento el 2015 del 130% comparado al 2014. A su vez presenta una tasa crecimiento anual compuesta de 3.3% en el periodo 2010-2015 (UNCTAD, 2016).

El nivel de desempleo a junio del 2015 llegó a 6.6% (Trading Economics, 2016). El gobierno presenta un déficit fiscal que representa un 6.65% de su PIB el 2015 (Trading Economics, 2016) y espera que cierre el 2016 cercano al 5% superior a la meta del gobierno (Kanenguiser, 2016). Debido a esto es que Macri ha impuesto medidas para recortar el gasto incluyendo la reducción de los subsidios y el aumento de las tarifas eléctricas. Este déficit también se financió con deuda pública que llegó al 30% del PBI del 2016 (Pardo, 2016). La tasa de política monetaria (tasa de interés LEBAC) es de un 24.75% (BCRA, 2016) con lo cual el gobierno pretende quitar liquidez

al mercado y reducir los altos niveles de inflación que han alcanzado valores de alrededor del 40% (Trading Economics, 2016).

Brasil a su vez, corresponde a la economía más grande de Latinoamérica con un PIB de 1,774 mil millones siendo más de siete veces mayor que el chileno. El país se encuentra sumido en una recesión desde el año 2014 y presenta un crecimiento negativo en los 10 últimos cuartos con un -3.6% YoY el segundo cuarto y un -2.9% el tercer cuarto del 2016 lo que cerrara el año con alrededor de -3.3% (IMF, 2016). Con respecto a la inversión extranjera directa, se observó una fuerte disminución de un 11% el 2015 con respecto al 2014. A su vez presenta una tasa crecimiento anual compuesta de -32% en el periodo 2010-2015 mostrando un fuerte retroceso en la inversión extranjera directa en Brasil en los últimos años (UNCTAD, 2016).

El nivel de desempleo a octubre del 2016 llegó a 11.8% (Trading Economics, 2016). La deuda pública federal asciende a 944.8 billones de dólares lo cual representa el 53.2% del PIB (Tesouro Nacional, 2016). El gobierno interino está intentando frenar el gasto público y para esto presentó un proyecto de ley que congela el gasto público por 20 años, lo cual ha generado críticas de muchos sectores al no dar espacio para realizar mejoras en la educación ni en la salud (Telesur, 2016). La tasa de política monetaria (tasa de interés LEBAC) disminuyó desde un 14.25% a un 14% en octubre del 2016 (Datos Macro, 2016) con lo cual el banco central pretende aumentar la liquides del mercado. A su vez, los niveles de inflación llegan a un 7.87% con tendencia a la baja (Global-Rates.com, 2016).

Con respecto a los impuestos, Brasil es el país que presenta la mayor cantidad, siendo un sistema muy complejo seguido de cerca de Argentina. En el ranking de facilidad de pago de impuestos del Banco Mundial, Brasil tiene la posición 181 y Argentina la posición 178 de 190 países posicionándolos como parte de los países que existe mayor complejidad en su sistema de impuestos. Chile se sitúa en la posición 120 en el ranking presentando una condición más favorable que Argentina y Brasil (World Bank, 2016).

Otro factor relevante corresponde a la eficiencia del mercado laboral. De acuerdo al banco mundial que mide tanto la flexibilidad del mercado laboral como también la eficiencia en el uso del talento, sitúa a Chile en la posición 63, a Argentina en la posición 139 y a Brasil en la posición 122 de 140 países evaluados, posicionando a Chile como el mejor en este aspecto de la región. (World Economic Forum, 2015).

Con respecto al costo de la mano de obra, de acuerdo a los datos del Banco Interamericano de desarrollo, el índice del costo real de la mano de obra en Chile el año 2015 fue de 113.85 el de Argentina de 335.76 y el de Brasil de 101.18. Esto sitúa a Chile en términos relativos bastante más barato que Argentina y un poco más caro que Brasil (IDB, 2017).

Finalmente, Chile posee una posición muy ventajosa en términos del riesgo soberano, lo que le da acceso a crédito mucho más barato que Argentina y Brasil. A continuación, se muestra una tabla con la calificación crediticia que asignan a cada país diversas entidades evaluadoras de riesgo.

Entidad	Chile	Argentina	Brasil
Fitch	A+ (estable)	B (estable)	BB (negativo)
Standard & Poor's	AA- (estable)	B- (estable)	BB (negativo)
Moody's	Aa3 (estable)	B3 (estable)	Ba2 (negativo)
DBRS	AA(bajo) (estable)	D (n/a)	BB (negativo)
TE	78 (positivo)	15 (negativo)	34 (negativo)

Tabla 1: Riesgo Soberano de acuerdo a distintas entidades clasificadoras de riesgo (revisado al 2 de febrero del 2017). Fuente: (trading economics, 2017).

Finalmente, un indicador muy relevante consiste en el nivel de competitividad que aporta el país, en donde Chile posee una posición consolidada como la economía más competitiva de América Latina. Esto es debido a su economía abierta al comercio exterior y a su crecimiento sostenido, lo que ha generado un mercado dinámico. Esto se refleja en su posición en los rankings de instituciones que miden anualmente su nivel de competitividad. Por otro lado, Argentina y Brasil se encuentran en posiciones muy rezagadas a nivel mundial (World Economic Forum, 2015).

3.1.3 Social

Diversos factores sociales afectan la entrada de estas tecnologías a estos países. A continuación, se documenta la actitud de la sociedad con respecto a la industria de los vehículos eléctricos, al almacenamiento energético y la fabricación de baterías de litio.

En Chile hace varios años que la sociedad está involucrada en la incorporación del vehículo eléctrico en distintos escenarios. Han existido transformaciones de vehículos convencionales a vehículos eléctricos, como el Lufke de la Universidad de Chile. También se creó la carrera universitaria de vehículos eléctricos llamada la Formula-i. Otra iniciativa corresponde a la carrera de autos solares llamada Carrera Solar Atacama (Carrera Solar Atacama, 2016) que corresponde a un rally que reúne participantes de Latinoamérica para competir en el desierto de Atacama con diseños de autos solares propios. Inclusive el 2011 el ex presidente Sebastián Piñera inauguró el primer cargador eléctrico para EV en el periodo en el que llegó el primer EV a Chile (Marchán & Viscidi, 2015). Todas estas iniciativas buscan dar a conocer la tecnología para integrarla a la sociedad.

En el ámbito privado existen varias iniciativas en curso. Por ejemplo, la empresa Voze ya construye un biplaza eléctrico llamado Sôki (Voze, 2014). A su vez la empresa de distribución eléctrica, Enel, ex Chilectra completó la instalación de 10 estaciones de cargadores eléctricos en Santiago (Enel Distribución, 2015). La empresa COPEC también se encuentra habilitando cargadores eléctricos o “electrolineras” en sus estaciones de gasolina. Actualmente posee 3 estaciones, dos en Santiago y una en Viña del Mar posibilitando el transporte entre las dos ciudades (COPEC, 2015). Con respecto a la venta de EV, en Chile se venden 7 modelos distintos con marcas como BMW, Renault, BYD y Mitsubishi (Zavala, 2016). Así estas marcas están apostando en Chile para partir la comercialización en Latinoamérica.

Con respecto a la implementación de proyectos de Almacenamiento energético mediante baterías (BESS), en Chile ya se han realizado varias iniciativas como por ejemplo en las centrales Angamos, Cochrane y Norgener. También cuentan con BESS en la Subestación Los Andes en el Norte del país (AES Corporation, 2014).

Con respecto a la intención de instalación de fábricas de baterías de litio en Chile, el conglomerado Chino-Coreano, Vision Group manifestó su intención de crear una fábrica de baterías de litio en el norte del país con una inversión de alrededor de 2.000 millones de dólares en un horizonte de 10 años (Cárdenas, 2016). Incluso este grupo se reunió con Eduardo Bitrán, vicepresidente ejecutivo de CORFO, con el fin de presentar propuesta de inversión extranjera para la generación de una planta de hidróxido de litio y una planta de baterías de litio con el propósito de producir dichas baterías en Chile (CORFO, 2016).

En Argentina por su parte existen varias demostraciones de interés por parte de la sociedad con respecto a la adopción de EV. En octubre del 2016 se celebró el primer Salón Latinoamericano del Vehículo Eléctrico en Buenos Aires. También se ha celebrado en 3 ediciones la Formula E (FIA, 2016) organizado por la Federación Internacional del Automóvil (FIA) en la que compiten autos eléctricos monoplaza de clase mundial y se ha celebrado en 13 otros países. Argentina, además, cuenta con una Asociación Argentina de Vehículos Eléctricos y Alternativos que tiene

como objetivo “promover el desarrollo y adopción generalizada por los mercados y como objetivo social fundamental promover el desarrollo y la adopción generalizada por la sociedad y los mercados, de vehículos eléctricos y alternativos a los de combustible fósil” (AAVEA, 2012).

En el ámbito privado, las marcas de autos aun no deciden ingresar al mercado (Fronzo, 2016) aunque se espera que los primeros meses del 2017 comiencen a comercializar algunos modelos de EV de Renault y Volkswagen. A su vez, el 2016 una empresa argentina partió la producción del primer auto eléctrico biplaza argentino llamado “Sero Electric” (Carbone, 2016). En el ámbito de proyectos BESS no existen proyectos aun.

Con respecto a la intención de instalación de fábricas de baterías de litio en Argentina, la empresa estatal YPF ha manifestado su intención invertir 60 millones de dólares para instalar una fábrica de baterías de litio por medio de su filial Y-Tec y Conicet (El Cronista, 2016).

En Brasil ya cuentan con la Asociación Brasileira de Vehículos Eléctricos (ABVE) la cual cuenta con importantes marcas del mercado mundial asociadas a la organización. A su vez se celebra el Salón Latino Americano de Vehículos Eléctricos hace varios años.

En el ámbito privado, el fabricante de autos chinos Zotye tiene interés en montar una fábrica de autos eléctricos en Brasil (Cutuli, 2016). A su vez, ya intentaron fabricar un auto eléctrico llamado SEED desde el 2012 (TERRA, 2012). Inclusive ya se venden algunos autos eléctricos de importantes marcas como BMW, Lexus, Toyota, Ford, Nissan y Mitsubishi (Rinaldi, 2016).

En Brasil se firmó un acuerdo entre Itaipu Binacional y la Fundación Parque Tecnológico Itaipu con la Empresa Británica Mira con el fin de diseñar y fabricar una batería de litio en Brasil (Automotive Business , 2015).

Por otro lado, en Brasil existen grupos poderosos como el lobby de la industria del bio-etanol que se oponen a la adopción y legislación a favor de los EV. La Unión de la Industria de la Caña de Azúcar (UNICA) se opone a la adopción de los EV por temor a una disminución en el consumo de bio-etanol (Marchán & Viscidi, 2015).

3.1.4 Tecnología

En el ámbito tecnológico, el World Economic Forum realiza una serie de mediciones para medir la disponibilidad tecnológica de los países. En este ranking Chile se sitúa como el líder de Latinoamérica. Entre ellos se mide el índice de adopción tecnológica y el índice de uso de Tecnologías de información y comunicación (ICT). En el índice de adopción tecnológica, Chile se sitúa en la posición 39/140 siendo el mejor clasificado de América Latina. Dentro de este ranking se mide la disponibilidad de las últimas tecnologías y la adopción de tecnologías a nivel de empresas, entre otros. Chile así se posiciona fuertemente en la adopción y disponibilidad para utilizar tecnologías en el mercado.

Índice/Ranking (World Economic Forum, 2015)	Chile	Argentina	Brasil
Disponibilidad Tecnológica	39 (mejor de Latam)	69	54
Índice de Adopción Tecnológica	29	130	68
Disponibilidad de últimas tecnologías	33	126	85
Adopción de tecnologías a nivel de empresas	38	115	57
Inv. Extranjera Directa y Transferencia Tecnológica	14	138	58
Índice de Uso de Tecnologías de la Información	47	52	51

Tabla 2: Indicadores asociados a la tecnología para Chile, Argentina y Brasil.

El gasto en investigación y desarrollo (I+D) en Chile es de un 0,38% del PIB (The Global Economy, 2016) el año 2014, siendo bastante inferior a los países de la OCDE que fue 2,36% el 2013.

También se ubica bajo Argentina y Brasil que posee un gasto en I+D de 0.61% del PIB el 2014 (The Global Economy, 2016) y 1.24% del PIB el 2013 (The Global Economy, 2016), respectivamente. Esto deja a Chile en una posición desventajosa para la creación de nuevas tecnologías.

En términos de infraestructura, los sectores de manufactura automotriz han sido desarrollados tanto en Argentina (Wikipedia, 2016) como en Brasil (Wikipedia, 2016) lo que genera en parte incentivos para la instalación del vehículo eléctrico, que podría a su vez ser incentivo para la instalación de manufactura de baterías de litio. A su vez, en ambos países también desarrollaron la industria de baterías de plomo-acido que fabrica estas baterías principalmente para la industria automotriz.

Con respecto a la extracción del litio, Chile es el segundo país productor más importante del mundo y el primero en Latinoamérica (U.S. Geological Survey, 2016). Sin embargo, Argentina también posee reservas y se encuentra explotando el mineral, aunque su nivel de producción es muy inferior al de Chile.

En términos de protección a la propiedad intelectual, tanto Chile como Brasil se han adherido al Tratado de la Convención sobre Patentes promovido por la World Intellectual Property Organization (WIPO, 2016) y ambos países protegen la propiedad intelectual por ley. Argentina no se encuentra adherida a este tratado, sin embargo, cuentan con una ley que brinda protección interna. La Property Rights Alliance realiza un estudio en el cual clasifica a 128 países para evaluar su nivel de protección de la propiedad intelectual. En este ranking Chile se encuentra clasificado en el lugar 28, Argentina en el lugar 105 y Brasil en la posición 64 (Levy-Carciente, 2016). De esta forma Chile entrega mayores garantías para la protección de la propiedad intelectual.

3.1.5 Medio Ambiental

La universidad de Yale elabora un ranking anualmente llamado Índice de Desempeño Ambiental o “Environmental Performance Index” (EPI) que mide el desempeño de 180 países en aspectos ambientales de alta prioridad de acuerdo a resoluciones de las Naciones Unidas. Dentro de los aspectos ambientales se concentran en dos áreas: protección de la salud humana y protección de los ecosistemas. Para evaluar estos dos aspectos, se estudian diversas áreas como los impactos en la salud, calidad del aire, agua y servicios sanitarios, recursos hídricos, agricultura, bosques, pisciculturas, biodiversidad y hábitats, clima y energía. Los tres países se encuentran cercanos en el ranking donde Chile está ubicado en la posición 52, Argentina en la 43 y Brasil en la 46. Si bien Chile es el peor evaluado de los tres países, los tres se encuentran tercer decil del ranking, en una posición relativamente buena a nivel mundial (Hsu, 2016).

A pesar de esto existen diferencias institucionales para la evaluación de proyectos de inversión que puedan tener impacto ambiental. El Estado de Chile evalúa proyectos de inversión que puedan tener un impacto en el medio ambiente mediante el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) que forma parte del Ministerio del Medio Ambiente. El SEA coordina la evaluación de proyectos en la que participan diversos servicios y ministerios del Estado, que velan por la protección ambiental y social. A su vez realiza un manejo transparente de la información ya que de forma fácil e instantáneamente se puede acceder a todos los informes presentados tanto por la empresa interesada en ejecutar un proyecto, como en las observaciones presentadas por los distintos servicios del estado. El SEA además provee la instancia a la ciudadanía para manifestar su opinión y aprensiones hacia los proyectos.

En el caso de Argentina, posee un sistema de evaluación ambiental el cual es controlado por la Confederación Federal de Medio Ambiente (COFEMA), el cual tiene grado de subsecretaria. Este organismo no es transparente al no poder realizar una revisión de los proyectos que se han

presentado al organismo. Mucho menos la posibilidad de revisar los proyectos en tramitación, aprobados o rechazados (COFEMA, 1990).

Brasil posee un sistema de evaluación de impacto ambiental un tanto complejo ya que no hay un solo ente coordinador y las evaluaciones están sujetas a diversos pasos aprobatorios por diversos organismos federales, distritales y estatales. Posee un portal llamado Portal Nacional de Licenciamiento Ambiental (PNLA, 2003) que divulga informaciones relacionadas a obtención de permisos ambientales y brinda transparencia en estos procesos.

Con respecto a la actitud de la población frente a la instalación de grandes proyectos de inversión en Latinoamérica hoy en día existe una gran preocupación y empoderamiento de la población.

En Chile, la importancia que asignan las personas al medio ambiente ha crecido fuertemente en los últimos años. Esta importancia se ve materializada en el surgimiento de organizaciones locales y regionales que manifiestan su punto de vista frente a proyectos de inversión. Durante el proceso de evaluación ambiental las comunidades afectadas tienen la oportunidad de emitir sus opiniones con respecto a los proyectos. Además de esta instancia, varios proyectos han sido judicializados y detenidos por no cumplir normativas ambientales, por no realizar una adecuada consulta indígena o por no escuchar a la población. Los proyectos que son afectados tienden a ser proyectos que involucran un alto impacto ambiental como hidroeléctricas de embalse o centrales eléctricas a carbón (Smink, 2014). A pesar de esto el porcentaje de proyectos judicializados no es alto y existe una gran cantidad de proyectos en evaluación y aprobados ambientalmente (Cueto, 2015).

En Argentina se han dado diversos conflictos por la instalación de proyectos energéticos con grupos sociales y comunidades indígenas que alegan daños ambientales y la afectación de sus formas de vida. Se alega también que se está aplicando la ley anti-terrorista para combatir a las personas que protestan. Esto ha llevado a un alzamiento de grupos de derechos humanos (OPSUR, 2015).

Las personas tienen la sensación de que las autoridades regionales y ambientales están coludidas con las empresas o que las leyes ambientales no se respetan. La población se encuentra empoderada y organizada para hacer frente a proyectos que afecten el medio ambiente y a la sociedad ya sea judicializando proyectos o paralizando sus actividades con protestas (Smink, 2014).

En Brasil en los últimos años se han instalado múltiples proyectos energéticos. Si bien esto era percibido como progreso en el pasado, hoy se realizan fuertes protestas en contra de algunos proyectos por provocar impactos ambientales y sociales. Muchos ciudadanos han sido desplazados a causa de los proyectos. Un ejemplo de esto ocurrió durante el último mundial de fútbol el año 2014, donde se han reportado miles de personas desplazadas por la construcción de estadios de fútbol (Somin, 2014). También se reportó el mismo fenómeno en la construcción de la hidroeléctrica de embalse Belo Monte (Amazon Watch, 2014). Recientemente la agencia nacional del medioambiente decidió cancelar el proyecto de la central hidroeléctrica Tapajós, que poseía un embalse gigantesco, debido a la fuerte presión de grupos indígenas organizados que potencialmente sufrirían desplazamiento (Arsenault, 2016).

Chile, Argentina y Brasil han ratificado el convenio de la OIT 169 que establece que el Estado debe realizar una consulta frente a medidas legislativas y administrativas que sean susceptibles a afectar directamente a pueblos originarios (IWGIA, 2010). El no respetar el proceso de la consulta puede originar la judicialización de los proyectos. La población sabe que si se organiza es capaz de detener proyectos que dañen el medioambiente o que se sobrepongan con la cultura local.

Cabe destacar que Chile y Brasil han presentado gran crecimiento en proyectos de energías renovables y presentan una condición a nivel país muy favorable para este tipo de inversión. La iniciativa de Bloomberg New Energy Finance llamada Climatescope elabora un ranking llamado

Clean Energy Investment Ranking, que sigue las condiciones de inversión en energías limpias o fuera de la red y clasifica a las naciones a nivel mundial de acuerdo a las condiciones de inversión para proyectos de energías limpias y relacionadas con el clima. Este ranking provee información específicamente de 58 países emergentes en África, Asia, Latinoamérica y el Caribe. Chile se posiciona como la segunda nación más atractiva para proyectos de energías limpias. Brasil se posiciona en la tercera posición. Argentina por otro lado se encuentra más rezagado en el ranking en la posición 26 (BNEF, 2016).

3.1.6 Legislativa

3.1.6.1 *Ley de Seguridad Social*

En Chile el sistema de previsión social es administrado por entidades privadas sujetas a regulación. Cada trabajador debe aportar el 10% de su sueldo imponible con un tope de 2,999 USD. Este es acumulado en cuentas individuales en Fondos de pensiones administrado por las Administradoras de Fondos de Pensiones (AFP). Adicionalmente cada trabajador debe aportar el 7% de su sueldo imponible hasta un máximo de 2,949 USD para el sistema de salud, al cual se puede optar por un sistema privado de ISAPRES o por el sistema público llamado FONASA. Adicionalmente existe el seguro de accidentes y enfermedades profesionales el cual es financiado en parte por el trabajador con un aporte del 0.95% del sueldo imponible y otra parte por el empleador que varía entre 0 a 3.4% dependiendo del riesgo del trabajo. Finalmente existe el seguro de invalidez y sobrevivencia, el cual es financiado por el empleador que representa entre el 1% al 1.5% del sueldo imponible.

Argentina posee la Ley del Sistema Integrado Previsional Argentino No 26.425 que establece un sistema solidario de reparto administrado por el Estado mediante la Administración Nacional de la Seguridad Social (ANSES). Este sistema es financiado por: a) Los aportes de los trabajadores por un 17% de su sueldo imponible, b) Las contribuciones por parte del empleador que representa el 23% del sueldo imponible del trabajador, c) Recursos tributarios de afectación especial tales como IVA, Ganancias, Impuestos Internos y d) Transferencias del Tesoro Nacional.

El sistema de salud es financiado principalmente por los aportes de los trabajadores que representa el 3% del salario imponible y las contribuciones de los empleadores que representa el 6% del salario imponible. Este sistema está compuesto por instituciones públicas, de seguridad social y privadas. Los trabajadores activos (del sector privado) poseen cobertura en las instituciones privadas adheridas al sistema obras sociales nacionales. El sistema público da cobertura universal y en él se atienden los sectores de baja renta (D'Elia, et al., 2010).

A su vez posee un seguro de desempleo que se financia a través del empleador, aportando el 1% del salario imponible (Díaz, 2013). Otro seguro obligatorio consiste en el seguro de riesgos del trabajo pagada a las Administradoras de Riesgo del Trabajo (ART).

En Brasil, las compañías deben pagar el 20% del salario imponible de los trabajadores para financiar el sistema de seguridad social (INSS). Esta tasa aumenta entre 0.5% a 6% para cubrir el seguro de accidentes (RAT) y hasta un 5.8% para otras entidades públicas. Los empleados contribuyen entre un 8 al 11% de salario imponible limitado a aproximadamente 162.7 USD. Además, el empleador debe depositar el 8% del sueldo imponible con el fin de financiar el Fondo de Garantía de tiempo de Servicio (FGTS) que actúa como un seguro de desempleo (Mazars, 2015).

3.1.6.2 *Lobby*

Con respecto a lobby ejercido en los países, Chile posee una ley que regula esta actividad haciendo el proceso de lobby más transparente. Esta ley obliga a publicar las reuniones y lista de personas

que realizan lobby e incluso se obliga a declarar cualquier presente que se realice con el fin de evitar el cohecho a través de caros regalos. En el caso de Argentina y Brasil, aun no poseen una ley que regule la actividad de Lobby. La poca transparencia dificulta la actividad económica y la libre competencia especialmente cuando una empresa está recién entrando a un país. Por lo tanto, es otro factor importante que favorece la entrada de una empresa extranjera a Chile en comparación con las otras dos naciones.

3.1.6.3 Tarifas de importación

En Chile se pueden importar y exportar libremente todo tipo de productos a excepción de un listado el cual no es relevante para este plan de negocios (Dirección Nacional de Aduanas, 2017). La tarifa de aduana es 6% del precio CIF. Sin embargo, Chile posee un sin número de tratados de libre comercio con tarifas reducidas o cero.

En Argentina las tarifas de importación varían entre 0% a 35%. Excepto en casos donde existe la tarifa mínima para mercancía de tratamiento especial. En general las mercaderías que se originan en LAIA o MERCOSUR tienen tarifas preferenciales. Con respecto a las exportaciones, las tarifas varían entre 0% a 45% aunque casi todos los productos poseen tarifas entre 5% al 10%. Macri levanto las retenciones a las exportaciones industriales para dejarlas con arancel 0 salvo algunas excepciones (32% para biocombustible). Esto debido a que las exportaciones industriales habían bajado 15% el 2014 y 20% el 2015 por lo que el país perdía competitividad.

Mientras Brasil desarrollaba su industria existían barreras arancelarias para la importación, pero hoy en día esas barreras han ido gradualmente disminuyendo. Se estimula la importación cuando existe escasez de algún producto o cuando los precios internos son más altos que los precios internacionales. En particular con el fin de fomentar el consumo interno, el 2015 se redujo el impuesto a las importaciones de vehículos híbridos y eléctricos desde un 35% a un valor entre un 0% a un 7% (Riato, 2015). Brasil posee impuestos a las exportaciones IE: 30% sobre el precio de mercado. Para fomentar el consumo interno de vehículos eléctricos Brasil estableció arancel al 0% para la importación de estos (Secretaria da Receita Federal do Brasil, 2016).

3.1.6.4 Manufactura y fomento al consumo interno

En Chile, CORFO firmó un acuerdo con la empresa Albemarle para darle el derecho a explotar el salar de Atacama y desarrollar tecnologías que agreguen valor al litio. De esta forma se espera que la producción de litio en Chile aumente al doble. Este acuerdo es fundamental para el fomento de una industria de baterías ya que a su vez considera que el 25% de la producción deberá ser destinada a empresas locales que lo utilicen para agregar valor al litio mediante el desarrollo de productos. A su vez se les dará un precio preferencial del litio utilizado (Economía y Negocios, 2016).

Por otra parte, para fomentar el uso de vehículos menos contaminantes, en Chile se implementó el Impuesto Verde a Vehículos Motorizados Nuevos (SII, 2015) del cual se encuentran exentos los EV.

También Chile propuso dos planes para NAMA (Nationally Appropriate Mitigation Action) en los cuales se incorporan EV para apoyar la estrategia de reducción de gases de efecto invernadero del país. Una de ellas consiste en la inclusión de taxis eléctricos en la ciudad de Santiago (CNN Chile, 2015).

En Argentina ya se encuentra instalada en el congreso la discusión para adaptar la legislación a nuevos tipos de vehículos para fomentar su venta y producción mediante la exención de IVA y disminución de las tarifas aduaneras (La Nación, 2016) (AutoBlog.com.ar, 2016).

En Brasil se eximió de las tarifas de importación a los vehículos híbridos y eléctricos, pero ahora están considerando eliminar el impuesto sobre productos industrializados para fomentar su producción dentro del país (Globo, 2015).

Con respecto a incentivos para la inversión los tres países cuentan con estos incentivos fiscales, zonas francas y fondos concursables para proyectos de inversión. Tanto Argentina como Brasil cuentan con incentivos fiscales para la industria automotriz. Argentina también posee incentivos fiscales para las nuevas contrataciones y empleo de jóvenes (Invest in Argentina, 2013; Mazars, 2015; U.S. Department of State, 2015).

3.1.6.5 Cambio Climático

Con respecto a compromisos para frenar el cambio climático, los tres países comprometieron bajar sus emisiones en el COP21. Chile impuso un impuesto a las emisiones de 5 USD/Ton CO₂eq para volver a los niveles de emisión de 35% a 45% bajo los niveles de emisión del año 2007. Argentina se impuso reducir incondicionalmente su emisión de gases de efecto invernadero en un 15% de la condición *Business as Usual* en 2030. Además, se comprometió a una reducción adicional, condicional, de un 30% en el mismo periodo. Brasil se impuso reducir su emisión de gases de efecto invernadero para volver a los niveles de emisión de 37% bajo los niveles de emisión del año 2005 para el año 2025 y 43% bajo niveles del 2005 para el 2030 (BNEF, 2016).

3.2 Cadena de Valor de la Industria

La cadena de valor de un pack de baterías se descompone principalmente en 6 etapas. Las primeras 4 etapas corresponden a las etapas involucradas en la manufactura del pack de baterías, posteriormente comienza su operación y finalmente su ciclo de vida termina en la reutilización y el reciclaje como fuente de captación de valor.

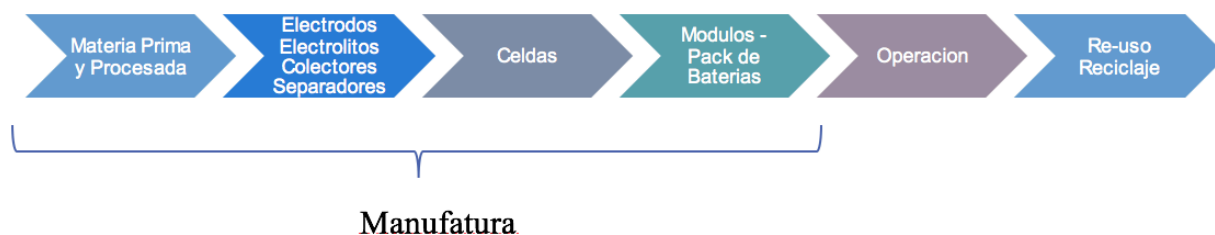


Figura 4: Cadena de Valor de la Industria de las baterías de litio. Fuente: Elaboración Propia.

El material sin procesar como el litio o grafito son extraídos a través de la minería y son procesados para alcanzar la pureza y composición específica necesaria. Estos materiales procesados son después utilizados para la manufactura de electrodos y el electrolito, los cuales son componentes fundamentales de las celdas.

Las celdas están compuestas por 4 componentes principales que se son el cátodo, ánodo, electrolito y separador. Estos forman pliegos delgados, los cuales se intercalan e insertar en distintos tipos de contenedores para formar una celda.

Al cargar una celda, los electrones acumulados en el ánodo generan un voltaje con respecto al cátodo. Al realizar una descarga el ánodo libera electrones a través de una carga externa para luego retornar al cátodo. Las celdas, una vez creadas, son agrupadas en módulos. Los módulos son agrupados para constituir un pack de baterías. La vida útil de las baterías depende de los ciclos disponibles y estas no poseen mayor mantenimiento. Al llegar al final de su ciclo de vida estas pueden ser reutilizadas para aplicaciones en las que no se necesite que operen en su nivel óptimo, como para almacenamiento energético de emergencia para casas en caso de cortes de luz.

Finalmente, el proceso del reciclaje es importante tanto para rescatar minerales estratégicos de los cuales las reservas son acotadas y a su vez para proteger al medio ambiente debido a que algunos metales son peligrosos.

En el anexo 10.10 se realiza un análisis de la cadena de valor de la industria de las baterías de litio con respecto a las etapas que componen la manufactura de acuerdo a la Figura 4. De este análisis se puede concluir que, si bien existen diversos usos, el mercado con mayor potencial futuro y en un periodo más cercano corresponde al del vehículo eléctrico. A su vez, se observa una tendencia hacia la integración vertical salvo en la explotación y refinamiento de materia prima. Se destaca también la importancia de la cadena de suministro a nivel del pack de baterías en donde se privilegia que se encuentre cercano a los centros de consumo. Con respecto al riesgo de tecnologías sustitutas, si bien existe, es bajo ya que las baterías de litio se encuentran en una etapa en la cual tanto los riesgos como los requerimientos de capital comenzaron a bajar. Además, los tiempos de desarrollo de nuevas tecnologías son largos dificultando la penetración de nuevas tecnologías. En esta tesis se plantea insertarse desde la fabricación del cátodo pasando a la celda hasta el ensamblaje del pack. Tal como se aclara en el Alcance de esta tesis, la forma óptima de insertarse en la cadena de valor no ha sido estudiada por lo que sirve como una primera aproximación.

3.3 Análisis del Ciclo de Vida

La industria actualmente presenta constantemente nuevas innovaciones en toda su cadena de valor, mejorando el rendimiento de los packs de baterías tanto en peso total, densidad volumétrica (kWh/lt) y densidad gravimétrica (kWh/kg). A su vez el costo del producto final ha disminuido sustancialmente en los últimos años y se espera que lo siga haciendo. El mercado de la electrónica de consumo es el más importante y se proyecta que siga aumentando por los próximos años. Este efecto sobre la demanda se ve incrementado aún más con la aparición de los mercados de EV y de las Energías Renovables. Existen aún muchas alternativas de baterías y se diferencian principalmente por los cátodos y ánodos que utilizan. El mercado aún no decide cual será la tecnología predominante para cada aplicación, sin embargo, existe una diferenciación en las cualidades que entregan las distintas opciones. La producción en masa ya se encontraba presente en esta industria, sin embargo, en los próximos años se verá que la escala de producción será aún mayor, partiendo con la Gigafactory de Tesla la cual equipará la capacidad total de producción mundial con una sola fábrica. A su vez China pretende invertir en fábricas de gran escala en los próximos años (ver anexo 10.3).

Todos estos factores indican que la industria se encuentra en una etapa de crecimiento (Sabot, et al., 2013) y por lo tanto es necesario enfocar una estrategia en la cual el diseño de la manufactura es primordial la cual debe incluir innovación de procesos para mejorar la calidad, eficiencia, confiabilidad del producto y para disminuir los costos de producción. A su vez el acceso a canales de distribución es fundamental ya que aún no se encuentran totalmente desarrollados y puede dar una ventaja en el futuro. La construcción de una marca es también muy importante debido a la

existencia de muchos competidores por lo que establecer una imagen de confianza en el mercado es necesario para ganar participación de mercado tempranamente. El desarrollo del producto en esta etapa debe ser eficiente y debe tomar en cuenta el conocimiento obtenido en la etapa de introducción y además evaluar las necesidades actuales y futuras. Ver anexo 10.11 para un mayor detalle del análisis del ciclo de vida de la industria.

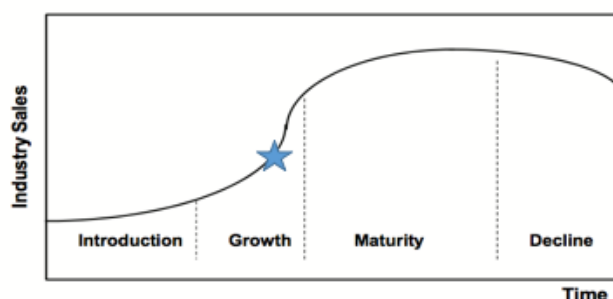


Figura 5: Ciclo de Vida de la industria de las baterías de litio. Fuente: imagen de (Sabol, et al., 2013) adaptada a la industria de las baterías de litio.

3.4 Evaluación de Compañías que potencialmente pueden invertir en Chile

Siendo que en Chile no existen empresas que posean experiencia en manufactura de baterías de litio ni en manufactura tecnológica avanzada resulta extremadamente difícil crear una empresa desde cero. Tampoco se cuenta con lazos comerciales con futuros clientes que dificultarían aún más entrar al mercado. Es por eso que para generar un proyecto exitoso se debe contar con la capacidad técnica y comercial de compañías que actualmente produzcan baterías de litio en otros países. Los siguientes análisis tienen como objetivo el poder definir potenciales empresas que podrían invertir en Chile y entender las diferencias culturales para aumentar las probabilidades de éxito a la hora de hacer negocios.

3.4.1 Análisis de Alianzas existentes

Con el fin de determinar qué compañía potencialmente podría invertir en Chile, y sabiendo que la demanda será ejercida por algún OEM de EV, se analizan los últimos datos de ventas de EV para entender cuáles son los principales competidores. A partir de este listado también se evalúa quienes son los principales proveedores de baterías para estas marcas, donde están sus oficinas centrales y en qué países poseen presencia en manufactura.

Marca EV	Ventas (Unidades de EV) Ene-Nov 2016	Origen & Oficina Central	Proveedor de Baterías	Origen & Oficina Central	Presencia en Manufactura
BYD	92,385	China	BYD	China	China

Tesla	61,685	EEUU	Panasonic	Japón	Global
BMW	54,063	Alemania	Samsung	Corea del Sur	Corea, India, China, Hungría, EEUU
Nissan	50,625	Japón	AESC	Japón	Japón
BAIC	41,711	China	BPP/CATL	China	China
Zotye	32,155	China	BPP/CATL	China	China
Volkswagen	31,875	Alemania	Panasonic	Japón	Global
Mitsubishi	28,904	Japón	GS Yuasa	Japón	Japón
Chevrolet	27,500	EEUU	LG Chem	Corea del Sur	Corea del Sur
Renault	25,878	Francia	LG Chem	Corea del Sur	Corea del Sur
Kia	No Disponible	Corea del Sur	LG Chem	Corea del Sur	Corea del Sur

Tabla 3: Principales Fabricantes de EV y sus Proveedores de Baterías. Fuente: (Kane, 2016), (Ayre, 2016) e investigación propia.

3.4.2 Evaluación del Costo del Capital Propio desde los distintos países hacia Chile.

Con el fin de evaluar qué país tendría el menor costo de capital para invertir en Chile y de esta forma generar un proyecto más competitivo, se procede a realizar la siguiente evaluación del costo del capital propio de potenciales países inversionistas en Chile.

De acuerdo al análisis realizado en el anexo 10.12 se tienen diferentes costos de capital propio que afectan el resultado del proyecto. Si suponemos que los capitales provienen exclusivamente de la empresa de manufactura, entonces el país mejor posicionado es Japón.

Pais Receptor/Inversionista	Estados Unidos	Corea del Sur	Japon	China	Alemania	Francia
Chile	10.62%	12.71%	9.54%	15.35%	9.42%	10.04%

Tabla 4: Costo del Capital Propio (Equity) proveniente de los países detallados en la tabla. Fuente: Elaboración Propia (Ver anexo 10.12).

Por otro lado, si los capitales provienen de una combinación de capitales, por ejemplo 60% de una empresa en un país que realiza manufactura de baterías de litio y el 40% restante provienen de un OEM de Vehículos Eléctricos se obtiene la tabla en donde las combinaciones de empresas con Japón son las favorecidas. Esto es solo ilustrativo para ver el efecto de este tipo de combinaciones, pero la combinación de capitales no podrá ser determinada hasta que el proyecto se encuentre más avanzado.

Pais manufactura de EV	Costo Capital Propio	Corea del Sur	Japón	China
	Estados Unidos	11.87%	9.97%	
	Corea del Sur	12.71%		14.29%*
	Japón		9.54%	
	China	13.76%*		15.35%
	Alemania	11.39%	9.49%	
Francia	11.64%			

Tabla 5: Costos del capital propio considerando una inversión conjunta entre compañías de manufactura de EV y de Baterías de litio. * Se agrega la combinación Corea China en función de las noticias de intereses por parte de conglomerados chinos – coreanos por instalarse en Chile. Ver sección 3.1.2.

En este caso las combinaciones que permite al proyecto ser más competitivo indica ser la empresa Mitsubishi - GS Yuasa, Hyundai – AESC, TESLA- Panasonic y Volkswagen – Panasonic.

3.4.3 Inversión Extranjera Directa Externa

Los países evaluados como potenciales inversionistas en Chile pertenecen al grupo de los 20 países que generan la mayor inversión extranjera directa externa (UNCTAD, 2016) por lo que se concluye que no poseen restricciones significativas para ejecutar inversiones en el extranjero.

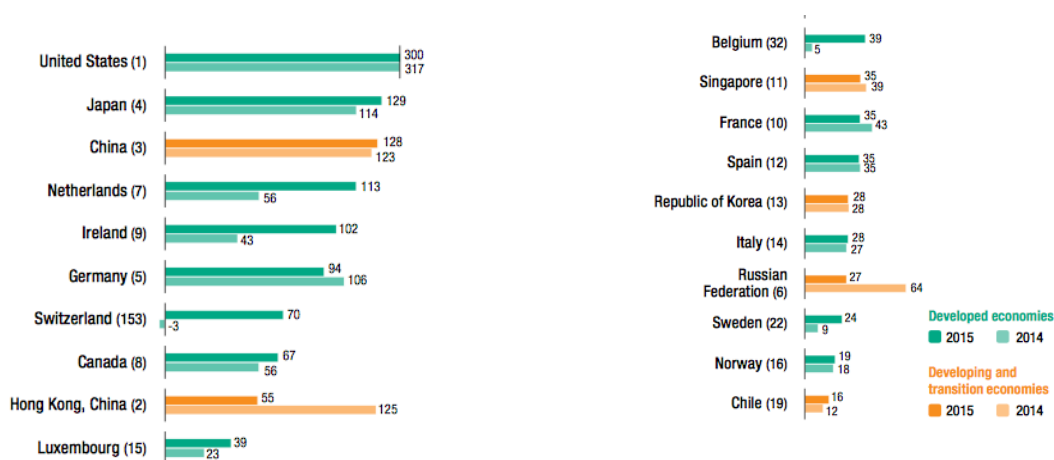


Figura 6: Ranking de las 20 economías con mayor Inversión Extranjera Directa Externa. Fuente (UNCTAD, 2016).

3.4.4 Antecedentes acerca de inversiones en el extranjero

De la recopilación descrita en la Tabla 6 se observa que Panasonic, LG Chem y Samsung son las empresas más globales y con vasta experiencia en el rubro. Por otro lado, resulta interesante ver como BYD se posiciona en Latinoamérica. AESC se observa como una empresa muy tradicional japonesa y sin mucha aparición en los medios de prensa.

Empresa	País de Origen	Presencia en Manufactura Internacional
GS Yuasa	Japón	Posee una fábrica en Tianjin, China.
AESC	Japón	No se ven noticias recientes. Sus plantas están solo en Japón
Panasonic	Japón	Méjico, Alemania, Republica Checa, Malasia, Singapur, Indonesia, Tailandia, Vietnam, y China. construyendo la fábrica más grande del mundo junto a TESLA
Samsung	Corea del Sur	China, Vietnam, Taiwán, Malasia, Austria, Alemania y Estados Unidos
BYD	China	Estados Unidos y Brasil y planes de expansión en Latam
CATL	China	Posee planes de expansión de manufactura internacional a Europa
LG Chem	Corea del Sur	Polonia, Estados Unidos, Vietnam, China

Tabla 6: Presciencia de Manufactura Internacional de empresas de manufactura de Baterías de litio. Fuente: (GS Yuasha, 2017) (AESC, 2017) (PANSONIC, 2017) (Samsung SDI, 2017) (BYD, 2017) (Reuters, 2017) (LG Chem, 2017).

Considerando lo evaluado en la tabla anterior es más probable que una empresa con posicionamiento mundial y que no posea fábricas en Latinoamérica pueda elegir Chile como potencial destino de inversión. Considerando que las firmas japonesas serían una opción más competitiva debido al menor costo del Capital se concluye que las duplas de Volkswagen – Panasonic y TESLA- Panasonic sobresalen del resto y son un buen punto de partida intentar generar lazos comerciales. Esto no significa que las empresas anteriores son descartadas, pero simplemente que se concentrarán los esfuerzos en estas empresas inicialmente.

3.4.5 Análisis de Hofstede con énfasis en las diferencias culturales Chile – Japón

Finalmente, se realiza un análisis Hofstede para entender las diferencias culturales con las potenciales empresas inversionistas y de esta forma poder llevar a cabo relaciones comerciales con

un mayor nivel de empatía y de esta forma aumentar las probabilidades de hacer negocios exitosos y asegurar una más fácil adaptación a Chile.

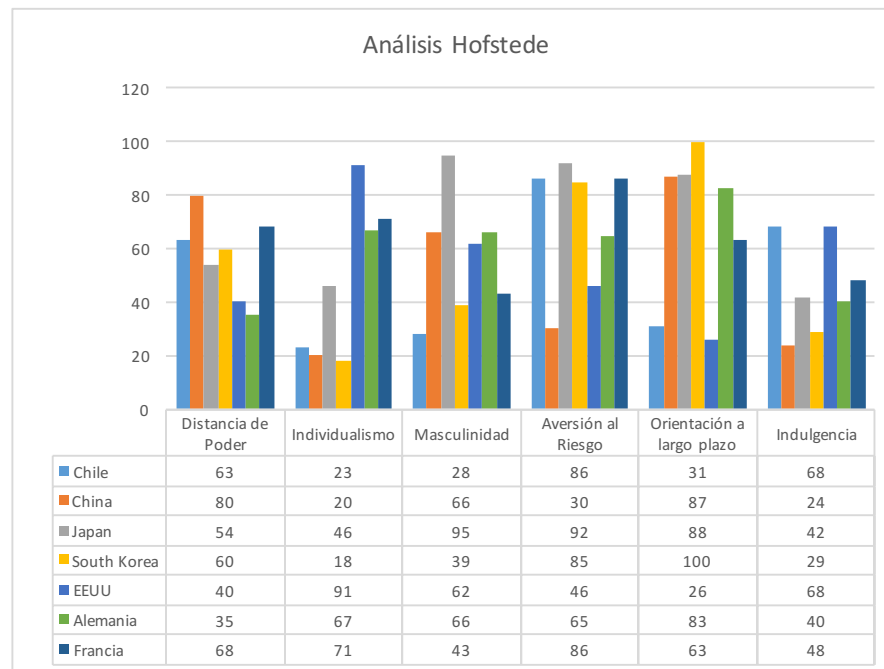


Figura 7: Gráfico de Barra de los indicadores de Hofstede (HOFSTEDE, 2017).

Realizando una suma de los valores absolutos de las diferencias en cada medida Hofstede con el mismo indicado de Chile, entonces el país más similar corresponde a Corea del Sur (Considerando Corea del Sur, China y Japón).

Por otro lado, Japón se posiciona en tercer lugar y las variables medidas que presentan la mayor diferencia corresponde a Masculinidad, Orientación a largo plazo e Indulgencia.

Los niveles de distancia de poder son similares entre Chile y Japón, aunque Chile es levemente mayor. Si bien la cultura japonesa posee un alto grado de respeto por la autoridad y la tradición, provienen de una cultura altamente meritocracia en donde el esfuerzo lleva a recompensas. Es por eso que consideran muy importante hablar con todos los niveles de jerarquía antes de tomar una decisión (HOFSTEDE, 2017). Para evitar choques culturales es necesario entender su estructura de decisiones. También es importante considerar que el proceso de toma de decisiones puede ser largo y burocrático.

En el caso del factor de individualismo, se observa una diferencia media con Japón. La sociedad chilena tiende a ser más individualista en busca de autonomía y no dudan en cambiar de trabajo si lo desean. También las personas tienden a expresar su opinión personal independientemente si afecta al grupo. Por otro lado, la cultura japonesa es más recatada al emitir una opinión, privilegiando siempre la armonía del grupo sobre la individual. Presentan una alta aversión al ridículo o a dejar en ridículo a alguien y por lo tanto son algo reservados. También son muy leales a la empresa que representan (HOFSTEDE, 2017) por lo que no se puede esperar que comenten los aspectos negativos de su empresa. Para evitar choques culturales es necesario tomar algunas precauciones como no forzar a algún subalterno a dar su opinión si el jefe está presente porque el subalterno sentirá que le está quitando protagonismo al jefe. Tampoco es bueno hacer bromas

contra la empresa que representan dirigida a ellos, así evitando ponerlos en situaciones que puedan sentirse menoscabados.

En el indicador de masculinidad se presenta la mayor diferencia. Chile posee un nivel bajo, indicando que la sociedad es motivada por mejorar su calidad de vida, por tener sentimientos de pertenencia y por valorar lazos personales cálidos. La gente también valora la solidaridad e igualdad. Por otro lado, la cultura japonesa posee un muy alto nivel de masculinidad lo que indica un alto grado de competitividad, pero a su vez posee un grado medio de colectivismo. Esto genera una muy alta competencia entre grupos (HOFSTEDE, 2017).

A su vez, los japoneses son muy perfeccionistas (incluido en la manufactura) y luchan por la excelencia (HOFSTEDE, 2017). Esto puede ser un factor complejo de manejar en la operación del proyecto siendo que la idiosincrasia chilena no es así de perfeccionista. Para evitar este tipo de problemas es necesario capacitar adecuadamente a los trabajadores chilenos y generar vínculos de trabajo mixto para que trabajadores japoneses puedan integrar sus prácticas en Chile.

Con respecto a la aversión al riesgo, ambos países poseen un nivel muy similar y probablemente se debe a que en ambos países se ven enfrentados a grandes desastres naturales como terremotos y tsunamis que generan una cultura de ser precavidos y prepararse para las incertezas (HOFSTEDE, 2017).

El factor de orientación a largo plazo también presenta una diferencia significativa. La cultura japonesa posee una muy alta orientación a largo plazo lo que manifiestan en una constante inversión en Investigación y desarrollo (HOFSTEDE, 2017). Este aspecto es muy positivo si una compañía japonesa decide invertir en Chile, pero es necesario que bajo ese supuesto que las autoridades locales entiendan este factor y que prime por sobre un beneficio a corto plazo. Ese trabajo será parte del mensaje que tendrá que pasar el equipo del proyecto a las autoridades.

Finalmente, en el índice de Indulgencia, la cultura japonesa se muestra más restringida y controlada que la chilena. Es por eso a que tienden a ser recatados. Los chilenos por el contrario son bastante indulgentes, disfrutan más la vida y son más entusiastas. También ponen mayor énfasis en el tiempo libre (HOFSTEDE, 2017). Nuevamente esto es importante al momento de la construcción y operación del parque ya que si existen jefes japoneses ellos deben entender lo importante que es el juego y tiempo libre para la cultura chilena.

3.5 Análisis de Incentivos a la Inversión en Manufactura en Países Emergentes

Con el fin de entender qué medidas de fomento a la inversión extranjera en manufactura se podrían aplicar en Chile se realizó una revisión de las estas medidas en algunos países emergentes de Asia. Se escogió países emergentes de Asia ya que la inversión principal probablemente provendrá desde las economías más desarrolladas de Asia y estas invierten en países emergentes de Asia implicando que estarán habituados a este tipo de medidas. Esta revisión no incluye una evaluación de la efectividad de cada medida ni de su cambio histórico sino solo las medidas actualmente presentes, dando luces de los tipos de medidas que pudiesen ser implementadas.

De la tabla a continuación destacan medidas como reducciones o exenciones sobre el impuesto a la renta, lo cual realizan por un periodo determinado de años. Además, aplican diversas formas de beneficios tributarios sobre inversiones en infraestructura y equipamiento. Por ejemplo, permiten la recuperación de la inversión a través de ingresos libres de impuesto. También existen subsidios para proyectos con componentes de Investigación y Desarrollo (I+D) y Renovaciones. Otro factor que se repite consiste a la exención de tarifas de importación o exportación para materia prima,

componentes, maquinaria y equipamiento. Otro elemento importante corresponde al acceso a financiamiento para la construcción o compra de equipamiento y acceso a créditos blandos. Finalmente destaca el hecho de que todos los países poseen parques industriales con acceso a agua, plantas de tratamiento de agua, electricidad y otros servicios públicos. Poseen además desarrollo inmobiliario para los trabajadores en lugares cercanos a los parques industriales y transporte público entre los parques industriales y las zonas urbanas. A su vez los terrenos se ofrecen a precios más accesibles que en otras partes del país fomentando la instalación de fábricas en estos terrenos.

Tipo de Incentivo	Descripción del Uso del Beneficio	Malasya	Tailandia	Taiwan	Singapur	Vietnam
Incentivo Tributario	Beneficio sobre impuesto a la renta	✓	✓	✗	✓	✓
	Beneficio sobre Inversión de Capital en I+D	✓	✗	✓	✗	✗
	Beneficio sobre Inversiones de Capital	✓	✓	✗	✓	✗
	Beneficio sobre Inversiones de Automatización	✓	✗	✗	✗	✗
	Beneficio Sobre servicios Técnicos	✓	✓	✗	✗	✗
	Beneficio Sobre Servicios Públicos	✗	✗	✗	✗	✗
	Beneficio Sobre Impuestos asociados a Bienes Raíces	✓	✗	✗	✗	✗
	Beneficio Sobre Renovación	✗	✗	✗	✓	✗
Subsidios	Beneficio sobre Inversiones de Capital	✓	✗	✗	✗	✗
	Beneficio sobre I+D	✓	✗	✓	✓	✗
	Beneficio para actividades de Outsourcing	✓	✗	✗	✗	✗
	Para la implementación de Estándares Internacionales	✓	✗	✗	✗	✗
	Para el licenciamiento o compra de tecnología	✓	✗	✗	✗	✗
	Para la inversión en Maquinaria y Equipamiento	✓	✗	✗	✗	✗
	Para Capital de Trabajo	✓	✗	✗	✗	✗
	Renovaciones	✓	✗	✗	✓	✗
	Vehículos	✓	✗	✗	✗	✗
	Para Capacitaciones	✗	✗	✗	✓	✗
Para el Aumento de la Productividad	✗	✗	✗	✓	✗	
Tarifas	Beneficio en Importación de materias Primas	✓	✓	✓	✗	✓
	Beneficio en Importación de Componentes	✓	✓	✓	✗	✓
	Beneficio en Importación de Maquinaria y Equipamiento	✓	✓	✓	✗	✓
	Beneficio en Exportación de materias Primas	✗	✗	✓	✗	✗
	Beneficio en Exportación de Componentes	✗	✗	✓	✗	✗
	Beneficio en Exportación de Maquinaria y Equipamiento	✗	✗	✓	✗	✗
	Beneficio de Reducción del VAT	✗	✗	✓	✗	✗
Financiamiento	Para Construcción	✓	✗	✗	✗	✗
	Para Equipos de Automatización	✓	✗	✓	✗	✗
	Construcción de Fabricas	✓	✗	✗	✗	✗
	Para Capital de Trabajo	✓	✗	✗	✗	✗
	Prestamos Blandos	✓	✗	✓	✗	✗
	Para Innovación Industrial e I+D	✗	✗	✓	✗	✗
	Para la Compra y Renovación de Equipamiento	✗	✗	✓	✗	✗
Zonas Industrial	Presencia de Parques Industriales	✓	✓	✓	✓	✓
	Reducción de Costo de Servicios Públicos	✓	✓	✓	✓	✗
	Reducción del Costo de Terrenos (Arriendo o Compra)	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 7: Resumen de Análisis de incentivos para el fomento de la inversión extranjera en manufactura. Fuentes: Malasia ((MIDA), 2015), Tailandia (304 Industrial Park, 2016), (BDO Advisory Limited, 2015), Taiwán (Ministry of Economic Affairs, R.O.C., 2017), Singapur (Singapore Economic Development Board, 2017), Vietnam (Vietnam Invest Network Corp, 2017).

3.6 Análisis FODA de la Industria de las Baterías de litio Chile

Con el fin de poder plantear una estrategia adecuada para el desarrollo de esta industria en Chile se realiza el análisis FODA que además entregará un compendio de los análisis anteriormente realizados. Cabe destacar que un análisis FODA específico de empresa no aplica en esta tesis debido a que éste se encuentra en una etapa muy temprana de planificación.

3.6.1 Fortalezas

- Industria de EV y BESS en pleno crecimiento que empuja a la industria de las baterías de litio.
- En Chile existe un muy bajo costo de la Energía y existe acceso a energía 100% renovable.
- Acceso a litio, que corresponde a un recurso estratégico para la industria por su limitada producción.
- Chile está muy bien categorizado como lugar para hacer negocios.
- Posee grado de inversión y TPM baja lo que le da acceso a financiamiento más barato que países competidores. A su vez esto disminuye el Costo del Capital.
- Mercado laboral más eficiente que países competidores.
- Menores costos de importación que países competidores.

3.6.2 Debilidades

- El marco regulatorio no fomenta el consumo interno de EV ni de la implementación de BESS.
- A su vez el marco regulatorio tampoco ofrece grandes incentivos para la instalación de manufactura en Chile.
- El Alto costo de los EV y de soluciones de BESS poseen un costo muy elevado actualmente para la realidad de Latinoamérica, pero se encuentra disminuyendo año tras año.
- El costo de la mano de obra no es el más barato de la región.
- No existe un clúster de manufactura muy desarrollado.
- El Mercado interno es menor que el de potenciales competidores.

3.6.3 Oportunidades

- Elección presidencial cercana es una buena oportunidad para instalar la discusión acerca de la importancia de migrar a tecnologías limpias, la electro-movilidad, seguir fomentando el uso de Energías Renovables y seguir posicionando al litio como un recurso estratégico al cual hay que darle valor agregado.
- A su vez se presenta la misma oportunidad para instalar en la agenda política el fomento a la manufactura apoyado de tecnologías que automaticen procesos (Manufactura 4.0) para disminuir el impacto del mayor costo de mano de obra.
- Las características macro económicas sumadas al bajo costo de capital y al acceso al recurso de litio, presentan una oportunidad para atraer a inversionistas extranjeros.
- El acceso a energías renovables a bajo precio también es una oportunidad para un inversionista que, con la creciente presión mundial por bajar las emisiones, podría producir baterías con energía 100% renovables, disminuyendo considerablemente su impacto ambiental.
- Al entrar con una marca francesa o alemana de EV existe el potencial de abarcar el desarrollo del mercado europeo. Si entramos con una marca de americana existe el potencial de competir en EEUU.

3.6.4 Amenazas

- Actual gobierno se encuentra en periodo de elecciones por lo que implementar una agenda pro políticas de manufactura o de fomento a EV y BESS puede ser complejo.
- Brasil y Argentina están atentos a este mercado y tienen la intención de desarrollarlo.
- Si el proyecto no se desarrolla de forma ambiental y socialmente responsable tienen un alto riesgo de ser detenido por la ciudadanía.

3.7 Definición de Estrategia

3.7.1 Política:

Es necesario adaptar políticas asociadas a fomentar la manufactura que puede ser una combinación de algunas medidas vistas en la sección 3.5 como la disminución o exención de impuestos, subsidios para la inversión, exención de tarifas, acceso a financiamiento a tasas preferentes y el establecimiento de parques industriales que propicien el desarrollo industrial. Para esto una persona del equipo deberá estar dedicada a instalar la agenda tanto a nivel político como a nivel social.

Una de las ventajas de los países competidores es el tamaño de su mercado interno. Es por eso que es necesario avanzar en una política a nivel país de fomento al consumo de vehículos eléctricos. En los países donde ya existe presencia de vehículos eléctricos se han implementado una serie de medidas descritas en el reporte de Global EV Outlook 2016 con el fin de fomentar su adopción (International Energy Agency, 2016). Estas políticas poseen un amplio rango de acción que van directamente asociadas al costo del vehículo como por ejemplo la exención de impuestos a la compra de este tipo de vehículo (IVA), descuentos en pagos de registro, créditos a los impuestos personales y subsidios para la compra de estos autos. Otras medidas no directamente asociadas al costo apuntan a preparar la infraestructura necesaria para adoptar esta nueva tecnología. Por ejemplo, instalar una red de cargadores que permita circular con autonomía, disminuyendo la ansiedad de rango que provoca el no tener cargadores disponibles. También se pueden implementar otras medidas más simples como, por ejemplo, la disponibilidad de estacionamientos sin costo para autos eléctricos, el no pago de peajes y también el no estar sujeto a restricción vehicular. De esta forma si el mercado se desarrolla rápidamente en Chile, podríamos posicionarnos como proveedores para estos países cuando desarrollen su mercado.

Será necesario fomentar una política asociada a avanzar a una economía sustentable con el fin de disminuir tanto el calentamiento global como los niveles de contaminación en Chile. Una medida clara de cómo hacerlo y siguiendo el ejemplo de lo ocurrido con las energías renovables, consiste en fijar metas de vehículos eléctricos como porcentaje del parque automotriz. De esta forma se dan claras señales al mercado para atraer inversión y crear un mercado interno suficientemente atractivo para empresas de manufactura. El parque automotriz actualmente posee más de 4.000.000 de vehículos (Navarrete, 2016) y aumenta a una tasa de 5.6% por lo tanto si suponemos una meta del 30% para el 2027 esto generaría un mercado de más de 2.000.0000 de vehículos eléctricos que sería muy atractivo para una empresa de manufactura. Esto mitigaría el riesgo inicial de la demanda interna.

A su vez esta legislación podría atraer otras partes de la cadena de valor como por ejemplo de partes especializadas de vehículos eléctricos o fábricas de autos eléctricos. Más abajo en la cadena de valor se podría atraer la manufactura de partes y piezas de las baterías de litio. Esto a su vez fomenta la inversión en I+D en Chile y a su vez conlleva la generación de empleo distinto al que actualmente está disponible en el país.

3.7.2 Social:

El proyecto no debe afectar la forma de vida de personas aledañas a este. El proyecto debe evitar la afectación de comunidades indígenas y buscar acuerdos para no alterar sus formas de vida.

La discusión acerca de la inclusión de los EV debe avanzar en la agenda social. Es necesaria la promoción de eventos que convoquen el interés social como la Formula E u otras ferias de

automóviles eléctricos. A su vez a discusión regulatoria debe ser apoyada y fomentada por organizaciones no gubernamentales.

Por otro lado, será importante recalcar la importancia que tendrá el proyecto para la generación de empleos, tanto durante su construcción como en su operación. Se espera que durante la construcción el proyecto emplee a cerca de 500 personas, mientras que en su operación cerca de 1000. Estos aspectos deben promoverse para que sean valorados por la sociedad.

3.7.3 Ambiental:

El proyecto debe tener políticas ambientales muy claras en pos de no afectar significativamente el medio ambiente. El consumo eléctrico debe ser 100% a partir de energías renovables. A su vez en Chile se estableció la ley de fomento al reciclaje (Ministerio del Medio Ambiente, 2017) donde establece que los productores e importadores de ciertos productos, incluidos las baterías, utilizados dentro del país deben hacerse cargo de estos al fin de su vida útil. Parte de la estrategia deberá considerar la gestión de estos residuos ya sea a través de una empresa externa o considerar la inversión de una instalación dedicada a esto. Si bien la fábrica considera parte de su infraestructura dedicada al reciclaje de celdas defectuosas, ésta no contempla el reciclaje de packs de baterías al final de su vida útil. Para los efectos de esta tesis, el alcance no contempla esta evaluación ni el costo adicional que deberá ser incorporado sobre el precio del pack, para obtener correctamente el precio para el mercado interno.

3.7.4 Cadena de Valor

La manufactura abarcará la cadena de valor a partir de la elaboración de cátodos para asegurar la disponibilidad de este recurso estratégico, hasta la elaboración de packs de baterías orientado a Vehículos Eléctricos donde se le puede dar un mayor valor agregado al producto.

3.7.5 Manufactura:

El proyecto debe considerar tecnologías de manufactura 4.0, que involucra alto grado de automatización y conectividad entre los procesos, para asegurar una sustentabilidad de la operación y compensar el mayor costo de mano de obra que pueda haber en Chile en comparación a países competidores.

3.7.6 Países para Buscar Inversionistas

Los esfuerzos estarán enfocados en desarrollar relaciones con compañías de manufactura japonesa, principalmente con Panasonic. A su vez se incluye a TESLA y Volkswagen debido a sus actuales relaciones con Panasonic. Esto no descarta otras compañías, pero es necesario siempre tener en cuenta las diferencias culturales para mejorar las probabilidades de generar una relación a largo plazo.

4 Plan de Marketing

4.1 Oportunidades de Mercado

Las proyecciones de demanda global de baterías de litio varían significativamente entre las distintas compañías consultoras que realizan proyecciones. Esto se debe principalmente a la variación en la penetración del vehículo eléctrico quien será el principal consumidor de baterías de litio en el futuro (ver Figura 2). Para esto se revisó la información pública de 5 instituciones de gran reputación y se proyectó distintas curvas a partir de ésta. En función de los resultados de proyección del EV, se obtiene la proyección de la demanda para baterías de litio promedio para la industria del EV. A esto se suma la demanda generada por la industria de la electrónica portátil de consumo, de la cual se obtiene información a partir del informe de *Avicenne Energy* (Pillot, 2016) y la demanda generada a partir de los BESS obtenida a partir de información de *Bloomberg New Energy Finance* (Hirtenstein, 2016) y *Global Data* (Global Data, 2016). El resultado es una proyección de demanda mundial de 183 GWh para el 2023 y de 336 GWh para el 2026. Esto equivale a quintuplicar la producción mundial para el 2026 con un continuo y fuerte aumento de la demanda para los años futuros. Por otro lado, la capacidad instalada y proyectada de acuerdo a las inversiones anunciadas es de 117.5 GWh a partir del 2021 generándose una oportunidad de tomar capacidad no absorbida.

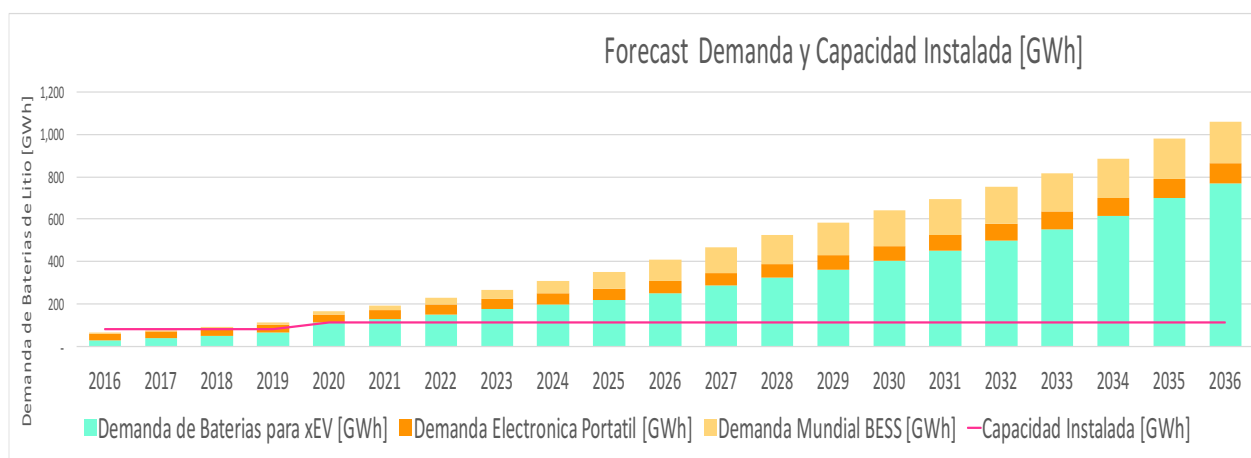


Figura 8: Proyección de la demanda de Baterías de litio y la Capacidad Instalada de Fabricas Anunciada. Fuente: Elaboración propia en base a la demanda promedio de EV determinada en la Figura 2. La demanda generada por la electrónica portátil fue obtenida a partir de las proyecciones de *Avicenne Energy* (Pillot, 2016), Los datos de la demanda mundial de BESS fue obtenida a partir de un informe de *GlobalData* (GlobalData, 2016) y de *BNEF* (Henbest & al., 2016). Los datos de las proyecciones de capacidad instalada fueron obtenidos a partir de un informe de la *CEMAC* (Chung, et al., 2016) y a partir de (Desjardins, 2015).

Por otro lado, la demanda en Latinoamérica exclusivamente generado por la demanda de vehículos eléctricos de acuerdo al análisis realizado anteriormente, en promedio, será de 5 GWh al 2023 y crecerá a 12 GWh al 2026. A su vez se calculó escenarios optimistas y pesimistas en función de las proyecciones optimistas y pesimistas de vehículos eléctricos anteriormente analizadas (ver Figura 3). Esto considera que el tamaño de las baterías de los vehículos eléctricos sigue la tendencia mundial.

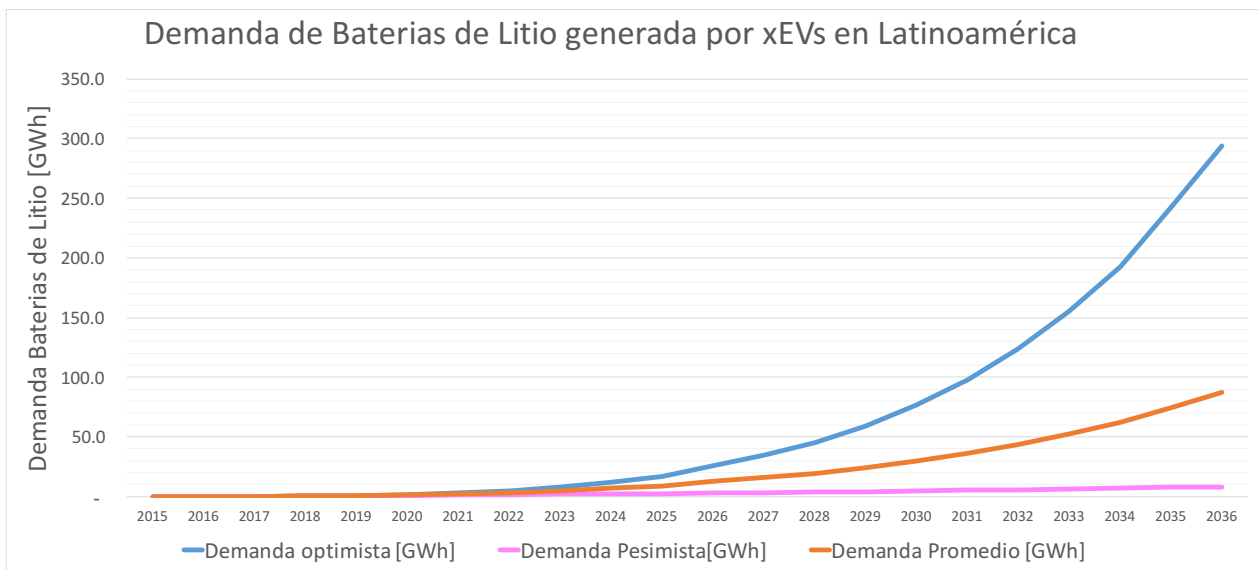


Figura 9: Proyección la Demanda de Baterías de litio en Latinoamérica. Fuentes: Elaboración propia a partir de datos generados en la proyección de ventas de EV en Latinoamérica (ver Figura 3:Proyección de Ventas de EV en Latinoamérica. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de (Gomez-Gelvez, et al., 2016).) considerando y un tamaño de pack de baterías promedio de 41kWh.

Tanto en el mercado mundial como en el mercado regional se presentan oportunidades principalmente en Brasil, Argentina, Chile, Colombia, Méjico y Estados Unidos.

4.1.1 Mercado Objetivo

El mercado objetivo estará enfocado en abastecer la demanda regional y parte de la demanda de Estados Unidos de baterías de litio al satisfacer parte de la demanda no abastecida en los próximos años.

4.1.2 Clientes

El Negocio es B2B por lo que los clientes consisten en compañías. Tal como se vio en el análisis de mercado la demanda es generada a partir de la industria del vehículo eléctrico, la industria de la electrónica de consumo y la industria de la energía eléctrica. Esto implica que los clientes son OEM (Original Equipment Manufactures) de Vehículos Eléctricos, de electrónica de consumo portátil, compañías de desarrollo eléctrico y compañías generadoras de electricidad para utilizarla junto a energías renovables intermitentes principalmente.

Los atributos más importantes para los clientes son: precio [USD/kWh], densidad energética específica [kWh/kg], densidad de Potencia [W/kg], su vida útil la cual se mide en número de ciclos de carga y descarga, la degradación de la batería y finalmente la seguridad.

Los contratos con los clientes OEM se realizan por periodos no menores a un año. Para el caso de compañías generadoras, estos se realizan por el suministro puntual para cada proyecto. Los tomadores de decisión corresponden a altos ejecutivos de estas empresas ya que el producto y su suministro es estratégico para estas compañías. Los clientes de OEMs de EV están totalmente al día en términos de los avances tecnológicos debido a que de ello depende la mayor penetración de su industria en el mercado. Algunos de ellos incluso se involucran en la producción de baterías de litio ya sea a través de I+D o a través de la inversión en manufactura integrándose verticalmente en la cadena de valor.

4.1.3 Compañía

La compañía se perfila como una empresa fabricante de baterías de litio que posea una importante participación de mercado regional, que cuente con contratos de suministro vigentes, que posea tecnología avanzada y que realice una importante inversión en investigación y desarrollo para asegurar un despliegue sustentable en el tiempo. La empresa a su vez debe estar integrada verticalmente desde la producción de cátodos hasta la producción de packs de baterías.

4.1.4 Competencia y Participación de Mercado

Existen múltiples compañías en el mundo actualmente fabricando baterías de litio siendo la principal Panasonic Sanyo con un 41% de participación de mercado, seguida de AESC con un 18.32%, LG Chem con un 7,19% y Samsung con un 7,03% (Statista, 2016) (ver Anexo 10.6).

Siendo que la estrategia de la compañía estará enfocada en tener a Panasonic como socio estratégico se buscará mantener su participación de mercado en Latinoamérica con un 40% de la demanda regional. A su vez considerando que existirá demanda no abastecida (ver Figura 8) también se considerará absorber el 5% de ella dirigido principalmente al mercado de Estados Unidos. Esta cifra es conservadora considerando la escala que las nuevas fábricas pueden tomar, pero se espera que muchas fábricas sean anunciadas en un futuro cercano por lo que es necesario monitorear el mercado en los próximos años de desarrollo para definir de mejor manera la demanda no abastecida.

4.2 Definición de Estrategia de Marketing

4.2.1 Segmentación

4.2.1.1 Macro Segmentación

Los macro segmentos del mercado de las baterías de litio corresponden a los mercados de electrónica portátil de consumo, mercado de transporte eléctrico y mercado de almacenamiento energético (BESS).

4.2.1.2 Micro Segmentación

En la electrónica portátil los segmentos más importantes corresponden a la telefonía celular en primer lugar, seguido de los computadores portátiles y luego una gama de otros dispositivos como *tablets*, herramientas eléctricas, cámaras de video y foto etc.

El mercado del BESS se divide en dos segmentos principalmente: “*Behind the meter*” o detrás del medidor refiriéndose al almacenamiento energético para casas para aumentar la integración con energía solar y para energía de respaldo. Luego viene el segmento industrial que tiene a clientes a edificios, comercio o industrias que necesitan un sistema de respaldo o incluso para integrarse con energía solar. Posteriormente viene el segmento dedicado a compañías generadoras las cuales lo utilizan para entregar servicios auxiliares a las redes eléctricas y para aumentar la penetración de renovables entre otras aplicaciones.

El mercado del transporte eléctrico incluye a los vehículos livianos, vehículos pesados (buses y camiones) y motocicletas.

Los vehículos eléctricos o EV, usualmente se segmentan por el tipo de propulsión del vehículo. Estos sistemas varían desde funcionar de forma completamente eléctrica hasta soluciones híbridas. Dependiendo del tipo de propulsión, estos a su vez poseen distintos requerimientos energéticos de su pack de baterías. El vehículo eléctrico híbrido o “*Hybrid Electric Vehicle*” (HEV) posee un motor de combustión interna (MCI) y posee un motor eléctrico (ME) como fuente de propulsión

secundaria. A su vez se alimenta de gasolina que corresponde a su principal fuente de energía. Los HEV poseen packs de batería de 1,1 a 1,4 kWh. Un ejemplo de estos corresponde al Toyota Prius el cual posee una batería de 1,3kWh.

Luego existe el “Plug in” HEV (PVEH) el cual posee como fuente primaria de propulsión un MCI o un ME y posee la alternativa opuesta como fuente secundaria de propulsión. A su vez, su fuente energética es la gasolina, pero también se puede conectar a la red eléctrica para cargar su pack de baterías. El tamaño de su pack de baterías suele ser de 7 a 16 kWh. Un ejemplo de estos vehículos corresponde al Audi A3 E-Tron el cual posee un pack de 8.8 kWh.

Luego existe el “Range Extended Electric Vehicle” (REEV) el cual muchas veces es catalogado dentro de los PHEV. Este posee un ME como fuente de propulsión. Por otro lado, este posee un MCI para cargar su banco de baterías o celdas de combustible. No existen muchos modelos de esta categoría, pero un ejemplo de ellos corresponde al Chevy Volt el cual posee un pack de 18kWh. Otro ejemplo es el nuevo BMW i3 que posee un pack de baterías de 33kWh en su versión 2017.

El vehículo eléctrico a baterías o “Battery Electric Vehicle” (BEV) posee un motor eléctrico que le da propulsión al auto y almacena la electricidad en un pack de baterías. El tamaño de sus packs de baterías varía desde 20 kWh, como el Ford Focus Electric que posee un pack de baterías de 23 kWh a 130kWh, como es el caso del modelo FF91 de Faraday Future.

Finalmente existe el EV con celda de combustible o “Fuel Cell Electric Vehicle” (FCEV) el cual posee un ME como fuente de propulsión y almacena su energía en celdas de hidrógeno (International Energy Agency, 2016). Un ejemplo corresponde a la Hyundai Tucson. Esta posee una batería de 0.95 kWh que funciona como buffer para dar energía al motor mientras la celda de combustible comienza a operar.

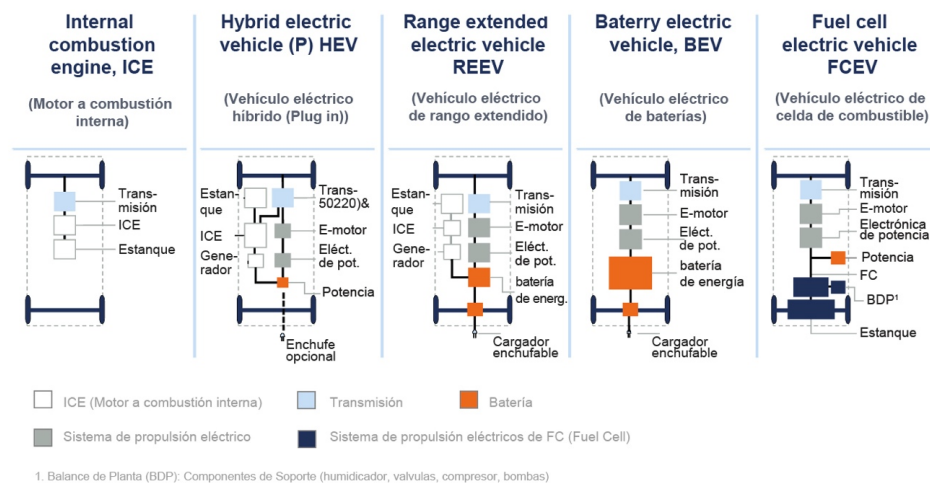


Figura 10: Esquema de diversas tecnologías de sistemas de propulsión de autos. Fuente: Elaboración propia a partir de: (Amsterdam Roundtable Foundation and McKinsey & Company, 2014).

4.2.2 Targeting

Las fábricas que actualmente existen abastecen principalmente al mercado de la electrónica de consumo, por lo que el mercado ya cuenta con un suministro abastecido por empresas expertas en la materia lo que hace más compleja la competencia. Además, presenta un crecimiento de su

demanda más débil que la del vehículo eléctrico y un mercado futuro significativamente menor. Por otro lado, el macro segmento de los BESS es de menor potencial que el de los EV y alcanzará precios competitivos tardíamente. A su vez el segmento de vehículos pesados como camiones y buses eléctricos así como el segmento de motocicletas eléctricas se han desarrollado principalmente en China sin embargo no han visto un despegue interesante en el resto del mundo siendo su desarrollo aún limitado y menos atractivo que el segmento de vehículos livianos. Por otro lado, el segmento del EV presenta el mayor crecimiento y mayor potencial. La figura a continuación corresponde a una proyección de segmentación en donde %PHEV incluye a los HEV, PHEV y REEV mientras que el %BEV está dedicado exclusivamente a este tipo de vehículos.. Es por esto que este modelo de negocio se enfoca en el macro segmento de los EV.

El target para el cual está dirigida las baterías serán los vehículos BEV, ya que presentan un gran potencial y al necesitar baterías de mayor tamaño, se logra generar una producción a una escala suficientemente grande para reducir los costos de manufactura.

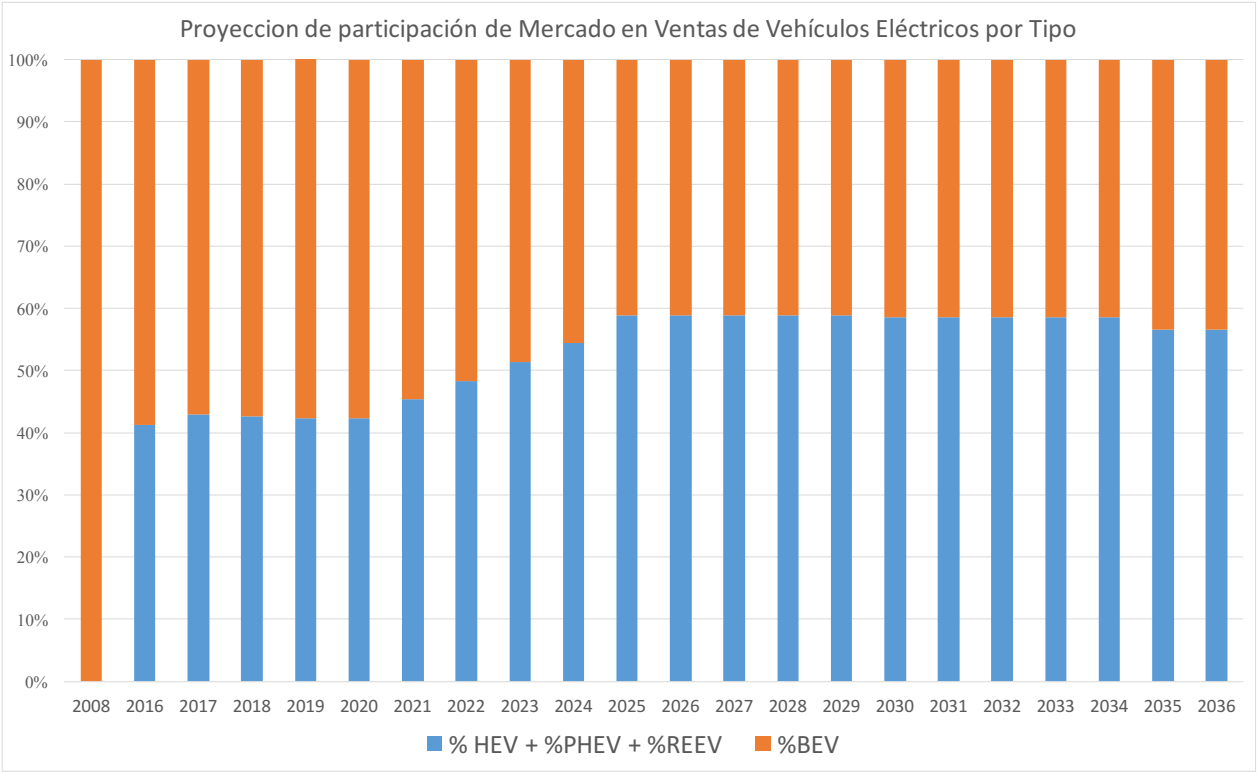


Figura 11: Proyección de participación de mercado por tipo de Vehículo eléctrico. Fuentes: datos reconstruidos a partir de gráficos o informes de diversas fuentes, incluyendo (International Energy Agency, 2016), Bloomberg New Energy Finance (Liebreich, 2016), Avicenne Energy (Pillot, 2016), Stratas Advisors (Strata Advisors, 2016), Deutsche Bank (Hocking, et al., 2016) y el Bureau d'information et de prévisions économiques BIPE a partir del informe del grupo Renault (Perrin, 2016).

4.2.3 Posicionamiento

Declaración de Posicionamiento: “Para Fabricantes de Vehículos Electrodoos quienes necesitan baterías de litio en Latinoamérica y Norte América, nuestra compañía es una empresa de manufactura de baterías de litio capaz de satisfacer la demanda regional con tiempos muy acotados, precios competitivos, y una huella de carbono mínima al abastecer la fábrica en un 100% a partir de energías renovables. A diferencia de otros proveedores de baterías, nuestro producto se encuentra una distancia más cercana a su de su destino final siendo posible coordinar entregas en menor tiempo a igual o menor costo que nuestra competencia”.

4.3 Programa de Marketing

4.3.1 Producto

El producto consiste en packs de baterías de litio. El tamaño del pack de baterías deberá ser de 65 kWh. Los materiales para empaquetar el pack serán materiales resistentes a impactos y poseerán tecnología que retarda la ignición. Poseerán a su vez sistemas de manejo de baterías que controlen la sobre carga y el sobre voltaje y a su vez un sistema de manejo térmico que evacúe eficientemente el calor haciéndola más segura.

Se privilegiará la seguridad sobre la densidad energética para elegir la química de los cátodos puesto que esto será un factor relevante. Es por eso que cátodos de tipo NMC, LMO o LFP son las más indicadas ya que presentan los menores riesgos, dejando fuera a LCO, NCA o combinaciones de alto voltaje (PILLOT, 2015). Por otro lado, los cátodos NMC poseen la mayor energía específica de las tres seleccionadas (límite teórico 610-650 [Wh/kg]) por lo que, para efectos de este modelo de negocio, será seleccionada para la posterior modelación. Con respecto al resto de los componentes de la celda, el ánodo será de grafito. El electrolito y separador serán fabricados a partir de una membrana de polímero.

Utilizando el modelo técnico económico de *Argonne National Laboratories* para diseñar baterías de litio se modela una batería con las siguientes características.

Parámetros Calculados del Pack de Baterías	
Cátodo	NMC622
Ánodo	Grafito
Autonomía del Vehículo Eléctrico [km]	342
Número de Celdas por pack	108
Número de Celdas por Módulo	18
Número de Módulos por pack	6
Energía total del pack, kWh	65
Capacidad de la celda [Ah]	163.9
Capacidad del Pack [Ah]	491.9
Voltaje Nominal del Pack (Voc a@ 50% SOC), [V]	135
Potencia del Pack en % OCV objetivo, [kW]	262.2
Potencia Requerida por el Pack [kW]	240
Objetivo de % OCV a máxima potencia	80
Volumen del Pack [L]	179.2
Masa del Pack [kg]	334.6
Requerimiento de potencia por sistema de enfriamiento, [W]	594.1

Tabla 8: Parámetros del pack de baterías. Fuente: Elaboración propia mediante el modelo (Nelson, et al., 2012).

Esta batería permite a un auto de tamaño mediano recorrer 342 km aproximadamente, medidos de acuerdo a los ciclos de uso definido por la prueba de dinamómetro (UDDS) de la Agencia de Protección al medio ambiente de Estados Unidos.

4.3.2 Precio

Siendo que los precios de los packs de baterías de litio siguen consistentemente bajando, el precio objetivo al 2023 será inferior a los precios actuales. De acuerdo a (Nykqvist & Nilsson, 2015) quienes realizaron una completa revisión de más de 80 estimaciones de costos de packs de baterías de litio, muestra una reducción de precios del 14% desde el 2007 al 2014 llegando a \$410 USD/kWh en promedio y a \$300 USD/kWh para los fabricantes líderes. De acuerdo a la revisión de Nyquist & Nilson diversos estudios proyectan costos de las compañías líderes a 200 USD/kWh para el 2020 y a 150 USD/kWh para el 2025. Esto implica que la estrategia de precio tendrá que estar sobre este costo e igual o inferior al precio de los competidores. Sin embargo, el costo al cual se debe apuntar es a 150 USD/kWh para ser realmente competitivos con respecto a los líderes de mercado y de esta forma no absorber parte del margen al competir con las compañías rivales. En la sección 6.16 se realiza un análisis de sensibilidad en donde se prueba un rango de precios base del pack de baterías (precio sin garantía al 2020) y se compara contra el VAN del proyecto. Además, asume una tasa de precio decreciente en el tiempo de un 2% siguiendo la tendencia decreciente del mercado (Ver figura a continuación).

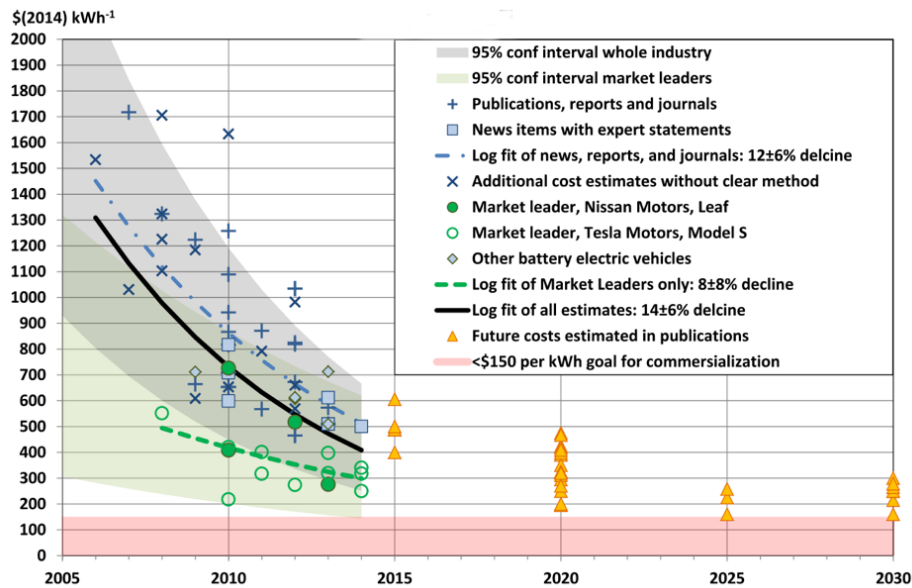


Figura 12: Costo de el pack de baterías de litio para BEV (Nykqvist & Nilsson, 2015).

4.3.3 Promoción

En una etapa inicial será necesario posicionar a Chile como un excelente país para realizar inversiones en manufactura de baterías de litio. Esto se realizará ya sea directamente con contactos en el extranjero y a través de organizaciones nacionales como Pro-Chile e Invest-Chile.

Posteriormente para crear conciencia acerca de los productos, será importante participar de ferias internacionales dentro del continente, así como auspiciar ferias a nivel local tanto para atraer clientes internacionales como para generar demanda localmente. La demanda interna será generada al existir vehículos eléctricos en el mercado nacional por lo que también será importante fomentar medidas para facilitar la adopción del vehículo eléctrico en Chile.

Siendo un negocio B2B, la relación con los clientes debe ser muy cercana y será importante poder realizar soluciones a la medida de cada uno. Para esto es necesario contar con un equipo de negocios apoyado por un equipo de ingeniería que sea capaz de atender a cada cliente y ofrecerle un servicio personalizado. Es importante poder hacer lo mejor posible para atender las necesidades

de ellos puesto que los clientes son limitados y por lo tanto el valor de cada uno es muy alto. Para esto se contempla realizar visitas personales a cada cliente por parte de los ejecutivos de negocios y de los equipos técnicos.

Otras medidas consistirán en tener un sitio web que describa los productos que poseemos y sus ventajas y a su vez que pueda generar contactos para realizar ventas. También se hará publicidad en revistas especializadas de automóviles eléctricos.

4.3.4 Plaza

La demanda de baterías estará ubicada en los principales centros productivos de vehículos eléctricos en Latinoamérica y posteriormente en todo el continente debido al recambio de baterías al cumplir su vida útil. Las fábricas de EV probablemente se ubicarán en los países que ya cuentan con la infraestructura de manufactura de automóviles. Estos países son Argentina y Brasil y su producción se concentra principalmente en Córdoba y Buenos Aires para el caso de Argentina y en São Paulo, Paraná y Minas Gerais en el caso de Brasil, tal como se aprecia en la Figura 13.

Esto tampoco descarta la potencialidad de manufactura de EV en Chile con lo que su ubicación para la exportación también consideraría los centros de consumo hacia el resto del continente.

Es por estas razones que la ubicación primordial debe estar ubicada en el norte del país, en donde además confluyen varios factores como el acceso a grandes terrenos que el estado puede otorgar en concesión de uso oneroso a bajos costo, acceso a alta radiación para el emplazamiento de plantas solares y por ende abastecer la fábrica con energía 100% renovable a un bajo costo.

Dentro de las regiones del norte, la región de Antofagasta permite la mejor y más rápida conectividad hacia Brasil, que corresponde al mayor generador de demanda. El viaje entre Antofagasta hacia Sao Paulo toma alrededor de 5 a 6 días en transporte terrestre. En segunda instancia hacia Buenos Aires el viaje toma alrededor de 2 a 3 días (ver Figura 13). Además de ofrecer la ruta más corta hacia Sao Paulo, también cuenta con los puertos de Antofagasta y Angamos los cuales permiten el transporte en buques de carga hacia Estados Unidos en 14 días (Ver Figura 14), a Brasil en 13 días (Ver Figura 15) y a Argentina en 11 días (Ver Figura 16).



Figura 13: Ubicación de fábricas de automóviles y camiones en Argentina y Brasil y las Rutas Antofagasta - Buenos Aires y Antofagasta - São Paulo, Fuente: Elaboración Propia.

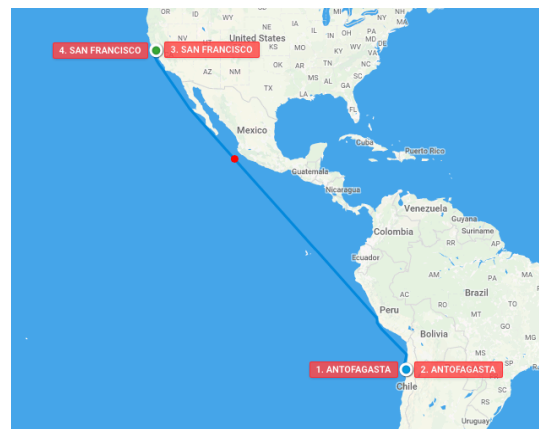


Figura 14: Ruta de Transporte Naviero con Contenedor, Antofagasta - San Francisco. Duración: 14 días. Fuente: Imagen de www.searates.com.

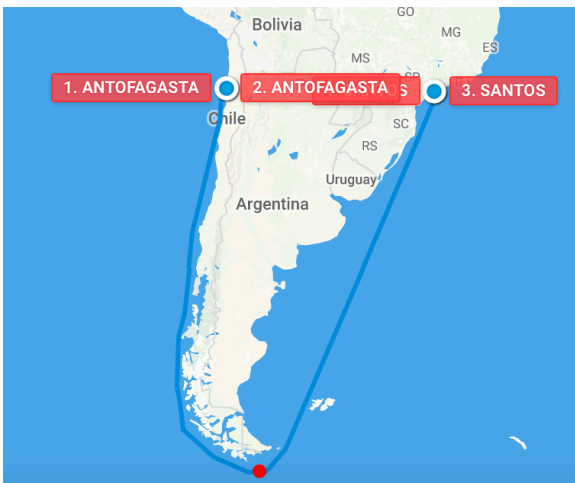


Figura 15: Ruta de Transporte Naviero con Contenedor, Antofagasta. Duración 13 días - Santos. Fuente: Imagen de www.searates.com.



Figura 16: Ruta de Transporte Naviero con Contenedor, Antofagasta – Buenos Aires. Duración 11 días. Fuente: Imagen de www.searates.com.

4.4 Misión & Visión

4.4.1 Misión

Desarrollar una fábrica de baterías de litio para la industria del vehículo eléctrico para abastecer los mercados de América Latina y de Estados Unidos mediante el uso de energías 100% renovables.

4.4.2 Visión

Producir baterías de litio de forma competitiva y sustentable, promoviendo la manufactura del futuro en Chile y agregando valor a la extracción del litio.

4.5 Propuesta de Valor

El modelo de negocios consiste en la venta de baterías de litio desde Chile para abastecer la demanda de baterías de Latinoamérica y parcialmente la de Estados Unidos. Además, considera tener una huella de carbono mínima al abastecer la energía del proyecto con energía solar, disponible en el norte del país a muy bajo costo.

Los clientes principales serán las fábricas de autos posicionadas en Latinoamérica como Renault-Nissan, Volkswagen, Mitsubishi Motors Corporation, BMW y Toyota y Tesla principalmente en Brasil, Argentina, México y Estados Unidos.

Los socios clave serán una empresa que ya realice manufactura de baterías en otras partes del mundo y busquen un rápido acceso al mercado Latinoamericano.

A su vez se buscará generar alianzas con CORFO para acceder a financiamiento y eventuales subsidios. Para la promoción se buscará generar alianzas con ProChile e InvestChile, especialmente en la fase de búsqueda de inversionistas. También se buscará generar alianzas con Universidades y Centros de Formación Técnica para formar los profesionales que esta industria demanda y para generar optimizaciones y mejoras en los procesos e innovación tecnológica.

Con el fin de garantizar el suministro litio se requiere de una acuerdos a largo plazo con alguno de los productores de litio como Albemarle o SQM.

Los proveedores clave serán las compañías que suministren la materia prima para la fabricación de los cátodos, ánodos entre otros y principalmente proveedores de Cobalto y Nickel.

Los recursos clave será la infraestructura y equipamiento con alto grado de automatización para no generar fuerte dependencia de la mano de obra y hacer el proceso altamente eficiente. El capital humano sigue siendo muy relevante ya que este tendrá que especializarse para operar en una planta moderna. Otro recurso clave serán las redes de contacto (público y privadas) que se logren establecer, ya que un proyecto de esta naturaleza no puede ocurrir sin que muchos actores del país coincidan en querer empujar este proyecto. Finalmente, el acceso a recursos financieros desde la banca (nacional o internacional) será también fundamental para construir el proyecto.

Los clientes serán fabricantes de autos eléctricos y siendo que este negocio es B2B, los clientes no serán muchos, pero el volumen que compren será muy grande. Es por eso que la relación con los clientes será fundamental. Se tendrá contacto directo con los clientes y se dará una solución a medida para cada uno. Se facilitará el acceso a expertos para poder diseñar el mejor producto de acuerdo a sus requerimientos y se generarán contratos a largo plazo para enfocar los esfuerzos en mejorar el producto y disminuir los costos.

Se tendrá múltiples canales de contacto con nuestros clientes, ya sea como primera aproximación una página web, contacto telefónico y video conferencias con expertos a viajes a terreno y traer de invitados a visitas a la planta para promocionar el producto y cerrar ventas. A su vez se promocionará a través de revistas y se generará contactos comerciales con viajes a ferias especializadas y por solicitud de visitas directas.

4.6 Lean Canvas

Socios clave	Actividades clave	Propuestas de valor	Relaciones con clientes	Segmentos de cliente
<p>Socios Clave:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fábricas de Baterías Eléctricas <p>Ej.: LG-Chem, Samsung, Panasonic.</p> <p>- Fábricas de Autos Eléctricos</p> <p>Ej.: Tesla, BMW, Toyota.</p> <p>Proveedores Clave:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proveedores de Partes compradas - Proveedores de materias prima 	<ul style="list-style-type: none"> - Producción - Venta - Distribución 	<ul style="list-style-type: none"> -Fabricación de Baterías de litio a precios competitivos - Bajo costo de capital -Acceso en Latinoamérica - Acceso a Energía Renovable barata - Estabilidad política y económica -Seguridad en el suministro del litio 	<ul style="list-style-type: none"> - Contacto directo con clientes - Trato con expertos del producto -Contratos a largo plazo -Soporte Local 	<ul style="list-style-type: none"> - Mercado de vehículos eléctricos a batería (BEV)
	<p>Recursos clave</p> <ul style="list-style-type: none"> - Infraestructura -Equipamiento automatización - Capital Humano - Investigación Desarrollo - Red de Contactos 		<p>Canales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contacto telefónico con Expertos y Web conference - Vía mail - Ferias Internacionales - Pagina Web 	
<p>Estructura de costes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Materiales de Celda -Ítems comprados (Partes y piezas de celda, módulo y pack) - Capital Humano 		<p>Fuentes de ingresos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Venta de Baterías - Venta de soluciones a medida 		

5 Operaciones

5.1 Proceso de Manufactura de Baterías de Litio

La siguiente descripción del proceso de manufactura de baterías ha sido obtenido y traducido a partir del informe de Argonne National Laboratories (Nelson, et al., 2012).

5.1.1 Recepción:

Estas zonas poseen tanto equipo de carga y zonas de almacenamiento. En estas zonas se encargan de recibir los insumos, moverlos a lugares de almacenamiento y distribuirlos al resto de las áreas.

5.1.2 Preparación de Materiales para elaboración de Electrodo y Entrega a Área de Recubrimiento (“Coating”)

Aquí se preparan los materiales activos, el carbón, el material aglutinante y el disolvente del aglutinante. Estos son mezclados en pequeñas partidas en estanques móviles formando una pasta. Los estanques de material preparado son llevados al área de recubrimiento. Luego, los estanques son presurizados para luego empujar la pasta al mecanismo de recubrimiento.

5.1.3 Recubrimiento de Electrodo en Colector de Corriente en Papel Metálico

Tanto los electrodos positivos como los negativos son formados al recubrir el papel metálico por ambos lados con los materiales obtenidos de la etapa anterior. El proceso es llamado “Roll-to-roll coating process” en donde la primera línea de estaciones de recubrimiento y secado recubre un lado del papel metálico colector de corriente. Luego quita el disolvente en un horno y da vuelta el papel mientras lo transfiere a la siguiente estación. Posteriormente el proceso se repite sobre el lado sin cobertura para finalmente enrollarlo al final de la línea. La línea del electrodo positivo y negativo se parecen bastante, pero en el caso del electrodo negativo, algunos papeles metálicos son solo recubiertos por un lado para ser utilizado al final de la pila de los elementos que componen la celda.

Se debe proveer de alrededor de un 5% de capacidad extra por celdas que fallan. Además, se utiliza alrededor de un 10% de papel metálico extra al área recubierta para poder ser utilizada como bordes para ser soldados a los terminales y para permitir pérdidas por el corte de los electrodos. Además, es necesario proveer de un 30% de capacidad de recubrimiento en exceso para tener capacidad frente a potenciales fallas en la línea de producción. Cada línea puede realizar el recubrimiento del electrodo positivo como el negativo por lo que se pueden utilizar una para cubrir la otra en caso de fallas.

El material aglutinante para el electrodo positivo es NMP el cual es recuperado en un 99.5% mediante condensación y reciclado. Para el electrodo negativo corresponde a agua la cual no se recupera.

5.1.4 Prensado de Rodillos O “Calendering”

Las láminas recubiertas ahora son pasadas por la prensa de rodillos, que compacta lámina al pasar entre los rodillos para obtener el espesor de vacío deseado, el que será llenado por el electrolito. La cantidad de metros cuadrados de láminas que puede procesar debe ser igual a la cantidad de láminas recubiertas que el proceso anterior genera.

5.1.5 Manejo de Materiales entre Procesos

Entre cada proceso el material debe ser transportado y ocasionalmente almacenado. Es por eso que es necesario tener áreas de almacenamiento tanto dentro como fuera del cuarto seco. Las materias primas que se utilizan en el cuarto seco se deben introducir a través de un filtro de aire para transferir materiales. La operación de transferir materiales al cuarto seco ocupa 1/3 del área necesaria para manejo de materiales entre procesos.

5.1.6 Corte de Electroodos

Los papeles metálicos recubiertos son cortados en tiras entre las áreas recubiertas. Luego se cortan nuevamente en electrodos individuales. Las pérdidas de papel metálico en este proceso son de alrededor de un 8%.

5.1.7 Secado Final del Electrodo

Para poder obtener una celda con una vida útil larga, es necesario que los electrodos tengan una muy baja humedad por lo que estos se secan aplicando calor en vacío previo al ensamblaje de la celda dentro del cuarto seco para asegurar la menor cantidad de humedad en el producto final. Los electrodos cortados en el proceso anterior son apilados por polaridad y colocados en los hornos de secado. Luego son secados por varias horas para luego ser sacados del horno en el cuarto seco.

5.1.8 Laboratorio de Control de Calidad

El laboratorio de control tiene por finalidad revisar la calidad tanto la materia prima como del electrodo fabricado. El personal del laboratorio recolecta muestras y realiza análisis para determinar su calidad.

5.1.9 Apilamiento de Celda

Las celdas se ensamblan en 4 pasos realizados en el cuarto seco. El primero corresponde al apilamiento de la celda, en el cual los electrodos son insertados dentro de una hoja de separador doblada. El borde no recubierto del electrodo positivo sobresale por un lado del separador mientras que el borde no recubierto del electrodo negativo sobresale por el borde opuesto del separador.

5.1.10 Soldado del Colector de Corriente

Los bordes de los electrodos que sobresalen del separador son soldados a su respectivo terminal por medio de soldado ultrasónico, proceso que obtiene una resistencia eléctrica casi igual a cero y evita el sobrecalentamiento de los electrodos durante el soldado.

5.1.11 Sellado de la Celda en el Contenedor

La capa de papel aluminio del contenedor tipo bolsa es suficientemente gruesa para permitir el uso de mitades de bolsa pre formadas. Estas bolsas son compradas como insumos. Cada celda es cerrada en estas bolsas contenedoras, que son parcialmente selladas previo a la inyección del electrolito.

5.1.12 Rellenado de la Celda con Electrolito y Sellado

En esta estación las celdas son evacuadas y luego rellenas con electrolito y temporalmente selladas.

5.1.13 Manejo del Cuarto Seco

La atmosfera del cuarto seco se necesita mantener en óptimas condiciones, incluido mantener la temperatura del punto de rocío a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. La carga en el equipo de secado del cuarto seco es determinada por la difusión del vapor de agua a través de las paredes, entrada de aire a través de

los filtros de aire, el número de trabajadores en la habitación y la necesidad de dejar entrar aire fresco para limitar la cantidad de gases contaminantes provenientes del solvente del electrolito. El equipo de purificado y recirculación de aire se ubica afuera de la planta, adyacente al cuarto seco (Figura 17).

5.1.14 *Formation Cycling*, Sellado Final de la Celda y Pruebas de Retención de Carga

La formación de la interfaz sólida electrolítica se realiza mediante un proceso llamado *Formation Cycling* que consiste en una reacción electroquímica que crea una interfaz sólida electrolítica durante los primeros ciclos de carga y descarga. La interfaz sólida electrolítica debiese ser idealmente delgada, mínimamente porosa, electroquímicamente inerte, resistiva eléctricamente y conductora iónicamente.

Este proceso toma tiempo y recursos considerables ya que cada celda debe ser monitoreada de forma independiente. Este proceso involucra cargar la celda, luego descargarla completamente para medir capacidad e impedancia, seguido de recargarla completamente. Estas pruebas se realizan en grandes unidades de ciclado de baterías que poseen control de temperatura y monitorean individualmente cada celda para detectar posibles fallas. El costo de capital de los equipos depende principalmente de la cantidad de celdas que se prueben anualmente.

Sin embargo, las pruebas anteriormente descritas no detectan tasas de auto descarga por sobre lo normal, por lo que, para esto, luego de que las celdas son cargadas al final del proceso, son almacenadas por dos semanas sin monitoreo para luego realizar la prueba de retención de carga. Durante ese periodo las celdas pasan el mayor tiempo sobre estantes en arreglos compactos. También durante este periodo de reposo las celdas son selladas. Aquí se revisa también si la celda elimina el gas acumulado durante el proceso de *Formation Cycling* y se corta el material sobrante después del sellado.

5.1.15 Ensamblaje de Módulos y Pack de Batería.

Las celdas que pasan el proceso anterior (~95%) son ensambladas en módulos mediante la unión de sus terminales empleando soldadura laser o unión mecánica con resortes que generan presión. Cada módulo también lleva un circuito electrónico que ocupa un volumen similar al de una celda. Además, un conductor de calor de aluminio se posiciona envolviendo la celda.

Estos pasos se realizan en 4 estaciones automatizadas capaces de manejar alrededor de 280 celdas por hora. El módulo que contiene a las celdas es sellado herméticamente.

Los módulos terminados son ensamblados en un pack de batería a través de estaciones automatizadas. El costo de capital de estas estaciones depende del número de packs ensamblados por año y en menor medida por el número de módulos por pack.

Luego del ensamblado los packs son llevados a estaciones de prueba, donde son descargados para realizar la última prueba de impedancia y para bajar el estado de carga a un nivel adecuado para su traslado y envío a centros de demanda.

5.1.16 Área de Celdas Rechazadas y Reciclaje

El 5% de las celdas son rechazadas en el proceso de *Formation Cycling* y en las pruebas de retención de carga. El resto de la chatarra proviene de las múltiples etapas del proceso. Periódicamente la chatarra se envía a centros de reciclaje. La tabla a continuación muestra la tasa con la cual los materiales son aprovechados y por ende nos da la información de los materiales desechados.

Material	Material Mixing	Coating	Electrode Slitting	Cell Stacking	Electrolyte Filling	Total
Positive Electrode	99	95	99	99		92.2
Negative Electrode	99	95	99	99		92.2
Positive Current Coll.		99	92	99		90.2
Negative Current Coll.		99	92	99		90.2
Separator				98		98.0
Electrolyte					94	94.0

Tabla 9: Porcentaje del material utilizado en la fabricación de cátodos y la celda. Fuente (Nelson, et al., 2012).

5.1.17 Envíos

A continuación, a las diversas pruebas, los packs pasan al área de envío. En esta área los packs se embalan en cajas que de madera rellenas de material que pueda absorber golpes, vibraciones, que elimine los vacíos y que fije el pack dentro de la caja para eliminar movimiento. Además, se busca que el material proteja al pack de la abrasión, de descargas electrostáticas y de temperaturas extremas. Para esto se puede utilizar espuma de poliuretano, poliestireno o polipropileno. Posteriormente se cargan en un camión el cual se dirige a su destino final o al puerto de Antofagasta para el caso de envíos marítimos en buque de carga. Las potenciales rutas que pueden tomar los distintos envíos a los centros de consumo se observan en la Figura 13, Figura 14, Figura 15 y Figura 16.

En esta área también maneja chatarra que es separada y enviada al Área de Celdas Rechazadas y Reciclaje.

5.2 Esquema de la Planta

El siguiente esquema de la planta muestra el flujo del proceso de manufactura desde la recepción de materias primas hasta el envío de los packs de baterías.

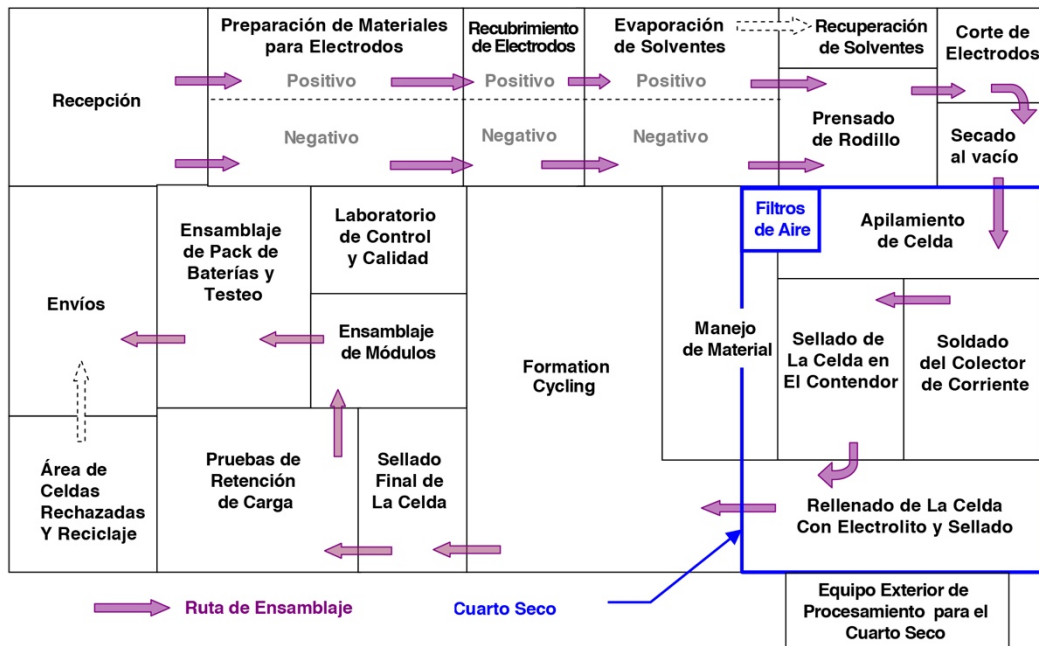


Figura 17: Esquema de planta de Baterías de litio. Fuente: Traducción del Esquema de planta presentado en el informe de Argonne National Laboratory (Nelson, et al., 2012).

5.3 Capacidad de Producción

La capacidad de producción de la fábrica considera por una parte una proyección de la demanda de baterías de litio en Sudamérica y por otro lado considera satisfacer parte del déficit mundial que potencialmente se generará por la creciente demanda y la restringida capacidad productiva mundial (Ver Figura 8).

Considerando los tiempos necesarios para desarrollar un proyecto de esta naturaleza (ver sección 7.3) es que la construcción de este proyecto no podrá partir antes que el año 2021. Por otro lado, debido a la escala de la potencial demanda se establece un plan de construcción que dura en total 5 años, pero a su vez presenta el inicio de sus operaciones al inicio del tercer año de construcción de acuerdo a la tabla a continuación. La capacidad Inicial de producción será de 10.52 GWh, incrementando su capacidad por tres años consecutivos hasta llegar a 16GWh.

Fase del Proyecto	Construcción	Construcción	Operación e Incremento de Capacidad	Operación e Incremento de Capacidad	Operación e Incremento de Capacidad	Operación
Año	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Déficit Mundial de capacidad productiva [GWh]	71.27	97.92	126.06	155.71	182.99	218.51
Demanda Latam	2.27	3.42	5.08	6.84	9.01	12.60
Participación Mercado Latam (40%)	0.91	1.37	2.03	2.74	3.61	5.04
Participación del Déficit Mundial (5%)	3.56	4.90	6.30	7.79	9.15	10.93
Capacidad Fabrica [GWh]			10.52	12.75	15.96	15.96
Capacidad Incremental [GWh]			10.52	2.23	3.21	-

Tabla 10: Determinación de la capacidad de la fábrica y su capacidad incremental.

Mediante este esquema, la mayor parte de la capacidad dependerá del mercado de Estados Unidos que concentra gran parte de la demanda mundial, pero con el tiempo la demanda en Latinoamérica seguirá aumentando (ver Figura 9) y paulatinamente parte de la demanda de Estados Unidos será desplazada por demanda de Latinoamérica.

5.4 Características de la Planta

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Número de Packs de Baterías por Año	128,249.8	161,880.2	196,221.0	245,594.7
Capacidad de producción [GWh]	8.3	10.5	12.8	16.0
Horas Hombre directas [horas/año]	1,370,093	1,558,962	1,735,233	1,967,203
Capital Incremental en Equipamiento [millones USD]*	368	69	67	91
Área Total de la planta [m2]	44,432	51,935	59,108	68,775
# de Trabajadores aprox. (turno 7x7)	742	844	939	1,065
Inversión incremental [millones USD]	549.4	99.9	99.9	130.3

Tabla 11: Características de la planta. Fuente: Elaboración propia mediante el modelo Batpack (Nelson, et al., 2012). * incluye instalación de equipos.

6 Plan Financiero

El siguiente capítulo tiene por finalidad analizar la factibilidad económica del proyecto.

Para esto se utiliza como base el modelo BatPac de *Argonne National Laboratory* al cual se le aplican los costos locales como el costo de la mano de obra, el costo de la construcción, costos de arriendo de terrenos en el norte de Chile mediante concesión de uso oneroso. El resultado del modelo Batpac se utiliza como entrada para el modelo financiero desarrollado para este plan de negocios ya que el modelo Batpac no considera un modelo de financiamiento ni la construcción de una fábrica de baterías por fases. El modelo Batpac entrega los valores de inversión en equipamiento, horas hombre de operación, gastos de inversión, capital de trabajo, gastos de lanzamiento, materia prima, partes y piezas, gastos en I+D entre otros. Los resultados del modelo Batpac aplicado a Chile se pueden encontrar en el Anexo 10.14.

En este capítulo se evalúa en primera instancia el costo del capital. Posteriormente se analizan los costos de los suministros y costos del proyecto incluyendo la estructura de costo del pack de baterías pormenorizado. Posteriormente se analiza la inversión necesaria para el proyecto y luego un análisis de fuentes y usos para determinar el porcentaje financiado mediante deuda. Subsecuentemente se determina la agenda de pago de la deuda, los intereses generados y la ratio de cobertura de la deuda. Posteriormente se realiza el análisis operacional y el cálculo de la depreciación para determinar el estado de resultados y balance general. A continuación, se realiza el cálculo de flujo de caja en cascada, el flujo del capital propio y flujo de caja de la firma. Luego se determina el VAN, TIR y periodo de Payback. Se concluye con un análisis de sensibilidad del VAN y la TIR.

6.1 Costo del Capital (WACC)

Siendo que durante la evaluación se han visto múltiples posibilidades de inversión y a su vez se han comparado en muchos aspectos con Argentina y Brasil, se procedió a realizar el cálculo del costo del capital bajo estos diversos escenarios para posteriormente evaluar los diferentes rangos en un análisis de sensibilidad. El detalle del cálculo se encuentra en el anexo 10.12.

El resultado es el siguiente:

Receptor de Inversión	País Inversionista					
	Estados Unidos	Corea del Sur	Japon	China	Alemania	Francia
Chile	8.72%	10.06%	8.02%	11.76%	7.95%	8.35%
Argentina	15.15%	18.72%	15.42%	21.21%	14.82%	15.22%
Brasil	10.28%	12.59%	9.97%	14.55%	9.65%	10.05%

Tabla 12: WACC considerando potenciales países inversionistas y sus receptores de inversión.

Para el modelo financiero se usó un costo del capital de 8.23% que corresponde a un valor intermedio entre Estados Unidos y Japón. Sin embargo, en el análisis de sensibilidad se prueba un rango amplio para ver su efecto sobre el VAN en la sección 6.16.

6.2 Suministros y Costos

6.2.1 Salarios

Si bien, en el análisis PESTLE se habla acerca de los salarios, en este acápite se procede a evaluar cuál será el costo para la empresa de los salarios de los trabajadores.

En función de la información entregada por el SII en la donde se publican estadísticas de Renta Total Neta Pagada (Art. 42° N° 1, Ley de la Renta)” se procedió a reconstruir los sueldos asociados al área de manufactura metálica y no metálica y otras industrias para la segunda región del país. El detalle del cálculo se encuentra en el anexo 10.13. Los resultados son los siguientes:

RUBRO ECONÓMICO	Costo por trabajador año 2015 [USD/hr]
C - Explotación de Minas y Canteras	20.7
D - Industrias Manufactureras No Metálicas	7.0
E - Industrias Manufactureras Metálicas	6.1
F - Suministro de Electricidad, Gas y Agua	18.7
G - Construcción	4.2

Tabla 13: Resultado del cálculo del costo para la empresa por hora hombre.

El modelo utiliza la mano de obra de la industria manufacturera Metálica de 6.1 USD/hr. A su vez el costo se reajusta año a año a un 3% anual para reflejar el potencial aumento del salario.

6.2.2 Insumos

Con respecto al precio de los insumos, a continuación, se detallan los más importantes que corresponde los costos de los materiales de la celda.

Costos de Materiales de Celda	
Material Electrodo Positivo, \$/kg	
Material Activo	27.50
Carbón	6.80
Fijador PVDF	27.60
Solvente (NMP)	16.56
Material Electrodo Negativo, \$/kg	
Material Activo	14.87
Carbón Negro	6.90
Fijador	5.52
Solvente	0.00
Colector de corriente positive (Al), \$/m ²	0.74
Colector de Corriente Negativo (Cu), \$/m ²	1.66
Separador, \$/m ²	1.84
Electrolito, \$/L	18.00

Tabla 14: Costo de los materiales de la celda. Fuente: Datos (Chung, et al., 2015) y Alibaba.

El detalle completo de los costos de los insumos puede verse en el anexo 10.14. Asume un descuento por volumen al igual que en el estudio citado. Además, asume un descuento en el valor del material activo del cátodo de un 8.3% por usar un tipo de material más barato (NMC622) que el del citado estudio, que utiliza cátodos tipo NMC333. No asume descuentos especiales por producción local lo que se podría incorporar en un estudio posterior.

6.2.3 Terrenos

En Chile, con el fin de desarrollar diversas industrias en el Norte del país, el estado ha entregado terrenos en concesión de uso oneroso con diversos fines. Particularmente cuando los proyectos son de interés nacional, como por ejemplo proyectos de generación eléctrica en base a energías renovables no convencionales (ERNC), el estado entrega en arriendo los terrenos a precios muy accesibles. A continuación, se presentan ejemplos de concesiones que ha entregado el estado.

Fuente	año	Hectáreas [ha]	Renta Concesion Anual	Unidad	Renta USD/ ha	Renta USD/ m2	USO	
Decreto Exento 1179	Ministerio de Bienes Nacionales	2013	478.24	2391.2	UF	\$ 205.93	\$ 0.021	ERNC
Decreto Exento 222	Ministerio de Bienes Nacionales	2014	47.98095	6535	UF	\$ 5,609.40	\$ 0.561	Transporte
ORD.GABM. N 643	Ministerio de Bienes Nacionales	2014	150	16901	UF	\$ 4,640.46	\$ 0.464	ERNC
ORD.GABM. N 643	Ministerio de Bienes Nacionales	2014	150	40101	UF	\$ 11,010.41	\$ 1.101	ERNC
ORD.GABM. N 643	Ministerio de Bienes Nacionales	2014	150	17110	UF	\$ 4,697.84	\$ 0.470	ERNC
Decreto exento 429	Ministerio de Bienes Nacionales	2016	366.61	1847.71	UF	\$ 207.57	\$ 0.021	ERNC
Antofagasta	Cuenta Publica 2016 Min BBNN	2015	4521	1399000	USD	\$ 309.44	\$ 0.031	ERNC
Arica y Parinacota	Cuenta Publica 2016 Min BBNN	2015	1637	381000	USD	\$ 232.74	\$ 0.023	ERNC
Atacama	Cuenta Publica 2016 Min BBNN	2015	3621	1792000	USD	\$ 494.89	\$ 0.049	ERNC
Tarapacá	Cuenta Publica 2016 Min BBNN	2015	225	71000	USD	\$ 315.56	\$ 0.032	ERNC
					Promedio	\$ 2,772.424	\$ 0.277	

Para la evaluación del proyecto se utiliza el valor promedio de 2772 USD/ha de la información evaluada, equivalente a 0.2772 USD/m2.

6.2.4 Costos de la Construcción

Se buscó información en el ministerio de vivienda y urbanismo quienes publican costos de construcción de forma trimestral. En esta se observa una tendencia al alza de precios que en promedio fue de 4%. Esta tasa es utilizada para reajustar los costos de construcción del proyecto a lo largo de los años.

TABLAS DE COSTOS UNITARIOS POR METRO CUADRADO DE CONSTRUCCION
1er. TRIMESTRE 2017

(En pesos Moneda Nacional, Base Enero 2016)

I.- OBRAS DE EDIFICACION

CATEGORIA	TIPO DE EDIFICACION								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	314.028	358.194	314.028	314.028	223.234	-	-	-	-
2	233.089	264.955	233.089	233.089	166.804	117.774	166.804	152.112	184.013
3	171.740	196.267	171.740	171.740	122.650	85.864	122.650	110.382	134.989
4	122.650	139.803	122.650	122.650	88.245	61.289	88.245	78.530	95.645
5	-	-	66.234	66.234	46.377	71.124	63.781	76.008	

II.- OTRAS CONSTRUCCIONES

CATEGORIA	TIPO DE ESTRUCTURA												
	AA	AB	AE	BA	BB	BE	CA	CE	EE	FE	MM	MA	ME
a	92.153	79.585	73.554	116.481	122.457	98.163	116.481	98.163	73.554	39.171	73.554	73.554	73.554
b	55.317	47.757	44.608	69.965	73.542	55.309	69.965	55.309	44.149	39.171	44.149	44.149	44.149
c	18.442	15.895	23.289	23.289	24.523	19.606	23.289	19.606	14.781	39.171	14.781	14.781	14.781

Tabla 15: Costos Unitarios por metro Cuadrado de Construcción.

Cotización Augusto Villalón, Ingeniero Civil, Constructor			Costo Construcción [USD/m2]
Año		2017	
Galpon basico de Fierro con Techo			370
Aislacion paredes y techo			41
Climatizacion			62
Endurecimiento de Suelo			21
Subtotal RM			493
Sobre Costo II Region			349
Total			842
Oficinas			1232

Tabla 16: Cotización para la construcción de Edificación de Fabrica.

Por otro lado se le pidió información al ingeniero Augusto Villalón que posee basta experiencia por más de 30 años ejerciendo como ingeniero civil en obras civiles. Además posee gran experiencia en la construcción de estructuras de acero y hormigón, construcción de galpones, bodegas industriales (o “naves”) y edificaciones de todo tipo. En función de su opinión experta es que se toma los valores de la Tabla 16 de referencia ajustados para los costos de la II región del país también de acuerdo a su criterio. Estos valores consideran la construcción junto a los costos de urbanización y estacionamientos necesarios. Por otro lado los costos de los equipamientos y su instalación son proporcionados por el modelo Batpac (ver anexo 10.14).

6.3 Estructura de Costos del Pack de Baterías

6.3.1 Estructura de costo del pack

La estructura de Costos del primer año de operación muestra como los costos predominantes consisten en la materia prima para la celda principalmente. Esta estructura se ve alterada por gastos de lanzamiento para todos los años que se realiza una inauguración por lo que este fue removido para reflejar la estructura que se observa en un régimen de operación permanente.

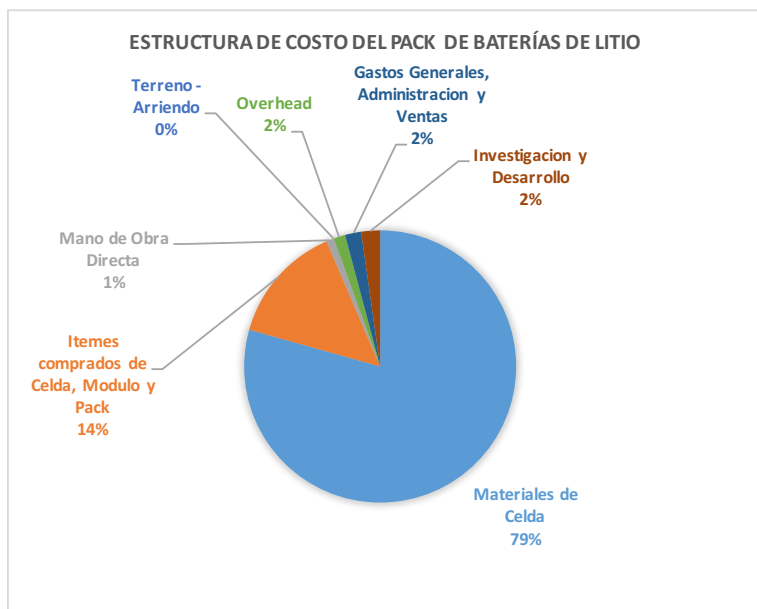


Figura 18: Estructura de Costos del pack de baterías.

Como se observa en la figura anterior, el costo de la batería está fuertemente marcado por los costos de los materiales de celda.

6.3.2 Estructura de Costo de las materias primas de la celda

Como se aprecia en la figura a continuación, el costo más importante está asociado al material activo del cátodo que representa el 40% del costo del material (materia prima) de celda. A su vez resulta interesante el porcentaje que toma el colector de corriente negativo de Cobre correspondiendo al 9% del valor del material activo de la celda.

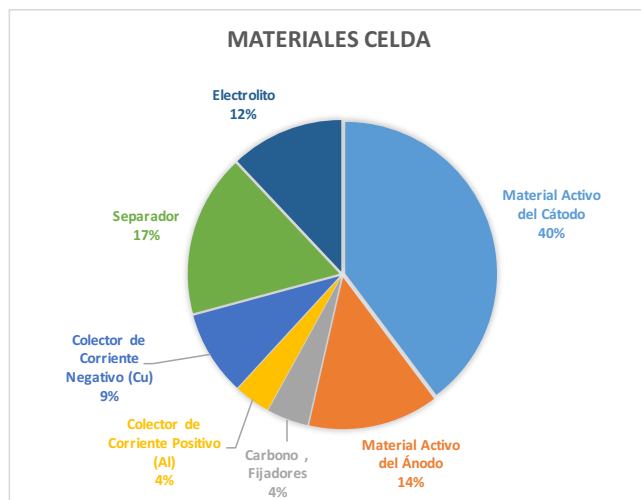


Figura 19: Estructura de Costos del material de celda.

6.3.3 Estructura de costo del material activo del cátodo

Finalmente se desagrega nuevamente el componente más importante para determinar de que forma afectan los materiales que conforman el material activo del cátodo.

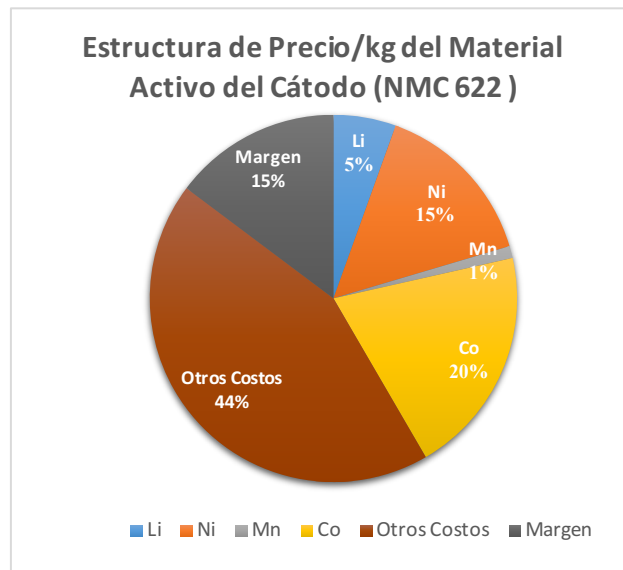


Figura 20: Estructura de costos del material activo del cátodo.

Al encadenar las estructuras de costos se obtiene las siguientes tablas que nos muestran el peso total de las materias primas sobre el costo del pack de baterías.

Materiales del Pack	% del costo
Materiales de Celda	79.4%
Items comprados de Celda,	14.2%
Mano de Obra Directa	0.9%
Gatos de Lanzamiento	0.0%
Terreno - Arriendo	0.0%
Overhead	1.4%
Gastos Generales, Administr	1.9%
Investigación y Desarrollo	2.2%
Total	100%

Tabla 17: Estructura de costo del pack de baterías de los elementos del material activo del cátodo. Fuente: Elaboración propia.

Materiales de Celda	% Costo Mat. Celda	% Costo pack
Material Activo del Cátodo	39.8%	31.5%
Material Activo del Ánodo	13.8%	11.0%
Carbono , Fijadores	4.4%	3.5%
Colector de Corriente Positivo (Al)	3.8%	3.0%
Colector de Corriente Negativo (Cu)	9.0%	7.1%
Separador	17.2%	13.7%
Electrolito	12.0%	9.5%
total	100%	79%

Tabla 18: Cálculo del peso en el costo del pack de baterías de los materiales de celda. Fuente: Elaboración propia.

Material Activo del Cátodo	% Costo Mat Act. Cat.	% Costo Mat. Celda	% Costo pack
Li	5.5%	2.2%	1.7%
Ni	14.9%	5.9%	4.7%
Mn	1.1%	0.4%	0.3%
Co	20.2%	8.0%	6.4%
Otros Costos	43.6%	17.3%	13.8%
Margen	15%	5.9%	4.7%

Tabla 19: Cálculo del peso en el costo del pack de baterías de los elementos del material activo del cátodo. Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que los componentes de los minerales producidos en Chile llegan a pesar un 9.2% del pack de batería siendo el más importante el cobre. Existe la posibilidad de desarrollar las láminas de cobre en Chile frente a una potencial demanda local, lo que podría llevar a una reducción del costo de este suministro en el futuro. Por otro lado, la componente de litio en términos de impacto sobre el costo es muy bajo como para tomar una decisión de inversión exclusivamente pensando en reducir los costos de producción. El atractivo actual se encuentra en la seguridad del suministro de este material.

6.4 Evaluación de la Inversión

De acuerdo al modelo Batpac la inversión necesaria para construir la fábrica descrita en la sección 5.4. es la siguiente:

Año Calendario			2021	2022	2023	2024	2025
Parametros del Modelo			Año -1	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Inversion			22,097,434	391,228,274	77,104,718	74,856,274	102,405,411
Area Utilizada Acumulada [m2]	Costo Arriendo de Uso Oneroso /m2	0.277242402	22,216	44,432	51,935	59,108	68,777
Area a Construir			0.5	0.5	1	1	
Terreno - Arriendo (pre operacion)	Reajuste Costo de Construccion	4%	6,159.25	12,318.51	14,398.67	16,387.31	19,067.21
Construccion	Costo Construccion /m2 II Region	850	22,091,275	22,974,926	8,069,675	8,023,220	11,244,771
Inversion Incremental en Equipamiento			-	368,241,029.52	69,020,644.80	66,816,666.82	91,141,571.2
Inversion en Equipamiento (incluido instalacion)			-	368,241,029.52	437,261,674.32	504,078,341.15	595,219,912.3

Tabla 20: Evaluación de la inversión.

6.5 Financiamiento del Proyecto

6.5.1 Fuentes y Usos

Para determinar el plan de financiamiento del Proyecto se realiza un análisis de fuente y usos y se determina un monto de financiamiento comparable a lo visto en otros proyectos. A su vez, se busca mantener una ratio de cobertura de la deuda saludable.

Fuentes y Usos							
Financiamiento con Deuda L.P. y C.P	Porcentaje de Inversion Deuda L.P		3.3%	58.6%	11.5%	11.2%	15.3%
Usos							
Gastos de Capital			22,097,434.34	391,228,274.12	77,104,718.33	74,856,274.35	102,405,416.96
Capital de Trabajo Inicial			-	139,807,605.21	-	-	-
Interes Durante la Construccion			463,333.43	9,129,842.68	18,264,730.80	20,051,010.58	22,367,789.03
Total			22,560,767.77	540,165,722.01	95,369,449.13	94,907,284.93	124,773,206.00
Fuentes							
Financiamiento con Deuda L.P	Capital Comprometido	400,000,000.00	13,238,098.06	234,376,451.97	46,191,779.86	44,844,785.39	61,348,884.72
Financiamiento con Deuda C.P	Capital Comprometido	500,000.00	16,547.62	292,970.56	57,739.72	56,055.98	76,686.11
Financiamiento con Patrimonio			9,306,122.09	305,496,299.48	49,119,929.54	50,006,443.56	63,347,635.17
Total			22,560,767.77	540,165,722.01	95,369,449.13	94,907,284.93	124,773,206.00

Tabla 21: Fuentes y Usos del Proyecto.

Montos Totales:

Monto Deuda L.P.	Monto Deuda C.P.	Monto del Patrimonio	Activos
500,000,000	500,000	902,265,862	1,402,765,862

	D/A	P/A
Ratios	36%	64%

Tabla 22: Capitales necesarios para el Proyecto y su relación entre deuda y patrimonio sobre activos totales.

Se determina un financiamiento en un 64% con patrimonio y un 36% con endeudamiento local. Esta cifra es conservadora al ver que proyectos de energía renovable se han financiado con proyecciones ratios de deuda muy superiores (OPIC, 2017).

6.5.2 Pago de la deuda, Intereses y Amortización de los Intereses durante la construcción

El pago de la deuda se realiza en un periodo de 20 años para el caso de la deuda a largo plazo, y de 5 años para la deuda de corto plazo.

El costo de la deuda para el cálculo de los intereses fue determinados en el cálculo del WACC en la sección de evaluación del costo de la deuda, anexo 10.12. El valor estimado es de 7.25%.

La amortización de la deuda durante la construcción también es calculada ya que, al igual que la depreciación de activos, esta es descontada de los ingresos para el cálculo de los estados de resultado, generando un efecto positivo sobre el cálculo de los impuestos a pagar. El balance se encuentra en el anexo 10.15.3.

6.6 Análisis Operacional

El análisis operacional considera una vida útil de 23 años. Además, asume un precio base del pack de baterías al año 2020 de 150 USD/kWh con una reducción anual del 2%. Asume también un capital de trabajo que corresponde al 15% del costo variable de acuerdo a la especificación del modelo Batpac. También asume un gasto en investigación y desarrollo de acuerdo a la especificación del modelo Batpac y esta se reduce anualmente a partir del año 5 en un 10%. Por otro lado, los costos variables y fijos también se reducen en una tasa del 5% y 3% respectivamente debido a la inversión en investigación y desarrollo.

El resultado del análisis operacional se pueden ver en el anexo 10.15.1. El modelo entrega una TIR operacional (antes de impuesto) del 36%.

6.7 Depreciación

Los edificios se deprecian en 20 años y los equipamientos en 5 años mediante depreciación acelerada. El cálculo de la depreciación se encuentra en el anexo 10.15.2.

6.8 Estado de Resultados

Para el cálculo del estado de resultados se asume una tasa impositiva del 27% en comparación al actual 24% debido a su modificación en la reforma tributaria (SII, 2015). Los resultados se presentan en el Anexo 10.15.4.

6.9 Balance

El balance general se encuentra en el anexo 10.15.5.

6.10 Flujo de Caja de Cascadas y Ratio de Cobertura de la Deuda

Con el fin de asegurar los pagos de la deuda en primera instancia y luego repartir dividendos y realizar re inversión se calculó el flujo de caja de cascadas. De esta forma se obtiene una ratio de

cobertura mínima de 4.67 veces. Luego se asume una ratio de pago de dividendos de un 60% sobre el remanente y el 40% restante para reinversión. Los flujos se pueden observar en el anexo 10.15.7.

6.11 Flujo de Caja del Capital Propio

Al obtener los dividendos del flujo de caja de cascadas y sumando la inversión con capital propio se proyectan los flujos y se calcula la TIR de estos obteniendo un retorno de 34%. La proyección del flujo se encuentra en el anexo 10.15.7.

6.12 VAN y TIR del Proyecto

Para el cálculo del VAN y la TIR del proyecto se proyectan los flujos de caja libre (ver Anexo 10.15.9). El cálculo del VAN asume un WACC del 8.2% (ver sección 10.12) y entrega como resultado \$2,277,868,500 USD y una TIR de 31%. Tanto el VAN y la TIR son sensibilizados en la sección 6.16.

6.13 Periodo de Payback

El cálculo del periodo de *payback* se encuentra en el anexo 10.15.10. Este ocurre el 5to año con aproximadamente 5 meses de operación lo que equivale a 7 años 5 meses desde que se inicia la construcción.

6.14 Resumen de los resultados del Modelo Financiero y Precio Puesto en la Fabrica

Resultados	
TIR Antes de impuestos	36%
TIR del FCF	31%
VAN	\$2,277,868,500
Balance Cuadra	TRUE
TIR del Capital Propio	34%
Periodo de <i>Payback</i>	5.44
Ratio min. de Cobertura de la Deuda	4.67
Precio Pack (Año 1) USD/kWh (Con Garantía)	149.08
Precio Pack ExW (Año 1) [USD] (Con Garantía)	9690.51

Tabla 23: Resumen de los resultados del modelo y el precio del pack el primer año de operación.

6.15 Análisis del Precio al Fabricante de Autos eléctricos.

6.15.1 Garantía

Al precio de la batería se le agrega el costo de la garantía. Este costo se traspa directamente al cliente. El valor recomendado por el modelo Batpac es del 5,6% del valor del costo del pack. Esta adición incrementa el precio del pack de 141 USD/kWh a 149 USD/kWh para un subtotal de 9,690 USD por el pack de 65 kWh en el año 1 de operación.

6.15.2 Transporte a Estados Unidos, Argentina y Brasil

En el caso del transporte internacional, se contempla el transporte por buque de carga para Estados Unidos. Para el caso de Brasil y Argentina se contempla tanto la vía terrestre como por vía marítima en buques de carga. Los packs de baterías se cargan en contenedores de 20 pies ya que los contenedores de 40 pies poseen restricción de peso que hace ineficiente el traslado. La carga se mandaría en cajas de madera y además es necesario posicionarlas sobre pallets. Los precios del transporte son bastante volátiles por lo que no es muy relevante evaluar esos precios hoy, sin embargo el precio del transporte actualmente es bastante bajo. De acuerdo a Mariana Castro Padilla, experta en comercio internacional y logística a cargo de la logística y compras de proyectos

de energía solar en la empresa Acciona, los precios CIF a Estados Unidos por vía marítima son de 3,500 USD/container. Se puede suponer que se envían 72 packs baterías por container (Ver Figura 21) lo que agregaría alrededor de 46.7 dólares por batería. El mismo costo tendría el transporte terrestre a Argentina. A Brasil el transporte terrestre es más caro costando 6,500 USD/container precio FAS.

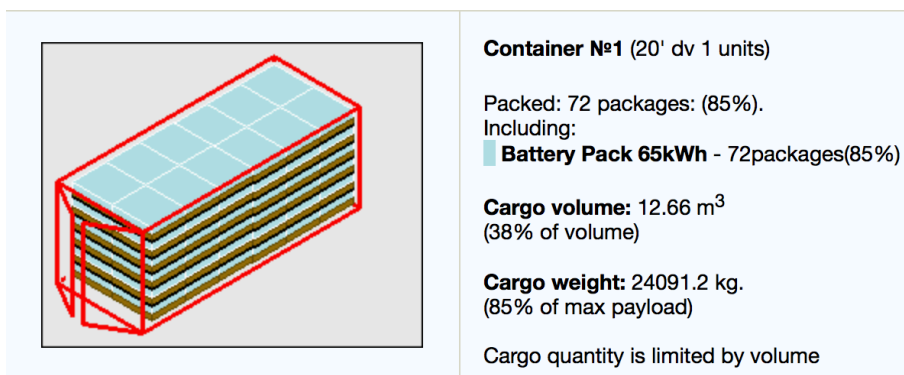


Figura 21: Contenedor con Packs de Baterías. Fuente: www.searates.com.

6.15.3 Resultado del Análisis de Precio del Pack para el fabricante de vehículos eléctricos

El precio obtenido por pack es de 9,737 USD/ pack o 149 USD/kWh para Estados Unidos (marítimo) y Argentina (Terrestre). Para el Caso de Brasil (terrestre) el precio es de 150 USD/kWh. Estos precios son muy competitivos de acuerdo a las predicciones vistas en el análisis de precio en la sección 4.3.2.

Año Calendario			2023	2024	2025	2026
Parametros del Modelo			Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Análisis del Precio al OEM de EVs						
Precio sin Garantía			141.18	138.36	135.59	132.88
Costo de la Garantía por kWh	Costo de Garantía % sumado al precio	5.60%	7.91	7.75	7.59	7.44
Precio al OEM[USD/kWh] (exW)			149.08	146.10	143.18	140.32
Precio del Pack de Baterías [USD] (exW)			9,690.51	9,496.70	9,306.77	9,120.63
Precio del Pack de Baterías [USD] (CIF)	Costo transporte/pack	46.67	9,737.18	9,543.37	9,353.44	9,167.30
Precio al OEM[USD/kWh] (DAT) (CIF)	Packs por Carga	75	149.80	146.82	143.90	141.04
	Costo Container	3500	0.48%	0.49%	0.50%	0.51%

Tabla 24: Cálculo del precio del pack de baterías puesto en Estados Unidos vía marítima o terrestre a Argentina.

Año Calendario			2023	2024	2025	2026
Parametros del Modelo			Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Análisis del Precio al OEM de EVs						
Precio sin Garantía			141.18	138.36	135.59	132.88
Costo de la Garantía por kWh	Costo de Garantía % sumado al precio	5.60%	7.91	7.75	7.59	7.44
Precio al OEM[USD/kWh] (exW)			149.08	146.10	143.18	140.32
Precio del Pack de Baterías [USD] (exW)			9,690.51	9,496.70	9,306.77	9,120.63
Precio del Pack de Baterías [USD] (CIF)	Costo transporte/pack	86.67	9,777.18	9,583.37	9,393.44	9,207.30
Precio al OEM[USD/kWh] (DAT) (CIF)	Packs por Carga	75	150.42	147.44	144.51	141.65
	Costo Container	6500	0.89%	0.91%	0.93%	0.95%

Tabla 25: Cálculo del precio del pack de baterías puesto en Brasil vía terrestre.

6.16 Análisis de Sensibilidad

6.16.1 Análisis de Sensibilidad del VAN

Se sensibiliza el precio de mercado con el costo de la mano de obra para ver cómo se comporta el VAN. Como se observa en la tabla a continuación, el VAN es fuertemente dependiendo del precio de mercado y de cuánto este baje desde los precios actuales hasta el 2020. Esto se debe a que la proyección considera el modelo de fábrica de Batpac elaborado el 2012 y actualizado el 2015 que incluye mejoras de costos y eficiencias por escala, sin embargo, no considera saltos tecnológicos importantes que pudiesen llevar el precio a nivel mucho menor.

Esto de todas maneras no representa un problema si la empresa extranjera que decida invertir en Chile viene con la tecnología necesaria para marcar la tendencia de precio. Por otro lado, resulta interesante ver como el precio de la mano de obra no representa un elemento trascendental para que el proyecto tenga un VAN positivo.

Sensibilidad	VAN	Precio Base (2020) [USD/kWh]									
		100	110	120	130	140	150	160	170	180	
Costo de la Mano de Obra Base (2015) [USD/hh]	3	(3,905,646,104)	(2,230,051,437)	(789,351,913)	581,814,365	1,564,222,963	2,323,285,081	3,063,008,465	3,802,731,849	4,542,545,234	
	4.5	(3,976,122,062)	(2,296,937,133)	(844,461,340)	545,911,747	1,536,582,983	2,301,309,316	3,041,032,700	3,780,756,085	4,520,479,469	
	6	(4,046,598,020)	(2,364,155,570)	(899,570,767)	507,318,837	1,516,804,820	2,279,333,551	3,019,056,936	3,758,780,320	4,498,503,704	
	7.5	(4,117,073,979)	(2,434,135,534)	(954,680,194)	468,725,927	1,489,677,125	2,257,357,787	2,997,081,171	3,736,804,555	4,476,527,939	
	9	(3,887,660,957)	(2,504,115,498)	(832,684,876)	430,133,017	1,462,549,430	2,235,382,022	2,975,105,406	3,714,828,790	4,454,552,174	
	10.5	(3,954,599,649)	(2,574,095,462)	(884,992,497)	391,540,107	1,435,421,735	2,213,406,257	2,953,129,641	3,692,853,025	4,432,576,409	
	12	(4,021,538,340)	(2,396,739,601)	(938,782,742)	352,947,197	1,408,294,040	2,191,430,492	2,931,153,876	3,670,877,260	4,410,600,644	
	13.5	(4,088,477,031)	(2,464,826,609)	(994,804,190)	314,354,287	1,381,166,345	2,169,454,727	2,909,178,111	3,648,901,495	4,388,624,880	
	15	(4,155,415,723)	(2,534,393,000)	(1,050,825,639)	275,761,377	1,352,900,790	2,147,478,962	2,887,202,346	3,626,925,731	4,366,649,115	
	16.5	(4,222,354,414)	(2,603,959,390)	(1,106,847,087)	339,190,120	1,322,740,700	2,125,503,197	2,865,226,582	3,604,949,966	4,344,673,350	
	18	(4,289,293,106)	(2,673,525,781)	(1,162,868,535)	299,309,722	1,292,580,611	2,103,527,432	2,843,250,817	3,582,974,201	4,322,697,585	
19.5	(4,356,231,797)	(2,743,457,592)	(1,218,898,983)	259,429,324	1,262,420,521	2,081,551,668	2,821,275,052	3,560,998,436	4,300,721,820		
21	(4,423,170,489)	(2,820,928,824)	(1,277,918,004)	219,548,926	1,232,260,432	2,059,575,903	2,799,299,287	3,539,022,671	4,278,746,055		

Tabla 26: Sensibilidad del VAN con respecto al costo de la mano de obra y precio base de las baterías el 2020.

En función del resultado anterior se sensibiliza el VAN con las variables de precio base el 2020 y su % de reducción anual. Esto nos muestra que con precios base de 150 USD/kWh el 2020 y con una reducción anual del precio en un 4% a partir de ese año entonces el VAN es positivo pero si el precio se reduce en un 4.5% anualmente o mayor que eso, entonces el VAN es negativo. Esto implicaría que la tecnología de la fábrica instalada en Chile no sería capaz de ser mejorada, considerando el resto de las variables no alteradas. Es por eso que es importante instalar un tipo de tecnología de última generación para mermar estos riesgos. A su vez, la tecnología empleada debe tener la suficiente flexibilidad de modo que, al realizar investigación y desarrollo, las mejoras puedan ser aplicadas al menor costo.

Sensibilidad	VAN	Precio Base (2020) [USD/kWh]									
		100	110	120	130	140	150	160	170	180	
% Reducción Anual del Precio de Mercado a partir del Precio Base 2020	0.5%	(1,624,110,096)	106,077,608	1,438,378,809	2,497,419,372	3,408,387,774	4,281,699,920	5,155,012,065	6,028,324,210	6,901,636,356	
	1.0%	(2,206,619,731)	(805,978,767)	686,288,742	1,835,123,659	2,741,899,711	3,569,010,402	4,394,809,912	5,220,609,423	6,046,408,934	
	1.5%	(3,202,213,072)	(1,405,318,390)	13,568,366	1,205,468,013	2,115,882,898	2,902,173,469	3,683,517,184	4,464,860,899	5,246,204,615	
	2.0%	(4,051,296,417)	(2,368,820,901)	(903,244,729)	504,745,976	1,514,996,307	2,277,868,500	3,017,591,885	3,757,315,269	4,497,038,653	
	2.5%	(4,384,938,499)	(3,082,441,875)	(1,645,726,158)	(178,036,939)	920,706,602	1,693,030,998	2,393,765,215	3,094,499,433	3,795,233,650	
	3.0%	(3,965,784,283)	(3,628,747,167)	(2,468,037,060)	(1,017,096,217)	255,346,616	1,142,670,680	1,809,019,976	2,473,207,615	3,137,395,255	
	3.5%	(3,875,948,637)	(3,239,149,733)	(2,814,632,528)	(1,909,976,800)	(480,819,243)	591,855,521	1,260,570,678	1,890,480,237	2,520,389,795	
	4.0%	(4,409,421,723)	(3,457,011,438)	(2,504,601,152)	(2,200,625,301)	(1,403,069,014)	352,356	744,475,874	1,343,584,452	1,941,323,670	
	4.5%	(4,909,122,114)	(4,006,681,868)	(3,104,241,622)	(2,201,801,376)	(1,299,361,130)	(942,558,756)	227,400,238	829,996,241	1,397,524,388	
	5.0%	(5,377,491,666)	(4,521,888,375)	(3,666,285,085)	(2,810,681,794)	(1,955,078,503)	(1,099,475,212)	(591,059,528)	344,766,767	886,523,099	
	5.5%	(5,816,782,071)	(5,005,107,820)	(4,193,433,570)	(3,381,759,320)	(2,570,085,069)	(1,758,410,819)	(946,736,569)	(230,161,113)	404,532,974	
6.0%	(6,229,070,137)	(5,458,624,693)	(4,688,179,249)	(3,917,733,806)	(3,147,288,362)	(2,376,842,918)	(1,606,397,474)	(855,960,050)	(166,604,684)		
6.5%	(6,616,271,843)	(5,884,546,570)	(5,152,821,297)	(4,421,096,024)	(3,689,370,751)	(2,957,645,478)	(2,225,920,205)	(1,501,222,779)	(812,632,753)		

Tabla 27: Sensibilidad del VAN con respecto a las variables del precio base de la batería y al % de reducción anual del precio de mercado.

Finalmente se sensibiliza el VAN con respecto al WACC y a la mano de obra para entender que variable tiene una mayor influencia en el VAN. En la tabla a continuación se observa como el WACC posee un mayor impacto la variación del costo de la mano de obra.

Sensibilidad	VAN	Costo de la Mano de Obra [USD/hr]										
		3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
WACC	6.0%	3,256,313,715	3,219,751,125	3,183,188,535	3,146,625,944	3,110,063,354	3,073,500,764	3,036,938,173	3,000,375,583	2,963,812,993	2,927,250,403	2,890,687,812
	7.0%	2,794,984,267	2,761,958,425	2,728,932,582	2,695,906,740	2,662,880,897	2,629,855,055	2,596,829,212	2,563,803,370	2,530,777,527	2,497,751,685	2,464,725,842
	8.0%	2,404,427,575	2,374,476,748	2,344,525,921	2,314,575,095	2,284,624,268	2,254,673,442	2,224,722,615	2,194,771,789	2,164,820,962	2,134,870,136	2,104,919,309
	9.0%	2,072,510,528	2,045,245,160	2,017,979,791	1,990,714,422	1,963,449,053	1,936,183,685	1,908,918,316	1,881,652,947	1,854,387,579	1,827,122,210	1,799,856,841
	10.0%	1,789,368,649	1,764,458,654	1,739,548,659	1,714,638,664	1,689,728,669	1,664,818,674	1,639,908,679	1,614,998,684	1,590,088,689	1,565,178,695	1,540,268,700
	11.0%	1,546,952,257	1,524,116,759	1,501,281,261	1,478,445,763	1,455,610,265	1,432,774,767	1,409,939,269	1,387,103,771	1,364,268,273	1,341,432,775	1,318,597,277
	12.0%	1,338,668,545	1,317,667,541	1,296,666,538	1,275,665,534	1,254,664,531	1,233,663,527	1,212,662,524	1,191,661,520	1,170,660,516	1,149,659,513	1,128,658,509
	13.0%	1,159,098,308	1,139,725,884	1,120,353,460	1,100,981,037	1,081,608,613	1,062,236,189	1,042,863,765	1,023,491,341	1,004,118,917	984,746,494	965,374,070
	14.0%	1,003,771,035	985,849,814	967,928,594	950,007,373	932,086,153	914,164,932	896,243,711	878,322,491	860,401,270	842,480,050	824,558,829
	15.0%	868,985,721	852,362,312	835,738,903	819,115,493	802,492,084	785,868,675	769,245,266	752,621,857	735,998,447	719,375,038	702,751,629
	16.0%	751,667,652	736,208,896	720,750,141	705,291,385	689,832,630	674,373,874	658,915,119	643,456,363	627,997,607	612,538,852	597,080,096
17.0%	649,253,556	634,843,431	620,433,305	606,023,179	591,613,054	577,202,928	562,792,803	548,382,677	533,972,552	519,562,426	505,152,301	
18.0%	559,599,212	546,136,255	532,673,299	519,210,342	505,747,386	492,284,429	478,821,472	465,358,516	451,895,559	438,432,603	424,969,646	

Tabla 28: Sensibilidad del VAN con respecto al costo de la mano de obra y al costo del capital.

6.16.2 Análisis de Sensibilidad de la TIR

En este caso se sensibilizó la TIR con respecto a las ventas, materiales de celda, ítems comprados, mano de obra directa y gastos fijos. Estas variables poseen una fuerte participación en la estructura de costo y ganancias por lo que impactan directamente a la TIR. Resulta interesante como esta industria es fuertemente dependiente de las ventas. Al variar las ventas en un -10% posee un impacto negativo en la TIR de un -40% siendo la variable que más afecta el éxito del proyecto. Esto reafirma la idea de construir la fábrica por fases ya que permite la postergación de la construcción de las expansiones de la fábrica en caso de que la demanda no se comporte como era esperado. Esta flexibilidad puede ser crucial para el éxito del proyecto. También muestra como este tipo de fábricas son poco dependientes de la mano de obra ya que una variación del 80% en el costo de la mano de obra tiene un impacto de alrededor del 1% en la TIR. Esto se debe a que son altamente automatizadas.

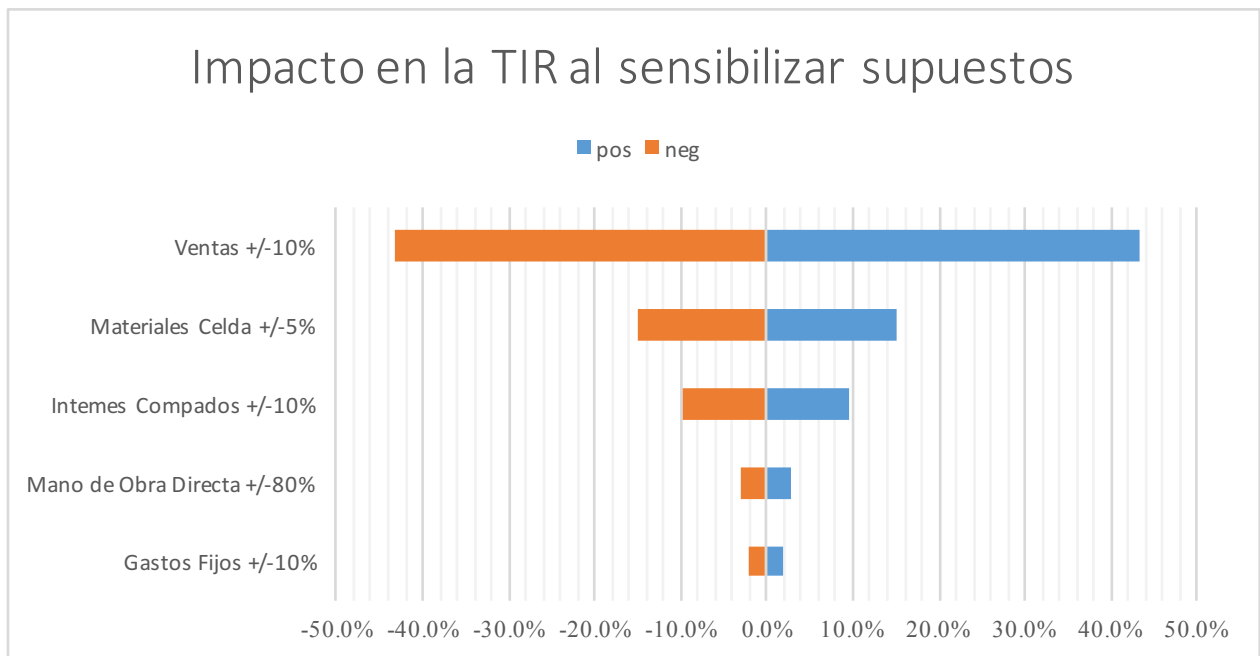


Figura 22: Sensibilidad de la TIR frente a diversos factores.

7 Organización y Planificación

7.1 *Expertise* del Equipo

Actualmente el equipo está conformado por 2 personas ya que el proyecto se encuentra en una fase muy temprana.

Koichi Arimitsu

Experiencia Profesional:

- Co Fundador de Solar Chile, una de las primeras empresas en Chile dedicada al desarrollo de proyectos de energía solar.
- Co Fundador de Izit, empresa dedicada al marketing contextual que geo-referencia y perfila a sus usuarios para enviarles contenido de valor en el momento y en el contexto adecuado.
- Project Manager de First Solar, en la cual adquirió gran experiencia del manejo de proyectos solares de gran escala.

Educación:

- Posee Estudios de *bachelor* en la Universidad de California, Santa Cruz en *International Economics*.
- Posee estudios de *Project Management* Universidad de Berkeley.
- Posee estudios de *Supply Chain* en IMD Business School.

Labores Actuales:

- Ubicado en San Francisco generando contactos con compañías americanas.
- Reunión semanal del equipo vía web conference.

Álvaro Jesam

Experiencia Profesional:

- Experiencia en el desarrollo de proyectos solares de gran escala en First Solar y Solar Chile.
- Experiencia en consultoría para proyectos solares.

Educación:

- Grado de Ingeniero Civil Electricista de la Universidad de Chile.
- Diplomado en regulación del sector eléctrico de la Universidad de Chile.
- Master in Business Administration de Macquarie Graduate School of Management.
- Candidato a grado de Magister en Gestión para la Globalización - Universidad de Chile.

Labores Actuales:

- Reunión semanal del equipo vía conferencia telefónica.
- Generación de modelo financiero.
- Estudio de políticas públicas de países manufactureros.

7.2 Planificación a Corto Plazo

El proceso inicial se origina la elaboración del actual análisis de mercado y el desarrollo del actual modelo de negocios y culmina al inicio del desarrollo. En esta etapa el equipo es reducido y se

necesita financiamiento para comenzar el desarrollo del Proyecto y para generar interés de empresas de manufactura extranjera.

El financiamiento será levantando en distintos fondos de inversionistas ángeles que existen en Chile como Endeavor Chile, Chile Global Angels, Dad Neos, Fen Ventures o Chambers Capital.

	Q1'2017	Q2'2017	Q3'2017	Q4'2017	Q1'2018	Q2'2018
Entregables	Análisis de Mercado	Búsqueda de Financiamiento Semilla	Búsqueda de Intereses en el Extranjero	Generación de Propuesta al Directorio	Inicio del Desarrollo	Desarrollo
Miembros	2 miembros (Analista y Estrategia)	2 miembros (Analista y Estrategia)	2 miembros + Consultor Internacional	2 miembros + Consultor Internacional	5-7 Miembros + Consultora Local	5-7 Miembros + Consultora Local
Ppto. Operación[USD]	\$ 0.00	\$0.00	\$ 52.000	\$ 52.000	\$84.000	\$84.000
Ppto. Capital de Trabajo [USD]	\$ 0.00	\$0.00	\$4.000	\$0.00
Total	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 56.000	\$ 52.000

Tabla 29: Presupuesto organizacional a corto plazo.

7.3 Plan de Implementación

El plan de implementación parte en la etapa de desarrollo prevista en la sección 7.2 y contempla inicialmente la selección del terreno. En esta etapa se privilegiará la búsqueda en terrenos que estén bajo la administración del Ministerio de Bienes Nacionales. A su vez se busca otros factores como el acceso a electricidad, agua potable, acceso a carreteras entre otros. Posteriormente será necesario realizar los estudios ambientales que serán sometidos a evaluación ambiental por parte del Servicio de Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente. También es necesario considerar la sociabilización del proyecto realizando campañas para dar a conocer el proyecto a la ciudadanía y potencialmente realizar una consulta indígena en caso de que el proyecto afectase el modo de vida de comunidades indígenas de acuerdo a lo establecido en el convenio 169 de la OIT. En paralelo se deberán realizar las distintas fases de la ingeniería básica e ingeniería de detalles. A su vez durante una etapa avanzada del desarrollo será necesario buscar el financiamiento del proyecto. Una vez completada la evaluación ambiental y sujeto a tener una resolución de calificación ambiental favorable (RCA) se puede proceder a obtener los permisos de construcción. Obtenidos los permisos se procede a la construcción de la fábrica, la cual considera una construcción por un periodo total de 5 años y un inicio de operaciones al inicio del tercer año. Los plazos de implementación se ven reflejados en la siguiente Gantt.

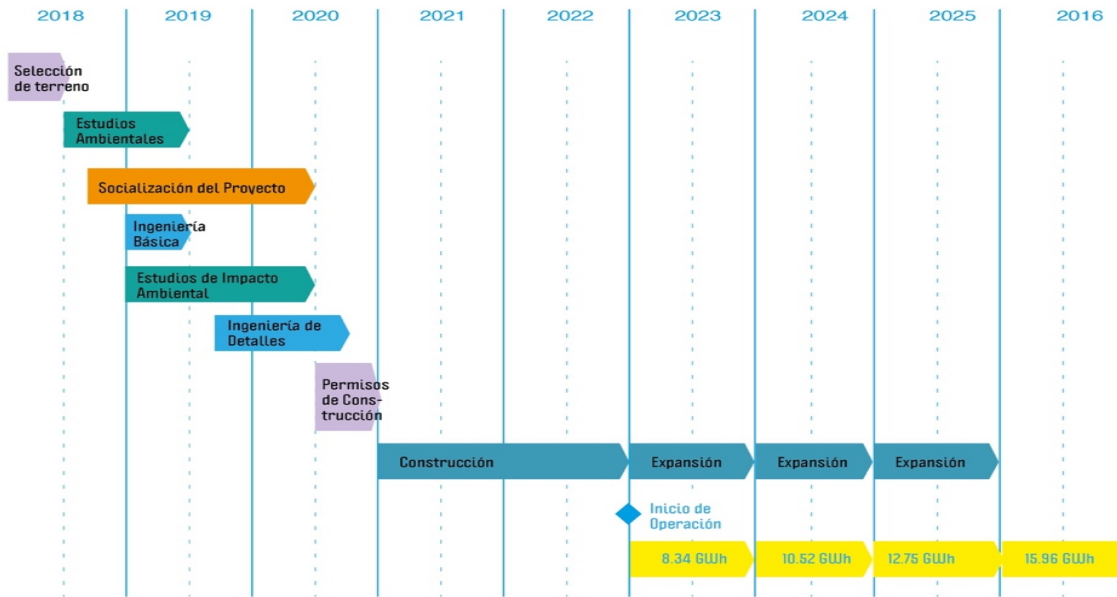


Figura 23: Plan de implementación del proyecto.

El plan de implementación contempla el inicio de operaciones a inicio del año 2023 con una capacidad de producción de 8.23 GWh y donde se necesitarán alrededor de 742 trabajadores. El 2024 la planta contará con una capacidad de 10.52 GWh y necesitará alrededor de 844 trabajadores. El 2025 la planta contará con una capacidad de 12.76 GWh y necesitará alrededor de 504 trabajadores. Finalmente, desde el año 2026 en adelante la planta contará con una capacidad de 15.96 GWh y necesitará alrededor de 1065 trabajadores.

7.4 Estructura Organizacional

La organización inicial consiste en un equipo fundador de 2 a 3 personas inicialmente, con el fin de captar fondos principalmente, de acuerdo a la descripción de la tabla Tabla 29. Posteriormente es necesario crear un equipo de desarrollo de proyectos de alrededor de 5 a 7 personas. El equipo estará integrado por un gerente de General que supervisará el proceso completo. A su vez llevará las relaciones comerciales con los socios comerciales e inversionistas. Bajo el resto del equipo como se observa en la Figura 24. El jefe de medio ambiente está encargado de la elaboración y contratación de los estudios ambientales. También es necesario un jefe de Ingeniería quién estará a cargo de la contratación de los estudios de ingeniería y diseño del proyecto. También es necesario contar con un jefe de Bienes Raíces quién estará encargado de obtener el terreno para emplazar la fábrica. Luego es necesario tener a un jefe de relaciones con la comunitarias y políticas, quién estará a cargo de presentar el proyecto a las comunidades y escuchar sus aprensiones para poder realizar un desarrollo de la mano de la comunidad. A su vez estará a cargo de posicionar políticamente la agenda estratégica previamente definida. Las áreas legales y administrativas son usualmente externalizadas, pero eventualmente se podría sumar uno o dos miembros adicionales. A este equipo se suman el o los inversionistas ángeles, los cuales deben ser bien seleccionados por

el equipo para que puedan aportar no solo con el capital inicial sino también con su experiencia y conocimientos.

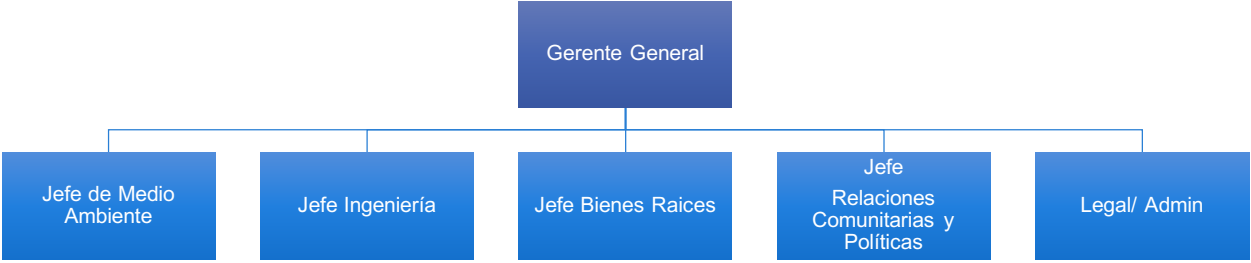


Figura 24: Estructura Organizacional durante el Desarrollo del Proyecto.

Posteriormente es necesario expandir la estructura de la empresa para poder realizar la gestión del EPC (*Engineering Procurement and Construction*) donde la estructura interna de la empresa puede crecer a alrededor de 20 a 30 personas debido a la formación de diversos equipos que realizarán la gestión de la construcción. La construcción contará con alrededor de 500 personas y toma alrededor de 5 años con una apertura parcial al comienzo del 3^{er} año donde se continuará expandiendo la para aumentar su capacidad de producción hasta el fin del 5to año. Los trabajadores podrán ser internos o eventualmente externos si se licita la construcción del proyecto.

El año 2023, año que se da inicio a la operación, se necesitarán alrededor de 742 trabajadores para la operación. Con la primera ampliación, el 2024 la planta necesitará alrededor de 844 trabajadores. En la segunda ampliación el 2025 la planta necesitará alrededor de 939 trabajadores. Finalmente, desde el año 2026 en adelante la planta necesitará alrededor de 1065 trabajadores para su operación.

Durante la construcción y operación será necesario contar con áreas de recursos humanos, de finanzas, un área de asuntos legales, un área de marketing y un área de operaciones. A medida que avance la construcción y operación el área de desarrollo irá perdiendo importancia hasta finalmente ser eliminada. Lo mismo ocurrirá con el área de EPC a medida que terminen las ampliaciones. Por otro lado, el área de operaciones no será formada al comienzo de la construcción, sino que será necesaria 6 a 12 meses antes del inicio de la operación. A su vez el área de ventas será necesaria tan solo algunos de meses previo al inicio de la operación. En la figura a continuación se muestra una estructura organizacional transicional entre el desarrollo del proyecto hasta su operación.



Figura 25: Estructura Organizacional Transicional entre el desarrollo y la operación de la fábrica de baterías de litio.

8 Conclusión y Recomendaciones

El estudio de mercado muestra una fuerte demanda de baterías de litio en todos sus segmentos, pero particularmente en el segmento del vehículo eléctrico. En este mercado se observa un fuerte crecimiento y un gran volumen que requiere la instalación de fábricas para abastecer la demanda.

Chile resalta por su estabilidad política y económica, su acceso al mercado latinoamericano, su conexión con Asia a través del Pacífico y su bajo costo del capital en comparación a países competidores de la región. A su vez posee reservas de litio de alta calidad que le permite el acceso al recurso que, si bien no es un factor relevante en términos de costo, es un factor importante para asegurar su suministro.

Por otro lado el resultado del análisis financiero entrega un VAN de USD 2.2 billones con una TIR de 31% y un periodo de recuperación de la inversión de 5.4 años. Este resultado indica que corresponde a un buen negocio.

Es por ello que se presenta la oportunidad de insertarse en la cadena de valor para producir baterías de litio, ya sea en gran parte de la cadena de valor como lo plantea este plan de negocios o en porciones de ella, lo cual es necesario evaluar.

A pesar de que existe la oportunidad, también existen dificultades que es necesario abordar. Una de ellas será un abastecimiento de Cobalto de naciones que no permitan el trabajo de niños y aseguren condiciones de trabajo dignas.

Otro factor importante será lidiar con países competidores. Para ello será necesario lograr avanzar en una agenda política de fomento a la inversión y de fomento al desarrollo del mercado interno de vehículos eléctricos y de esta forma posicionarse en Latinoamérica como productor de baterías de litio y tomar participación de mercado tempranamente.

Siendo que ésta será una inversión que probablemente vendrá junto a una empresa asiática, será necesario sopesar de forma importante el factor cultural para facilitar acuerdos y mejorar el entendimiento.

A su vez, sabemos que se puede alcanzar precios competitivos con tecnología que estará disponible para esa fecha, pero es necesario estar muy atento a los avances tecnológicos y lograr acuerdos con empresas que estén a la cabeza del desarrollo para asegurar una inversión sustentable en el tiempo.

En función de los resultados y las consideraciones anteriores se recomienda invertir en este proyecto considerando la gran generación de valor que este puede traer. Por otro lado, este proyecto depende de muchos factores externos y su implementación es de alta complejidad, por lo cual para poder llevarlo a cabo tendrá ante todo que existir voluntad política y social. A su vez, la inversión deberá realizarse de forma incremental, invirtiendo tiempo y recursos en una agenda de desarrollo para ir eliminando los múltiples factores de riesgo que este proyecto conlleva.

9 Bibliografía

- (MIDA), M. I. D. A., 2015. *i-Incentives Portal*. [En línea]
Available at: <https://incentives.mida.gov.my/Incentives/Modules/Public/IncentiveList.aspx>
[Último acceso: 1 Abr 2017].
- © 2016 Carbon Pricing Leadership, 2016. *Carbon Pricing Leadership Coalition*. [En línea]
Available at: <http://www.carbonpricingleadership.org/who/>
[Último acceso: 1 Diciembre 2016].
- 2MBA, 2016. *Businessplans*. [En línea]
Available at: <http://www.businessplans.org>
[Último acceso: 02 July 2016].
- 304 Industrial Park, 2016. *About Us*. [En línea]
Available at: <http://www.304industrialpark.com/>
[Último acceso: 1 Abr 2017].
- AAVEA, 2012. *AAVEA*. [En línea]
Available at: <http://aavea.org/blog/quienes-somos/>
[Último acceso: 28 Diciembre 2016].
- AES Corporation, 2014. *Deployments*. [En línea]
Available at: <http://aesenergystorage.com/deployments/>
[Último acceso: 29 Dic 2016].
- AESC, 2017. *News*. [En línea]
Available at: <http://www.eco-aesc-lb.com/en/>
[Último acceso: 2 Mar 2017].
- Amazon Watch, 2014. *Brazil's Belo Monte Dam Sacrificing the Amazon and its Peoples for Dirty Energy*. [En línea]
Available at: <http://amazonwatch.org/work/belo-monte-dam>
[Último acceso: 29 Dic 2016].
- Amsterdam Roundtable Foundation and McKinsey & Company, 2014. *Electric Vehicles in Europe: gearing up for a new phase*, Amsterdam: Amsterdam Roundtable Foundation.
- Andrija Sabol, M. S. Đ. F., 2013. *THE CONCEPT OF INDUSTRY LIFE CYCLE AND DEVELOPMENT OF BUSINESS STRATEGIES*. Zadar, Croatia, Make Learn.
- Anon., 2015. *Global Lithium Ion Battery Demand Forecast (by Category & Application, by Volume & Revenue, by Demand & Supply Analysis)*, s.l.: SNE Research.
- Anon., s.f. *EV History*. [En línea]
Available at: <http://www.electrcauto.org/?page=evhistory#Timeline>
- Arsenault, C., 2016. *Indigenous Tribe Applauds State Move To Cancel Brazil Amazon Dam*. [En línea]
Available at: <http://amazonwatch.org/news/2016/0805-indigenous-tribe-applauds-state-move-to-cancel-brazil-amazon-dam>
[Último acceso: 29 Dic 2016].
- AutoBlog.com.ar, 2016. *AutoBlog.com.ar*. [En línea]
Available at: <http://autoblog.com.ar/2016/06/20/el-plan-del-gobierno-para-fabricar-autos->

electricos-en-argentina/

[Último acceso: 29 Dic 2016].

Automotive Business , 2015. *Brasil terá fábrica de bateria de lítio para veículos elétricos*. [En línea]

Available at: <http://www.automotivebusiness.com.br/noticia/22085/brasil-tera-fabrica-de-bateria-de-litio-para-veiculos-eletricos>

[Último acceso: 29 Dic 2016].

Ayre, J., 2016. *Top Electric Car Companies By EV Battery Sales (H1 2015)*. [En línea]

Available at: <http://evobsession.com/top-electric-car-companies-ev-battery-sales-h1-2015/>

[Último acceso: 03 Ene 2017].

Banco Central de Chile, 2016. *Base de Datos Estadísticos Movil*. [En línea]

Available at:

<http://si3.bcentral.cl/Bdemovil/BDE/IndicadoresDiarios?menuId=MI&parentMenuName=Indicadores%20diarios>

[Último acceso: 14 Dic 2016].

BCRA, 2016. *Informe Monetario Mensual*, s.l.: Banco Central de la República de Argentina.

BDO Advisory Limited , 2015. *INVESTMENT INCENTIVES*. [En línea]

Available at: <http://www.bdo-thaitax.com/bdo/investment-incentives>

[Último acceso: 1 Abr 2017].

Bloomberg, 2016. *El proteccionismo resiste: Macri choca con la realidad al intentar abrir la economía argentina*. [En línea]

Available at: <http://www.economistaamerica.com/economia-eAm-argentina/noticias/7934305/11/16/El-proteccionismo-resiste-Macri-choca-con-la-realidad-al-intentar-abrir-la-economia-argentina.html>

[intentar-abrir-la-economia-argentina.html](http://www.economistaamerica.com/economia-eAm-argentina/noticias/7934305/11/16/El-proteccionismo-resiste-Macri-choca-con-la-realidad-al-intentar-abrir-la-economia-argentina.html)

[Último acceso: 11 Dic 2016].

BNEF, 2016. *Policies*. [En línea]

Available at: <http://global-climatescope.org/en/policies/#/>

[Último acceso: 14 Dic 2016].

BNEF, 2016. *Results*. [En línea]

Available at: <http://global-climatescope.org/en/results/>

[Último acceso: 29 Dic 2016].

Brown, T. J. y otros, 2016. *World Mineral Production 2010-2014*, Keyworth- Nottingham: NERC.

Bullis, K., 2013. *How Tesla Is Driving Electric Car Innovation*. [En línea]

Available at: <https://www.technologyreview.com/s/516961/how-tesla-is-driving-electric-car-innovation/>

[Último acceso: 10 November 2016].

Burns, C., 2014. *The Guardian*. [En línea]

Available at: <https://www.theguardian.com/science/blog/2014/jan/27/flywheel-hybrid-flybrid>

[Último acceso: 24 Noviembre 2016].

BYD, 2017. *BYD News*. [En línea]

Available at: <http://www.byd.com/news/news-243.html>

[Último acceso: 2 Mar 2017].

- CADEM, 2016. *Track Semanal de Opinión Pública*, s.l.: CADEM.
- Camila Stark, J. P. J. L. E. Z. a. D. J. A., 2015. *Renewable Electricity: Insights for the Coming Decade*, Denver West Parkway Golden: s.n.
- Carbone, F., 2016. *Tres, dos, uno, Sero: cuenta regresiva para el primer vehículo eléctrico fabricado en la Argentina*. [En línea]
Available at: <http://www.lanacion.com.ar/1861577-tres-dos-uno-sero-el-primer-vehiculo-electrico-fabricado-en-la-argentina>
[Último acceso: 29 Dic 2016].
- Cardenas, L., 2016. *Grupo chino-coreano prevé invertir US\$2.000 mills. en planta para producir baterías de litio*. [En línea]
Available at: <http://www.pulso.cl/noticia/empresa---mercado/empresa/2016/12/11-96339-9-grupo-chinocoreano-preve-invertir-us2000-mills-en-planta-para-producir-baterias.shtml>
[Último acceso: 29 Dic 2016].
- Carrera Solar Atacama, 2016. *Carrera Solar Atacama*. [En línea]
Available at: <https://www.carrerasolar.com/>
[Último acceso: 28 Diciembre 2016].
- Carrington, D., 2016. *Electric cars set to pass 2m landmark globally by end of 2016*. [En línea]
Available at: <https://www.theguardian.com/environment/2016/oct/13/electric-car-sales-set-to-pass-2m-landmark-globally-by-end-of-2016>
[Último acceso: 9 November 2016].
- Chan, C., 2013. The Rise & Fall Of Electric Vehicles In 1828–1930: Lessons Learned. *Proceedings from the IEEE*, January, 101(1), pp. 206-212.
- Chung, D., Elgqvist, E. & Santhanagopalan, S., 2015. *Automotive Lithium-ion Battery (LIB) Supply Chain and U.S. Competitiveness Considerations*, s.l.: CEMAC.
- Chung, D., Elgqvist, E. & Santhanagopalan, S., 2016. *Automotive Lithium-ion Cell Manufacturing: Regional Cost Structures and Supply Chain Considerations*, Denver: CEMAC.
- Chung, D., Elgqvist, E. & Santhanagopalan, S., 2016. *Automotive Lithium-ion Cell Manufacturing: Regional Cost Structures and Supply Chain Considerations*, Denver: s.n.
- Clover, I., 2015. *IRENA roadmap calls for 150 GW of battery storage by 2030*. [En línea]
Available at: http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/irena-roadmap-calls-for-150-gw-of-battery-storage-by-2030_100019769/#axzz4PpcsHcPS
[Último acceso: 12 November 2016].
- CNN Chile, 2015. *Presentan taxis eléctricos para Santiago*. [En línea]
Available at: <http://www.cnnchile.com/noticia/2015/12/11/presentan-taxis-electricos-para-santiago>
[Último acceso: 1 Ene 2017].
- COFEMA, 1990. *Consejo Federal del Medio Ambiente (COFEMA)*. [En línea]
Available at: <http://www.cofema.gob.ar/?IdArticulo=3042>
[Último acceso: 29 Dic 2016].
- Colthorpe, A., 2015. *90MW of LG Chem's Li-Ion batteries to be used for balancing German grid*. [En línea]
Available at: <http://www.energy-storage.news/news/90mw-of-lg-chems-li-ion-batteries-to-be>

used-for-balancing-german-grid

[Último acceso: 11 November 2016].

Condliffe, J., 2016. *The Paris Motor Show Confirms It: The Future Is Electric*. [En línea] Available at: https://www.technologyreview.com/s/602512/the-paris-motor-show-confirms-it-the-future-is-electric/?utm_source=MIT+TR+Newsletters&utm_campaign=985a0d8396-The+Download+October+12+2016&utm_medium=email&utm_term=0_997ed6f472-985a0d8396-153925993&goal=0_997ed6f472-985a0d8396-153925993&mc_cid=985a0d8396&mc_eid=86e9a84406

[Último acceso: 10 November 2016].

COPEC, 2015. *Red de recarga de vehículos eléctricos*. [En línea]

Available at: <http://ww2.copec.cl/informate/posts/red-de-recarga-de-vehiculos-electricos>

[Último acceso: 29 Dic 2016].

CORFO, 2016. *Audiencias - Año 2016 - Eduardo Bitran Colodro - Audiencia AH004AW0206614*. [En línea]

Available at: <https://www.leylobby.gob.cl/instituciones/AH004/audiencias/2016/1704/127042>

[Último acceso: 30 Ene 2017].

Cueto, C. P., 2015. *En cinco años el 16% de proyectos de energía se ha judicializado*. [En línea] Available at: <http://www.latercera.com/noticia/en-cinco-anos-el-16-de-proyectos-de-energia-se-ha-judicializado/>

[Último acceso: 29 Dic 2016].

Cutuli, S., 2016. *Brasil: la automotriz china Zotye levantará una planta donde producirá un auto eléctrico*. [En línea]

Available at: <http://www.cosasdeautos.com.ar/2016/04/brasil-la-automotriz-china-zotye-levantara-una-planta-donde-producira-un-auto-electrico/>

[Último acceso: 29 Dic 2016].

Damodaran, A., 2017. *Spreadsheets*. [En línea]

Available at: <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>

[Último acceso: 20 Ene 2017].

Datos Macro, 2016. *Tipos del Banco Central de Brasil*. [En línea]

Available at: <http://www.datosmacro.com/tipo-interes/brasil>

[Último acceso: 14 Dic 2016].

Desjardins, J., 2015. *The Lithium-Ion Battery Megafactories Are Coming*. [En línea]

Available at: <http://www.visualcapitalist.com/the-lithium-ion-megafactories-are-coming-chart/>

[Último acceso: 1 Ago 2016].

Desjardins, J., 2015. *The Lithium-Ion Battery Megafactories Are Coming*. [En línea]

Available at: <http://www.visualcapitalist.com/the-lithium-ion-megafactories-are-coming-chart/>

[Último acceso: 4 Oct 2016].

Desjardins, J., 2016. *The Evolution of Battery Technology*. [En línea]

Available at: <http://www.visualcapitalist.com/evolution-of-battery-technology/>

[Último acceso: 12 November 2016].

Diaz, M., 2013. *Partido Gen*. [En línea]

Available at: <http://www.marceloosodiaz.com.ar/proyecto.php?id=60>

[Último acceso: 30 Dic 2016].

D'Elia, V. y otros, 2010. *FUENTES DE FINANCIAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD SOCIAL EN PAÍSES DE AMÉRICA DEL SUR*, s.l.: ANSES.

Dirección Nacional de Aduanas, 2017. *Preguntas Frecuentes Importaciones*. [En línea]
Available at: https://www.aduana.cl/importaciones-de-productos/aduana/2007-02-28/161116.html#vtxt_cuerpo_T2
[Último acceso: 04 Abr 2017].

Economía y Negocios, 2016. *Corfo aprueba acuerdo con Albemarle para aumentar su producción de litio en el Salar de Atacama*. [En línea]
Available at: <http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=307085>
[Último acceso: 31 Dic 2016].

El Cronista, 2016. *Millonaria inversión de YPF para construir una planta de baterías de litio*. [En línea]
Available at: <http://www.cronista.com/negocios/Millonaria-inversion-de-YPF-para-construir-una-planta-de-baterias-de-litio-20160621-0031.html>
[Último acceso: 29 Dic 2016].

Enel Distribución, 2015. *Chilectra completa 10 electrolineras instaladas en Santiago estableciendo una red de interconexión para cuatro comunas de la Región Metropolitana*. [En línea]
Available at: <https://www.eneldistribucion.cl/la-compania/chilectra-completa-10-electrolineras-instaladas-santiago-estableciendo-red-interconexion-cuatro-comunas-region-metropolitana>
[Último acceso: 29 Dic 2016].

EV Obsession, 2016. *EV Obsession*. [En línea]
Available at: <http://evobsession.com/electric-car-sales/>
[Último acceso: 9 November 2016].

EV Volumes, 2016. *EV Volumes*. [En línea]
Available at: <http://www.ev-volumes.com/country/total-world-plug-in-vehicle-volumes/>
[Último acceso: 9 November 2016].

Evenett, S. J. & Fritz, J., 2016. *The 20th Global Trade Alert Report - FDI Recovers?*, London: CEPR Press.

FIA, 2016. *Calendar*. [En línea]
Available at: <http://www.fiaformulae.com/en/calendar>
[Último acceso: 28 Diciembre 2016].

Frion, A., Hill, A. & Chen, Z., 2013. *Introduction to Corporate Finance*. 5th ed. French Forest(NSW): Pearson Australia.

Fronzo, C., 2016. *Autos eléctricos: por qué crece el uso y cuándo llegarán a la Argentina*. [En línea]
Available at: <http://www.lanacion.com.ar/1953444-en-la-onda-recargable>
[Último acceso: 29 Dic 2016].

Gallegos, I., 2016. *Diario Financiero*. [En línea]
Available at: <https://www.df.cl/noticias/internacional/actualidad-internacional/macri-pide-la-renuncia-a-su-ministro-de-hacienda-y-divide-la-cartera-en-dos/2016-12-26/192007.html>
[Último acceso: 27 Dic 2016].

- GIFFORD, J., 2015. *PV-Magazine*. [En línea]
Available at: http://www.pv-magazine.com/news/details/beitrag/report--panasonic-largest-li-ion-battery-cell-producer_100020516/#axzz4RieaADmD
[Último acceso: 2 Diciembre 2016].
- Global Data, 2016. *Global battery energy storage system installed capacity will exceed 14 Gigawatts by 2020, says GlobalData*. [En línea]
Available at: <http://energy.globaldata.com/media-center/press-releases/power-and-resources/global-battery-energy-storage-system-installed-capacity-will-exceed-14-gigawatts-by-2020-says-globaldata>
[Último acceso: 14 Ene 2017].
- GlobalData, 2016. *Global battery energy storage system installed capacity will exceed 14 Gigawatts by 2020, says GlobalData*. [En línea]
Available at: <http://energy.globaldata.com/media-center/press-releases/power-and-resources/global-battery-energy-storage-system-installed-capacity-will-exceed-14-gigawatts-by-2020-says-globaldata>
[Último acceso: 01 Dic 2016].
- Global-Rates.com, 2016. *Inflación Brasil*. [En línea]
Available at: <http://es.global-rates.com/estadisticas-economicas/inflacion/indice-de-precios-al-consumo/ipc/brasil.aspx>
[Último acceso: 14 Dic 2016].
- Globo, 2015. *Governo zera imposto de importação para carro elétrico e a hidrogênio*. [En línea]
Available at: <http://g1.globo.com/carros/noticia/2015/10/governo-zera-imposto-de-importacao-para-carro-eletrico-e-hidrogenio.html>
[Último acceso: 20 Dic 2016].
- Gomez-Gelvez, J., Mojica, C., Kaul, V. & Isla, L., 2016. *La Incorporación de los Vehículos Eléctricos en América Latina*, s.l.: BID.
- GS Yuasha, 2017. *IR News*. [En línea]
Available at: http://www.gs-yuasa.com/en/ir_news/
[Último acceso: 2 Mar 2017].
- Haraldsson, H., 2016. *Politicus USA*. [En línea]
Available at: <http://www.politicususa.com/2016/11/16/nicolas-sarkozy-threatens-carbon-tax-goods-trump-cancels-paris-climate-agreement.html>
[Último acceso: 1 Diciembre 2016].
- Henbest, S. & al., e., 2016. *New Energy Outlook 2016*, s.l.: Bloomberg New Energy Finance.
- Hirtenstein, A., 2016. *Batteries Storing Power Seen as Big as Rooftop Solar in 12 Years*. [En línea]
Available at: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-06-13/batteries-storing-power-seen-as-big-as-rooftop-solar-in-12-years>
[Último acceso: 16 Ene 2017].
- Hocking, M. y otros, 2016. *Welcome to the Lithium-ion Age*, Sydney: Deutsche Bank.
- HOFSTEDE, G., 2017. *Country comparison*. [En línea]
Available at: <https://geert-hofstede.com/chile.html>
[Último acceso: 1 Oct 2016].

- Hsu, A. e. a., 2016. *2016 Environmental Performance Index*, New Haven: Yale University.
- IDB, 2017. *MULTI-INDICATOR DATA REPORT*. [En línea]
Available at: <https://data.iadb.org/ViewIndicator/Multi-Indicator-Data-Report>
[Último acceso: 3 Ene 2017].
- IMF, 2016. *International Financial Statistics*. [En línea]
Available at: <http://data.imf.org/?sk=5DABAFF2-C5AD-4D27-A175-1253419C02D1&ss=1409151240976>
[Último acceso: 14 Dic 2016].
- Inside EVs, 2016. *Details On Audi's Battery Technology*. [En línea]
Available at: <http://insideevs.com/details-audis-battery-technology/>
[Último acceso: 10 Nov 2016].
- Inside EVs, 2017. *Monthly Plug-In Sales Scorecard*. [En línea]
Available at: <http://insideevs.com/monthly-plug-in-sales-scorecard/>
[Último acceso: 6 Ene 2017].
- International Energy Agency, 2010. *ELECTRIC AND PLUG-IN HYBRID VEHICLE ROADMAP*, s.l.: IEA.
- International Energy Agency, 2016. *Global EV Outlook 2016*, Paris: IEA Publications.
- International Energy Agency, 2016. *Tracking Clean Energy Progress*, Paris: IEA PUBLICATIONS.
- Invest in Argentina, 2013. *Investment incentives Advantages of investing in Argentina today*, s.l.: s.n.
- IWGIA, 2010. *Países que ratificaron el 169*. [En línea]
Available at: <http://www.iwgia.org/derechos-humanos/procesos-internacionales/oit/paises-que-ratificaron-el-169>
[Último acceso: 29 Dic 2016].
- Jacques, C., 2015. *Crossing the Line: Li-ion Battery Cost Reduction and Its Effect on Vehicles and Stationary Storage*. [En línea]
Available at: http://www.luxresearchinc.com/sites/default/files/ES%20KTA_3_15.pdf
- Körner, A., 2016. *Technology Roadmap - Hydrogen and Fuel Cells*, Paris: IEA publication unit.
- Kane, M., 2016. *World EV Sales Up 39% In November, Tesla Model S And Nissan LEAF Battle For 2016 Title In December*. [En línea]
Available at: <http://insideevs.com/world-ev-sales-up-39-in-november-tesla-model-s-and-nissan-leaf-battle-for-first-in-december/>
[Último acceso: 3 Ene 2017].
- Kanenguiser, M., 2016. *Para los analistas, el déficit fiscal de 2016 superará la meta del Gobierno*. [En línea]
Available at: <http://www.lanacion.com.ar/1958985-para-los-analistas-el-deficit-fiscal-de-2016-superara-la-meta-del-gobierno>
[Último acceso: 31 Dic 2016].
- Kempener, R. & Borden, E., 2015. *BATTERY STORAGE FOR RENEWABLES: MARKET STATUS AND TECHNOLOGY OUTLOOK*, s.l.: Copyright © IRENA 2015.

Kempener, R. & Borden, E., 2015. *BATTERY STORAGE FOR RENEWABLES: MARKET STATUS AND TECHNOLOGY OUTLOOK*, s.l.: © IRENA.

Kenning, T., 2016. *Energy Storage News*. [En línea]
Available at: <http://www.energy-storage.news/news/pge-first-to-participate-in-california-electricity-markets-using-battery-st>
[Último acceso: 11 Noviembre 2016].

Kilby, P., 2017. *Argentina sets final yields on new bond*. [En línea]
Available at: <http://www.reuters.com/article/argentina-bonds-yields-idUSL1N1F90S3>
[Último acceso: 25 Ene 2017].

KNOEMA, 2016. *KNOEMA*. [En línea]
Available at: <https://knoema.com/infographics/yxptpab/crude-oil-price-forecast-long-term-2016-to-2025-data-and-charts>
[Último acceso: 4 November 2016].

Kokam, 2017. *Kokam Battery Modules (KBM)*. [En línea]
Available at: <http://kokam.com/modulepack/>
[Último acceso: 20 Feb 2017].

Kushnir, D., 2015. *Lithium Ion Battery Recycling Technology 2015 Current State and Future Prospects*, Göteborg: Chalmers University of Technology.

Kushnir, D., Dec. 2015. *Lithium Ion Battery Recycling Technology 2015 - Current State and Future Prospects*, Göteborg: Chalmers University of Technology.

La Nación, 2016. *Buscan promover el uso de vehículos eléctricos en la Argentina*. [En línea]
Available at: <http://www.lanacion.com.ar/1913378-buscan-promover-el-uso-de-vehiculos-electricos-en-la-argentina>
[Último acceso: 29 Dic 2016].

La Nación, 2016. *Retrocedió la imagen del Gobierno, pero se mantiene el optimismo*. [En línea]
Available at: <http://www.lanacion.com.ar/1928054-retrocedio-la-imagen-del-gobierno-pero-se-mantiene-el-optimismo>
[Último acceso: 10 Dic 2016].

Leach, J. C. & Melicher, R. W., s.f. *Entrepreneurial Finance, 5th Edition*. Boulder(Colorado): CENGAGE Learning.

Leitch, D., 2016. *All you need to know about making EV battery packs*. [En línea]
Available at: <http://reneweconomy.com.au/need-know-making-ev-battery-packs-13789/>
[Último acceso: 05 Ene 2017].

Levy-Carciente, D. S., 2016. *International Property Rights Index*, s.l.: Property Rights Alliance.

LG Chem, 2017. *Global Network*. [En línea]
Available at: <http://www.lgchem.com.tr/aboutus-global-network.php?zoneid=3&zone=china>
[Último acceso: 2 Mar 2017].

Liebreich, M., 2015. *BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE SUMMIT 2015*, New York: Bloomberg New Energy Finance.

Liebreich, M., 2016. *EMEA FUTURE OF ENERGY SUMMIT*, London: BNEF.

Liebreich, M., 2016. *EMEA FUTURE OF ENERGY SUMMIT*, London: BNEF.

- Lissardy, G., 2016. *Las sospechas y acusaciones que pesan sobre Michel Temer, el presidente interino de Brasil*. [En línea]
Available at: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/05/160511_brasil_impeachment_dilma_rousseff_vice_presidente_michel_temer_ms
[Último acceso: 11 Dic 2016].
- MacDonald, J., 2016. *Bloomberg New Energy Finance*. [En línea]
Available at: <https://about.bnef.com/press-releases/electric-vehicles-to-be-35-of-global-new-car-sales-by-2040/>
[Último acceso: 12 Nov 2015].
- Manghani, R., 2016. “*US Energy Storage Monitor: 2015 Year in Review Full Report*”, s.l.: Greentech Media & GTM Research.
- Marchán, E. & Viscidi, L., 2015. *GREEN TRANSPORTATION The Outlook for Electric Vehicles in Latin America*, Washington: s.n.
- Matich, T., 2016. *Investing News*. [En línea]
Available at: <http://investingnews.com/daily/resource-investing/energy-investing/lithium-investing/top-lithium-producers/>
[Último acceso: 27 Noviembre 2016].
- Mazars, 2015. *Doing Business in Brazil 2015*, SP: Mazars.
- Ministerio de Energía, 2016. *Ministerio de Energía*. [En línea]
Available at: <http://www.energia.gob.cl/tema-de-interes/historica-licitacion-de-0>
- Ministerio de Hacienda - Gobierno de Chile, 2015. *Evolución de la Deuda*. [En línea]
Available at: <http://www.hacienda.cl/oficina-de-la-deuda-publica/colocaciones/evolucion-de-la-deuda.html>
[Último acceso: 14 Dic 2016].
- Ministerio del Medio Ambiente, 2012. *E-Mobility Readiness Plan Chile*, s.l.: s.n.
- Ministerio del Medio Ambiente, 2017. *Ley de fomento al Reciclaje*. [En línea]
Available at: <http://portal.mma.gob.cl/ley-de-fomento-al-reciclaje/>
[Último acceso: 3 Abr 2017].
- Ministry of Economic Affairs, R.O.C., 2017. *Home*. [En línea]
Available at: <http://investtaiwan.nat.gov.tw/homePage?lang=eng>
[Último acceso: 1 Abr 2017].
- Navarrete, M., 2016. *Parque automotor en Chile creció en 41% en los últimos 15 años*. [En línea]
Available at: <http://diario.latercera.com/2016/03/16/01/contenido/pais/31-211282-9-parque-automotor-en-chile-crecio-en-41-en-los-ultimos-15-anos.shtml>
[Último acceso: 2 Mar 2017].
- Navigant Research, 2016. *ADVANCED ENERGY NOW 2016 MARKET REPORT*, Washington DC: Advanced Energy Economy.
- Nelson, P., Gallagher, K., Bloom, I. & Dees, D., 2012. *Modeling the Performance and Cost of Lithium-Ion Batteries for Electric-Drive Vehicles*, Chicago: Argonne National Laboratory.

Nelson, P., Gallagher, K., Bloom, I. & Dees, D., 2012. *Modeling the Performance and Cost of Lithium-Ion Batteries for Electric-Drive Vehicles (SECOND EDITION)*, Chicago: U.S. Department of Energy.

Nykvist, B. & Nilsson, M., 2015. Rapidly falling costs of battery packs forelectric vehicles. *Nature Climate Change*, March, 5(4), pp. 329-332.

OECD, 2015. *OECD*. [En línea]
Available at: <http://www.oecd.org/tad/xcred/crc.htm>

Ola, D., 2016. *Energy Storage News*. [En línea]
Available at: <http://www.energy-storage.news/news/e.on-north-america-begins-construction-on-first-energy-storage-project>
[Último acceso: 11 Noviembre 2016].

OPIC, 2017. *ALL PROJECT DESCRIPTIONS*. [En línea]
Available at: <https://www.opic.gov/opic-action/all-project-descriptions>
[Último acceso: 2 mar 2017].

OPSUR, 2015. *Argentina: Energía extrema y criminalización de la protesta*. [En línea]
Available at: <http://www.opsur.org.ar/blog/2015/10/30/argentina-energia-extrema-y-criminalizacion-de-la-protesta-social/>
[Último acceso: 29 Dic 2016].

Pachauri, R. & Meyer, L., 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report*, Geneva: s.n.

PANASONIC , 2017. *Manufacturing Sites of Industrial Devices*. [En línea]
Available at:
http://www.panasonic.com/global/corporate/ais/company/site_industorial/site_general_ele.html
[Último acceso: 2 Mar 2017].

Pardo, D., 2016. *Cuánto aumentó la deuda de Argentina desde que Mauricio Macri asumió la presidencia y por qué puede convertirse en su talón de Aquiles*. [En línea]
Available at: <http://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-37792062>
[Último acceso: 31 Dic 2016].

Paul Nelson, P. & Linda Gaines, P., 2010. *Lithium-Ion Batteries: Possible Material Demand Issues*, Chicago: U.S. Department of Energy.

Perrin, J., 2016. *The impact of electric vehicles on the electricity system*, Paris: Group Renault.

PILLOT, C., 2015. *Battery Market Development for Consumer Electronics, Automotive, and Industrial: Materials Requirements and Trends*. Xining, Avicenne Energy.

Pillot, C., 2016. *The Rechargeable Battery Market and Main Trends 2015-2025*, Chicago: AVICENNE ENERGY.

PNLA, 2003. *PNLA*. [En línea]
Available at: <http://pnla.mma.gov.br/sobre-o-portal-2/o-que-e/>
[Último acceso: 29 Dic 2016].

Randall, T., 2016. *Here 's How Electric Cars Will Cause the Next Oil Crisis*. [En línea]
Available at: <http://www.bloomberg.com/features/2016-ev-oil-crisis/>

REN21, 2016. *Energias Renovables 2016, Reporte de la Situación Mundial*, Paris: REN21 Secretariat.

Renard, F., 2014. *2020 cathode materials cost competition for large scale applications and promising LFP best-in-class performer in term of price per kWh*, Montreal: International Conference on Olivines for Rechargeable Batteries (OREBA).

Reuters, 2017. *A Chinese battery maker is muscling into the EV scene*. [En línea] Available at: <http://www.autoblog.com/2017/01/17/catl-china-ev-battery-manufacturer/> [Último acceso: 2 Mar 2017].

Riato, G., 2015. *Governo reduz Imposto de Importação de carros elétricos e híbridos*. [En línea] Available at: <http://www.automotivebusiness.com.br/noticia/22925/governo-reduce-impuesto-de-importacao-de-carros-eletricos-e-hibridos> [Último acceso: 30 Dic 2016].

Riedy, D. C., 2016. *Climate Change: A global Leadership Challenge*, Sydney: UTS.

Rinaldi, A., 2016. *Conheça os carros elétricos e híbridos à venda no Brasil*. [En línea] Available at: <http://g1.globo.com/carros/noticia/2015/10/governo-zera-impuesto-de-importacao-para-carro-eletrico-e-hidrogenio.html> [Último acceso: 29 Dic 2016].

Roberts, M., 2016. *Energy Storage News*. [En línea] Available at: <http://www.energy-storage.news/analysis/the-rise-and-rise-of-us-storage> [Último acceso: 11 Noviembre 2016].

Roland Berger, 2012. *The Lithium-Ion Battery Value Chain*, Istanbul: Roland Berger.

Sabol, A., Šander, M. & Fučkan, Đ., 2013. *THE CONCEPT OF INDUSTRY LIFE CYCLE AND DEVELOPMENT OF BUSINESS STRATEGIES*. Zadar, University of Zagreb.

Samsung SDI, 2017. *Global Network*. [En línea] Available at: <http://www.samsungsdi.com/about-sdi/global-network.html> [Último acceso: 1 Mar 2017].

Schwunk, S., 2011. *Battery systems for storing renewable energy*, s.l.: Fraunhofer ISE.

Searates, 2017. *Searates*. [En línea] Available at: <https://www.searates.com> [Último acceso: 14 Feb 2017].

Secretaria da Receita Federal do Brasil, 2016. *Importação e Exportação*. [En línea] Available at: <http://idg.receita.fazenda.gov.br/orientacao/aduaneira/manuais/despacho-de-exportacao/topicos/conceitos-e-definicoes/impuesto-de-exportacao-ie> [Último acceso: 30 Dic 2016].

Servicio de Impuestos Internos, 2016. *ESTADÍSTICAS DE EMPRESAS POR RUBRO ECONÓMICO*. [En línea] Available at: http://www.sii.cl/estadisticas/empresas_rubro.htm [Último acceso: 12 Dic 2016].

SICE, 2016. *Países*. [En línea] Available at: http://www.sice.oas.org/countries_s.asp [Último acceso: 10 Dic 2016].

SII, 2015. *Impuesto Verde a Vehículos Motorizados Nuevos*. [En línea] Available at: http://www.sii.cl/portales/reforma_tributaria/impuestoverde.html [Último acceso: 1 Ene 2017].

- SII, 2015. *IMPUESTOS DIRECTOS*. [En línea]
Available at: http://www.sii.cl/aprenda_sobre_impuestos/impuestos/imp_directos.htm
[Último acceso: 2 Dic 2016].
- Singapore Economic Development Board, 2017. *INCENTIVES FOR BUSINESSES*. [En línea]
Available at: <https://www.edb.gov.sg/content/edb/en/why-singapore/ready-to-invest/incentives-for-businesses.html>
[Último acceso: 1 Abr 2017].
- Smink, V., 2014. *Cómo Chile y sus vecinos encabezan la lucha ambientalista*. [En línea]
Available at:
http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/06/140611_cono_sur_hidroaysen_ambientalistas_vs
[Último acceso: 20 Dic 2016].
- Smink, V., 2015. [En línea]
Available at:
http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/11/151123_argentina_mauricio_macri_problemas_economicos_ms
[Último acceso: 10 Dic 2016].
- Solstice Power Solutions, 2017. *Battery Energy Storage System (BESS)*. [En línea]
Available at: <https://www.solsticepowersolutions.com/bess>
[Último acceso: 02 Mar 2017].
- Somin, I., 2014. *Brazil forcibly displaced thousands of people to make way for the World Cup*. [En línea]
Available at: https://www.washingtonpost.com/news/voikh-conspiracy/wp/2014/06/18/brazil-forcibly-displaced-thousands-of-people-to-make-way-for-the-world-cup/?utm_term=.722c84f8f6e8
[Último acceso: 29 Dic 2016].
- Statista, 2016. *Expected global market share of lithium battery makers in 2016*. [En línea]
Available at: <https://www.statista.com/statistics/235323/lithium-batteries-top-manufacturers/>
[Último acceso: 02 Ene 2017].
- Strata Advisors, 2016. *Global xEV: Sales & Stock Outlook (2016-2035)*. [En línea]
Available at: <https://stratasadvisors.com/Insights/092216-Global-EV>
[Último acceso: 03 Ene 2017].
- T13, 2016. *Presupuesto 2017: gasto público de 24,3% del PIB abre debate sobre tamaño del Estado*. [En línea]
Available at: <http://www.t13.cl/noticia/negocios/presupuesto-2017-gasto-publico-llegara-243-del-pib-su-mayor-nivel-1990>
[Último acceso: 12 Dic 2016].
- Telesur, 2016. *Senado de Brasil aprueba ley que limita el gasto público*. [En línea]
Available at: <http://www.telesur.net/news/Senado-de-Brasil-aprueba-ley-que-limita-el-gasto-publico-20161129-0062.html>
[Último acceso: 14 Dic 2016].
- TERRA, 2012. *Brasil terá primeiro carro elétrico 100% nacional neste ano*. [En línea]
Available at: https://tecnologia.terra.com.br/brasil-tera-primeiro-carro-eletrico-100-nacional-neste-ano_d918b52f4740b310VgnCLD200000bbcceb0aRCRD.html
[Último acceso: 29 Dic 2016].

- Tesouro Nacional, 2016. *Key Figures of the Federal Public Debt*. [En línea]
Available at: <http://www.tesouro.fazenda.gov.br/web/stn/key-debt-figures>
[Último acceso: 14 Dic 2016].
- The Global Economy, 2016. *Brasil Gasto en Investigación y Desarrollo*. [En línea]
Available at: http://es.theglobaleconomy.com/Brazil/Research_and_development/
[Último acceso: 29 Dic 2016].
- The Global Economy, 2016. *Chile Indicadores de Economía*. [En línea]
Available at: http://es.theglobaleconomy.com/Chile/Research_and_development/
[Último acceso: 29 Dic 2016].
- The Global Economy, 2016. *The Global Economy*. [En línea]
Available at: http://es.theglobaleconomy.com/Argentina/Research_and_development/
[Último acceso: 29 Dic 2016].
- The Guardian, 2016. *The Guardian*. [En línea]
Available at: <https://www.theguardian.com/world/2016/oct/03/canada-carbon-emissions-tax-paris-climate-agreement>
[Último acceso: 1 Diciembre 2016].
- The World Bank, 2016. *The World Bank*. [En línea]
Available at: <http://www.worldbank.org/en/news/feature/2016/04/15/carbon-pricing-building-on-the-momentum-of-the-paris-agreement>
[Último acceso: 1 Diciembre 2016].
- Trading Economics, 2016. *Trading Economics*. [En línea]
Available at: <http://www.tradingeconomics.com/>
[Último acceso: 14 Dic 2016].
- U.S Energy Information Administration, 2016. *Annual Energy Outlook 2016*, Washington: eia.
- U.S Energy Information Administration, 2016. *PETROLEUM & OTHER LIQUIDS*. [En línea]
Available at: <http://www.eia.gov/petroleum/gasdiesel/>
[Último acceso: 9 November 2016].
- U.S. Department of State, 2015. *CHILE INVESTMENT CLIMATE STATEMENT 2015*, s.l.: U.S. Department of State.
- U.S. Geological Survey, 2016. *U. S. Geological Survey*. [En línea]
Available at: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/lithium/>
[Último acceso: 27 Noviembre 2016].
- UNCTAD, 2016. *World Investment Report 2016*, Ginebra: UNITED NATIONS PUBLICATION.
- UNCTAD, 2016. *World Investment Report 2016*, Genova: UNITED NATIONS PUBLICATION.
- United Nations , 2016. *Sustainable Development Goals*. [En línea]
Available at: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2016/09/the-paris-agreement-faqs/>
- Vietnam Invest Network Corp, 2017. *Investment Policy / Investment Incentives*. [En línea]
Available at: <http://www.investinvietnam.vn/default.aspx>
[Último acceso: 04 Abr 2017].

- Voze, 2014. *Voze*. [En línea]
Available at: <http://www.voze.cl/especificaciones.htm>
[Último acceso: 28 Diciembre 2016].
- Wessof, E., 2016. *Green Tech Media*. [En línea]
Available at: <https://www.greentechmedia.com/articles/read/How-Soon-Can-Tesla-Get-Battery-Cell-Cost-Below-100-per-Kilowatt-Hour>
[Último acceso: 1 Diciembre 2016].
- Wikipedia, 2016. *Economía de Brasil*. [En línea]
Available at: https://es.wikipedia.org/wiki/Econom%C3%ADa_de_Brasil
[Último acceso: 29 Dic 2016].
- Wikipedia, 2016. *Wikipedia*. [En línea]
Available at:
https://es.wikipedia.org/wiki/Econom%C3%ADa_de_Argentina#Industria_manufacturera_y_construcci.C3.B3n
[Último acceso: 29 Dic 2016].
- Willatt, C., 2015. *Guía para desarrollo de SBPs*, s.l.: s.n.
- WIPO, 2016. *Regional Bureau for Latin America and the Caribbean*. [En línea]
Available at: http://www.wipo.int/about-wipo/en/activities_by_unit/units/lac/index.html
[Último acceso: 30 Dic 2016].
- World Bank, 2016. *Doing Business 2017 - Equal Opportunity for All*, Washington DC: World Bank Publications.
- World Economic Forum, 2015. *Argentina*. [En línea]
Available at: <http://reports.weforum.org/global-competitiveness-report-2015-2016/economies/#economy=ARG>
[Último acceso: 29 Dic 2016].
- World Economic Forum, 2015. *Brazil*. [En línea]
Available at: <http://reports.weforum.org/global-competitiveness-report-2015-2016/economies/#economy=BRA>
[Último acceso: 29 Dic 2016].
- World Economic Forum, 2015. *Global Competitiveness Report*. [En línea]
Available at: <http://reports.weforum.org/global-competitiveness-report-2015-2016/economies/#economy=CHL>
[Último acceso: 29 Dic 2016].
- World Energy Council, 2016. *E-storage: Shifting from cost to value Wind and solar applications*, London: World Energy Council.
- World Energy Council, 2016. *World Energy Perspectives 2016*, London: World Energy Council.
- World Energy Council, 2016. *World Energy Resources*, London: World Energy Council.
- Zavala, R., 2016. *¿Autos eléctricos en Chile? Shut up and take my money!*. [En línea]
Available at: https://biwil.com/destacados/autos-electricos-en-chile-shut-up-and-take-my-money/?utm_source=facebook&utm_medium=patrocinado&utm_content=post&utm_campaign=diciembre
[Último acceso: 29 Dic 2016].

10 Anexos

10.1 Sistemas de Almacenamiento de Energía Eléctrica

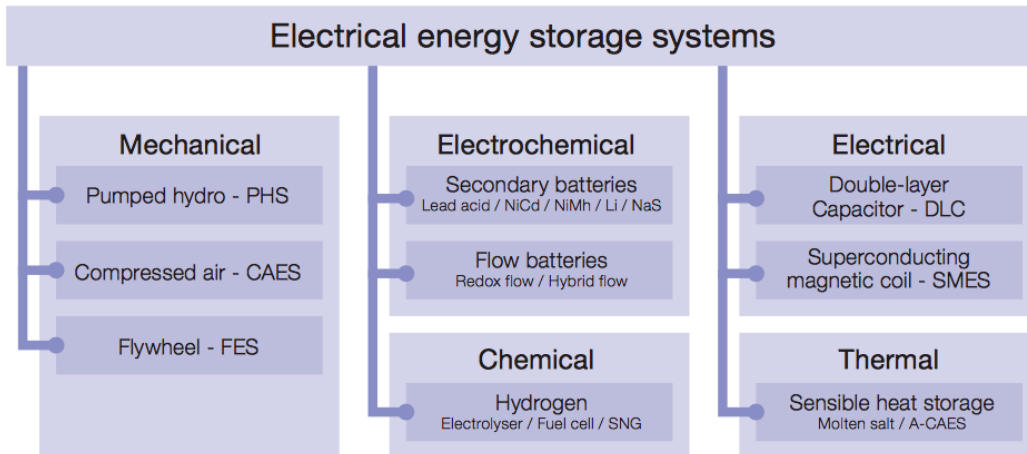


Figura 26: Clasificación de sistemas de almacenamiento de energía de acuerdo a la forma de la energía. Fuente: (Schwunk, 2011).

10.2 Sistemas de Almacenamiento de Energía Eléctrica por Capacidad y Rango de Tiempo de Descarga

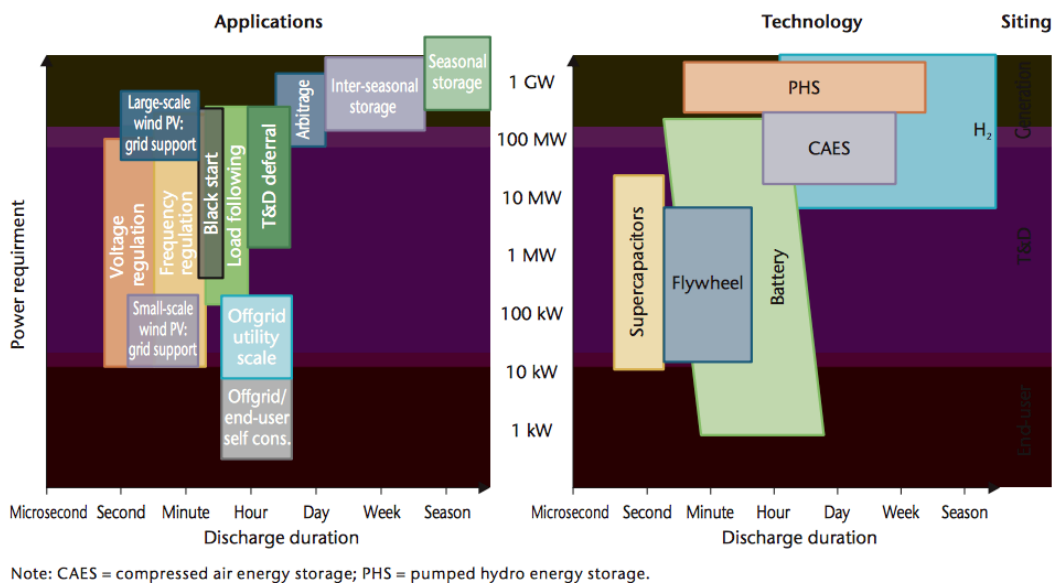


Figura 27: Tecnologías y aplicaciones para el almacenamiento de electricidad (Körner, 2016).

10.3 Capacidad de Producción Anual de Baterías de litio en los Principales Países Productores [MWh]

	Fully Commissioned	Partially Commissioned	Under Construction	Announced
China	11,152	3,038	16,244	19,246
Japan	13,623	-	-	-
U.S.	8,925	8,750	28,250	150
Korea	6,570	-	-	-
E.U.	-	-	-	-
Rest of World	3,390	-	-	120
Totals	43,660	11,788	42,494	19,516

Data from BNEF Desktop Portal 2016

Tabla 30: Capacidad de producción anual de baterías de litio de los principales países productores. Fuente: (Chung, et al., 2016).

THE LITHIUM-ION BATTERY MEGAFACTORIES ARE COMING

Production capacity of lithium-ion batteries is anticipated to more than triple by 2020

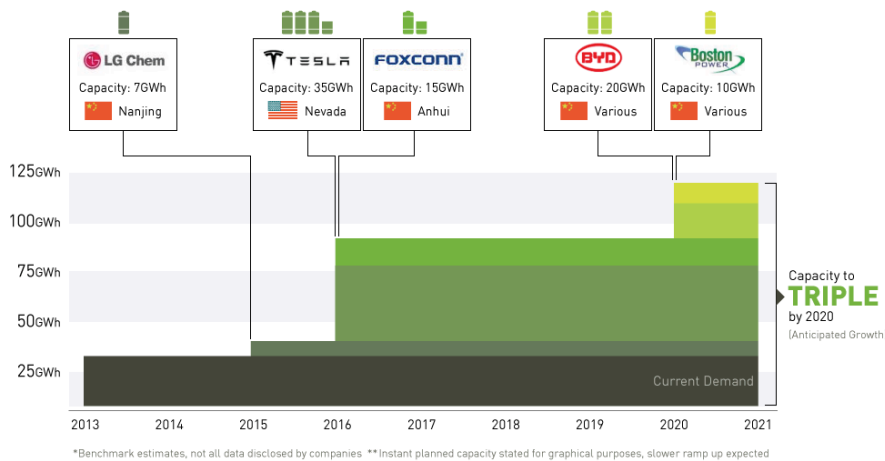


Figura 28: Agenda de construcción de los principales mega proyectos de fábricas de baterías de litio. Fuente (Desjardins, 2015).

10.4 Precio Promedio de Celdas por Tipo de Estructura.

Average LIB cell price (\$/Wh)

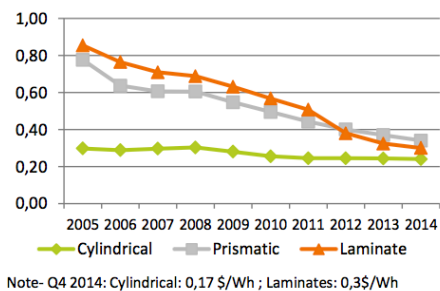


Figura 29: Precio promedio de las celdas de litio. Fuente: (PILLOT, 2015).

10.5 Oferta y Demanda del litio de acuerdo al Deutsche Bank

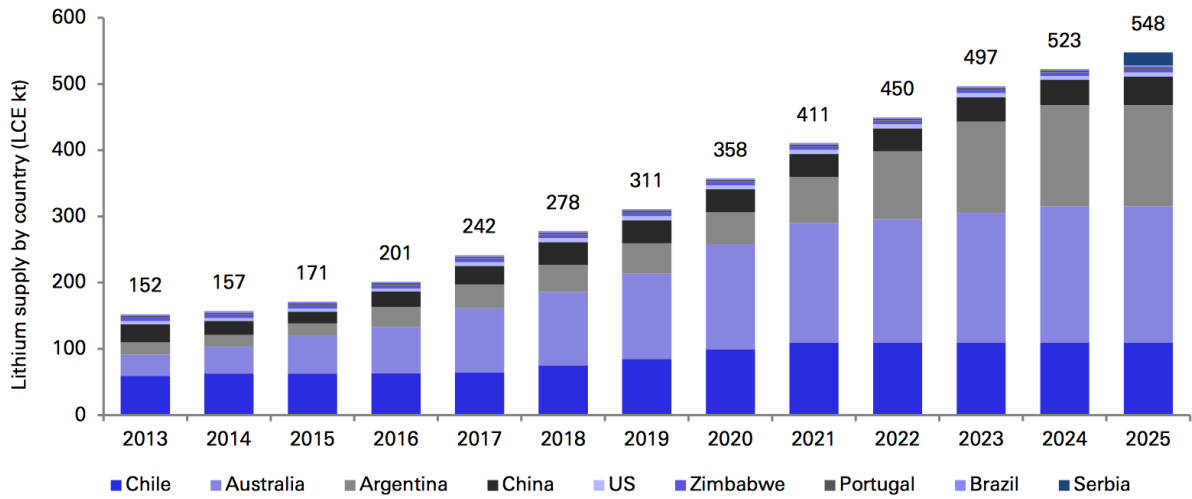
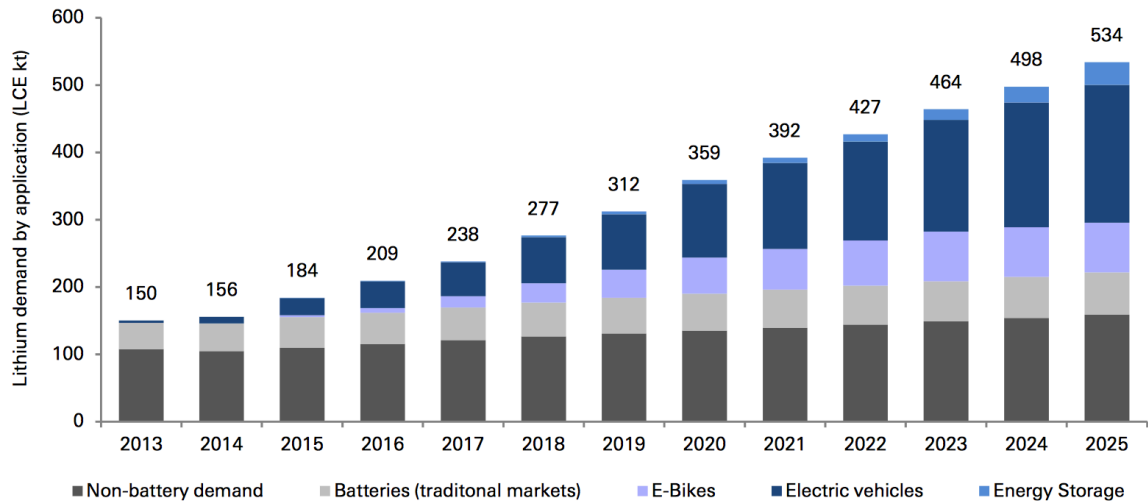


Figura 30: Proyección de la oferta de litio. Fuente: Deutsche Bank (Hocking, et al., 2016).



Source: Deutsche Bank; Industry data

Figura 31: Proyección de la demanda de litio. Fuente: Deutsche Bank (Hocking, et al., 2016).

10.6 Líderes de Mercado en la Producción de Baterías de litio

Expected global market share of lithium battery makers in 2016

This statistic represents the projected global market share of lithium battery makers in 2016. LG Chem's market share is expected to stand at around seven percent in 2016.

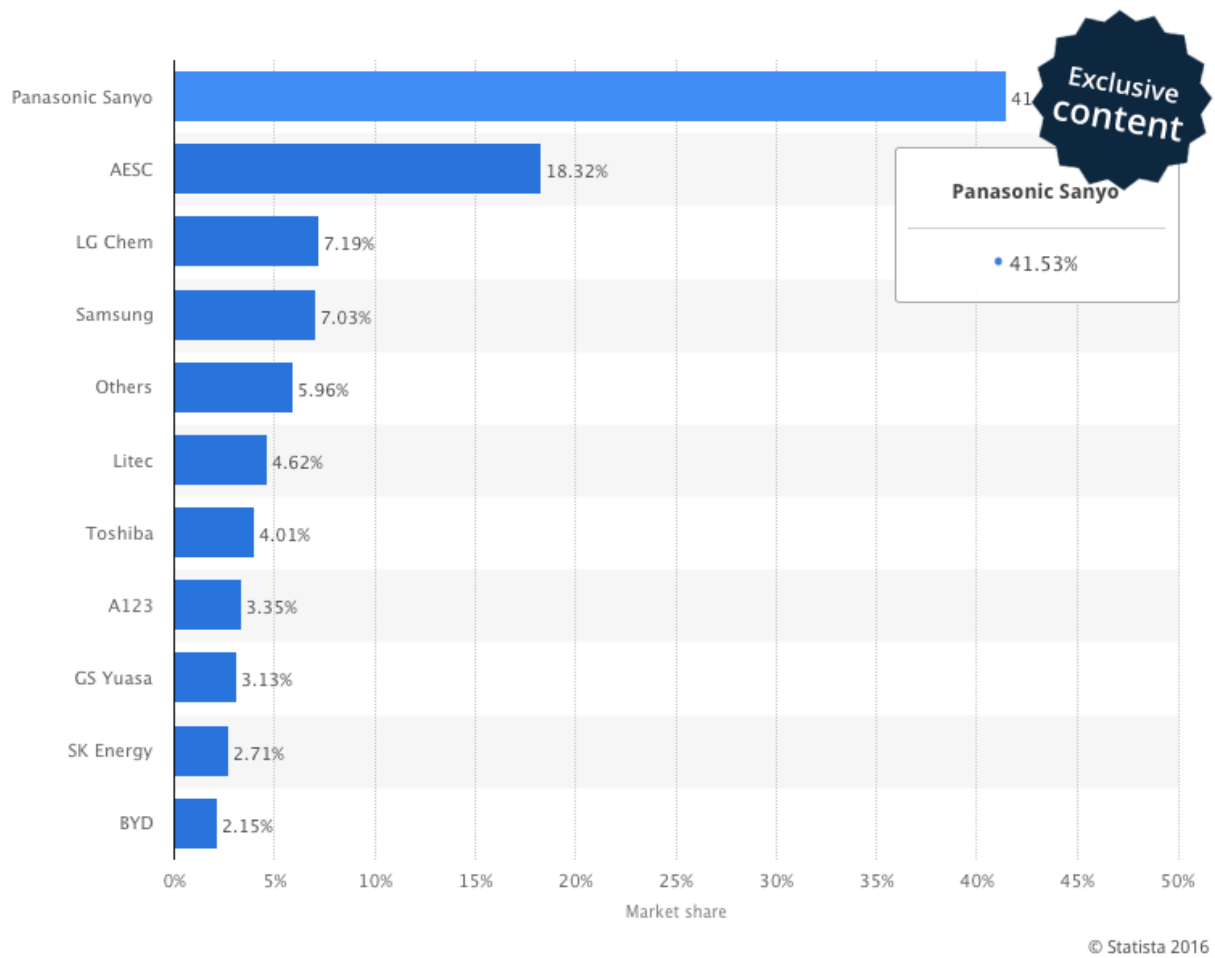


Figura 32: Participación de mercado esperada de productores de baterías de litio en el año 2016. Fuente: (Statista, 2016).

10.7 Principales tipos de Cátodos y su participación de mercado

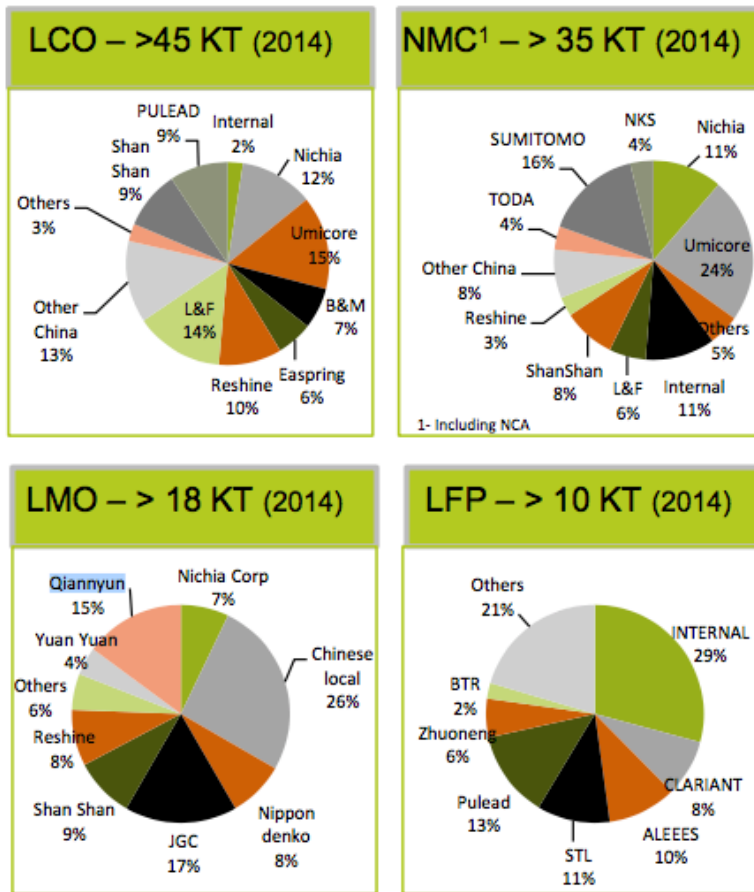


Figura 33 Participación de mercado de los principales tipos de Cátodos para Baterías de litio Fuente: (PILLOT, 2015).

10.8 Principales tipos de Ánodos y su participación de mercado

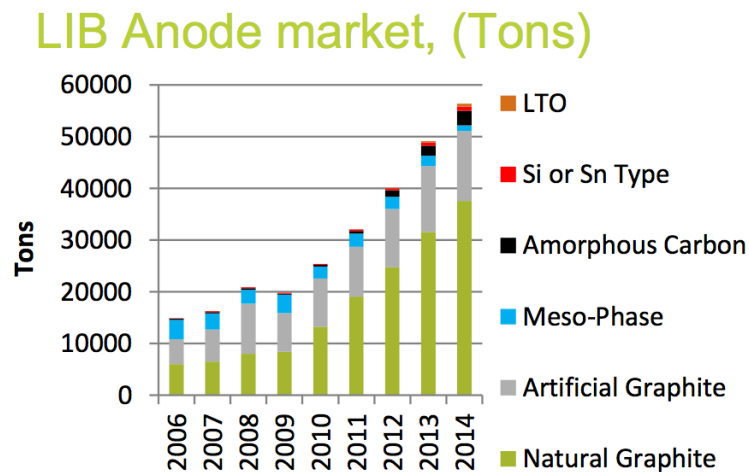


Figura 34 Participación de mercado de los principales tipos de Ánodos para Baterías de litio Fuente: (PILLOT, 2015).

10.9 Análisis de Estructura de Costo del Material Activo del Cátodo Tipo NMC622.

Los materiales activos del cátodo representan el mayor costo de los materiales de una celda. Existen diversas composiciones químicas de cátodos y por ende los minerales presentes en estas tendrán distinta importancia. Para el presente plan de negocios se utiliza el cátodo tipo NMC622.

A continuación, se presenta la estructura de costo en función de su composición química. El cálculo busca actualizar la estructura de costos con precios de los materiales actuales. A su vez, asume que los “otros costos” detallados a continuación, no asociados a los metales, se han mantenido en la industria y corresponden a los que detalla Renard (Renard, 2014). A su vez asume un margen del 15% observado en la industria. Como ejercicio también se modela el precio final si se obtuviera un 20% de descuento en las materias primas producidas en Chile, aunque este descuento no fue incorporado en el modelo financiero. El efecto cambia con la variación del precio de las materias primas.

g/mol	gramos				
94.377616	1.56718E-22				
Numero de Avogadro	6.022E+23	Li1.05(Ni0.6Mn0.2Co0.2)0.95O2-NMC 662			
Símbolo	Masa Atómica [g/mol]	# de Átomos	Masa Total [g/mol]	Porcentaje de Masa	Material total Cost /kg
Li	6.941	1.05	7.28805	7.72%	\$ 1.51
Ni	58.6934	0.57	33.455238	35.45%	\$ 4.10
Mn	54.938	0.19	10.43822	11.06%	\$ 0.29
Co	58.9332	0.19	11.197308	11.86%	\$ 5.54
Al	26.9815	0	0	0.00%	\$ -
Fe	55.845	0	0	0.00%	\$ -
P	30.973762	0	0	0.00%	\$ -
F	18.998403	0	0	0.00%	\$ -
O	15.9994	2	31.9988	33.91%	\$ -
EC		Total	94.377616	100.00%	
DMC		Factor de Perdida	8%	Costo Materia Prima	\$ 11.45
				Otros Costos	12
				Costos totales	\$ 23.45
				Precio	\$ 27.50
				Margen %	15%
				Margen	\$ 4.06
				Descuento por producción Local	20%
				Li Costo con descuento	1.211
				Mn Costo con descuento	0.231
				Costo Matría Prima nuevo	\$ 11.08
				Variacion	\$ 0.36
				Precio	\$ 27.08
				Kgs Requeridos por la Produccion	27,587,294
				Ahorros	\$ 9,947,822.46

ESTRUCTURA DE PRECIO/KG DEL MATERIAL ACTIVO DEL CÁTODO (MNC 622)

Componente	Porcentaje
Otros Costos	44%
Ni	15%
Co	20%
Margen	15%
Li	5%

Costo Materia Prima	\$ 11.45
Otros Costos	12
Costos totales	\$ 23.45
Precio	\$ 27.50
Margen %	15%
Margen	\$ 4.06
Descuento por producción Local	20%
Li Costo con descuento	1.211
Mn Costo con descuento	0.231
Costo Matría Prima nuevo	\$ 11.08
Variacion	\$ 0.36
Precio	\$ 27.08
Kgs Requeridos por la Produccion	27,587,294
Ahorros	\$ 9,947,822.46

Figura 35: Cálculo de estructura de costo del material activo del cátodo y gráfico de torta que muestra la estructura de costo. Fuente: Elaboración propia.

10.10 Análisis de la Cadena de Valor de la Industria de Manufactura de Baterías de Litio

El siguiente análisis se concentra en las etapas de manufactura de la cadena de valor de la industria y se realiza con el fin de proponer en qué parte de la cadena de valor se insertará el proyecto.

10.10.1 Materias primas

Las materias primas más importantes en la manufactura de baterías corresponden al Cobre, Cobalto, Nickel, Carbono, Aluminio, litio y Manganeso ordenados en término de su aporte a la estructura de costos de los materiales de celda (ver sección 6.3.1). En términos de producción anual, los minerales que restringen la capacidad de producción de baterías de litio corresponden al Cobalto y al litio (Kushnir, Dec. 2015).

Existen 19 países en el mundo que producen Cobalto (Brown, et al., 2016) y se estima que las reservas mundiales son de alrededor de 7,100,000 toneladas métricas. Las principales reservas se encuentran en la República del Congo (3,400,000 ton), seguido de Australia (1,100,000 ton) y en tercer lugar Cuba (500,000 ton). La producción anual el 2015 llegó a 124,000 toneladas métricas aumentando en un 0.81% con respecto al año anterior. El principal país productor de Cobalto corresponde a la República del Congo con un 50.8% de la producción global el 2015. Los países que lo siguen corresponden a China con un 5.8%, Rusia y Canadá ambos con un 5% y Australia con un 4.8% (U.S. Geological Survey, 2016). La producción de Cobalto en la república del Congo actualmente enfrenta fuertes críticas por el uso de niños para su extracción y las pésimas condiciones laborales a las que se enfrentan.

El litio es producido en 10 países y se estima que las reservas mundiales de litio corresponden a 34,000,000 ton. Las reservas más importantes se encuentran en Bolivia (9,000,000 ton), Chile (7,500,000 ton), Argentina (6,500,000 ton) China (5,100,000 ton) y Australia (1,700,000). La producción anual el 2015 fue de aproximadamente 32,500 toneladas métricas del mineral. El principal productor corresponde a Australia con 13,400 toneladas métricas, seguido de Chile con 11,700 toneladas métricas y en tercer lugar Argentina con 3,800 toneladas métricas y en cuarto lugar China con 2,200 ton métricas (U.S. Geological Survey, 2016). Se estima que para el 2030 la demanda de litio alcanzará las 25,000 toneladas métricas solo por la demanda de baterías de litio para vehículos eléctricos y para el 2050 se estima que la demanda podría variar entre 4 a 20 veces la demanda actual dependiendo de cómo evolucione el parque automotriz y el porcentaje de estas baterías que se recicle (Paul Nelson & Linda Gaines, 2010).

La actividad de explotación minera requiere de grandes inversiones y de acceso a los recursos naturales. Tanto las compañías mineras como empresas químicas se preocupan de purificar los minerales o formar los compuestos que se necesitan para las etapas posteriores. Los materiales procesados son considerados críticos para la calidad, en donde la pureza alcanzada tiene un gran impacto sobre el desempeño de las celdas. Estas compañías se pueden ver en el Anexo 10.10.6.

En los últimos años la extracción del litio ha sufrido muchos cambios. El año 2004, los “3 grandes” (Albemarle, SQM y FMC) producían el 84% de la producción global mientras que el 2014 está bajo al 53%. Albemarle se fortalece, mientras que SQM y FCM pierden participación de mercado. China corresponde al mayor consumidor y compañías chinas como Sichuan Tianqi Lithium y Jiangxi Ganfeng Lithium invierten en compañías extranjeras para asegurar la disponibilidad del recurso (Matich, 2016).

10.10.2 Cátodos, Ánodos, Electrolito, Separadores y Otros Componentes

10.10.2.1 Cátodos

Un cátodo corresponde al electrodo positivo de la celda y está compuesto por un material activo que se mantiene unido mediante un aglomerante de polímero. Existen distintos cátodos en el mercado los cuales varían su composición química (ver anexo 10.7). Este corresponde a aproximadamente el 40% de los costos de los materiales de la celda (ver sección 6.3).

El 2014 se produjeron 105 kilo toneladas (kT) de cátodos y generaron ventas de 2,5 Billones de dólares generando una tasa de crecimiento compuesto de 16%. La demanda de LCO el 2014 alcanzó las 45 kT, la de NMC las 35 kT, la de LMO las 18 kT y finalmente la LFP alcanzó las 10 kT. Los líderes del mercado corresponden a las marcas Umicore, Nichia, Reshine, Easpring y L&F. Por otro lado, están apareciendo nuevos entrantes como, BASF, DOW, LG Chem y 3M. Se proyecta una demanda al 2025 de más de 300 kT (PILLOT, 2015).

10.10.2.2 Ánodos

Un ánodo corresponde al electrodo negativo de la celda y está compuesto por un material activo que se mantiene unido mediante un aglomerante. Existen distintos ánodos en el mercado y los típicos corresponden a los presentados en el anexo 10.8. Los ánodos corresponden a aproximadamente al 14% del costo de los materiales de la celda (ver sección 6.3).

El 2014 se produjeron 57 kT de ánodos y generaron ventas de 800 millones de dólares generando una tasa de crecimiento compuesto de 14%. La demanda de Grafito Natural alcanza el 67% de la demanda total, seguido de grafito artificial con el 24%, Carbono Amorfo representa el 5%, MCMB el 2%, LTO un 1% y de tipo Si o Sn el 1% restante. El grafito natural se está volviendo un *commodity* al no ser posible diferenciar el producto. Los líderes del mercado corresponden a las compañías BTR, HITACHI y Nippon Carbon. Por otro lado, están apareciendo nuevos entrantes como Dupont, DOW, EnviaM, ShinEtsu, Dow y 3M. (PILLOT, 2015).

10.10.2.3 Separadores

Un separador consiste en una lámina de polietileno o polipropileno típicamente, porosa que permite a los iones de litio fluir entre el ánodo y el cátodo a través del electrolito, pero al mismo tiempo impidiendo que ocurra un corto circuito del proceso electroquímico. Este componente representa alrededor del 17% del costo de los materiales de la celda (ver sección 6.3).

El 2014 se produjeron 650 Mm² de separador y generaron ventas de 1.15 Billones de dólares generando una tasa de crecimiento anual compuesto de 18%. Los líderes del mercado corresponden a las compañías AsahiKASEI que acumula el 25% de participación de mercado, seguido de Tonen con 21%, SK Innovations con el 12% y Celgard con el 11%. Otros competidores corresponden a UBE y ENTEK entre otros. Por otro lado, están apareciendo nuevos entrantes como Dupont, LG Chem, DOW, Evonik, Teijin y UBE. (PILLOT, 2015).

10.10.2.4 Electrolito

Los electrodos (Cátodo y Ánodo) y el separador poseen una porosidad que es llenada por el electrolito. Este permite que durante la descarga los Iones de Li se muevan desde un electrodo, atravesando el separador y hasta insertarse en el electrodo opuesto.

El 2014 se produjeron 44 kT de electrolito y generaron ventas de 680 millones de dólares generando una tasa de crecimiento compuesto de 23%. Los líderes del mercado corresponden a las marcas CapChem con el 15% de participación de mercado, seguido de GTHR con el 14%, Mitsubishi con el 13%; PANAX-ETEC, ShanShan y Jinniu con el 8% cada una. Otras marcas corresponden a

Mitsui, UBE y Tinci. Por otro lado, están apareciendo nuevos entrantes como BASF, Dupont y LG Chem (PILLOT, 2015). Este material corresponde a aproximadamente el 12% del costo de los materiales de la celda.

10.10.2.5 Colectores

Los colectores de corriente corresponden a láminas de cobre para el ánodo y aluminio para el cátodo. En el caso del ánodo de LTO se permite usar Aluminio gracias al alto voltaje del ánodo relativo al litio. La lámina de cobre usualmente se produce mediante un proceso de electro-deposición mientras que la de aluminio mediante el enrollado de láminas gruesas con presión para transformarlas en láminas cada vez más delgadas. El costo de las láminas de cobre representa aproximadamente el 9% (ver sección 6.3) de los costos de los materiales de la celda (tipo NMC). El costo final de la lámina de cobre es afectada por el costo del lingote de cobre en aproximadamente un 23% (Nelson, et al., 2012) de su costo final. Las láminas de aluminio representan aproximadamente el 4% (ver sección 6.3) del costo de los materiales de la celda (tipo NMC). El costo final de la lámina de aluminio es afectada por el costo del lingote de aluminio en aproximadamente un 16% de su costo final (Nelson, et al., 2012).

10.10.2.6 Otros componentes

Otros materiales consisten en el aglutinante para el cátodo y para el ánodo y el aditivo del conductor, que representan el 2% de los materiales de celda (ver sección 6.3). El resto de los componentes de una celda consiste en los terminales, la bolsa de la celda, el conductor que corresponden a ítems comprados y que suman el 2% de los costos totales de la celda.

10.10.3 Celda

El siguiente paso en la cadena de valor corresponde a la celda. La figura a continuación muestra la estructura de una celda cilíndrica, prismática y laminada (posee electrolito de polímero). Sus usos principales actualmente consisten en abastecer al mercado de la telefonía celular, computadores portátiles y EV. Si bien poseen distintos formatos de construcción, el formato más popular corresponde a la cilíndrica usada ampliamente en el mercado de computadores portátiles. Esta tecnología ha alcanzado los menores costos hasta ahora, sin embargo, muchos productores de baterías orientados al mercado del EV están empujando fuertemente el desarrollo de las celdas prismáticas y laminadas llevando a que sus precios se estén equiparando. El 2014 los precios alcanzaron valores de 170 \$/kWh para las cilíndricas, alrededor de 300\$/kWh para las laminadas y 350\$/kWh para las prismáticas. En el anexo 10.4 se puede observar cómo ha variado el precio de las celdas por tipo de estructura.

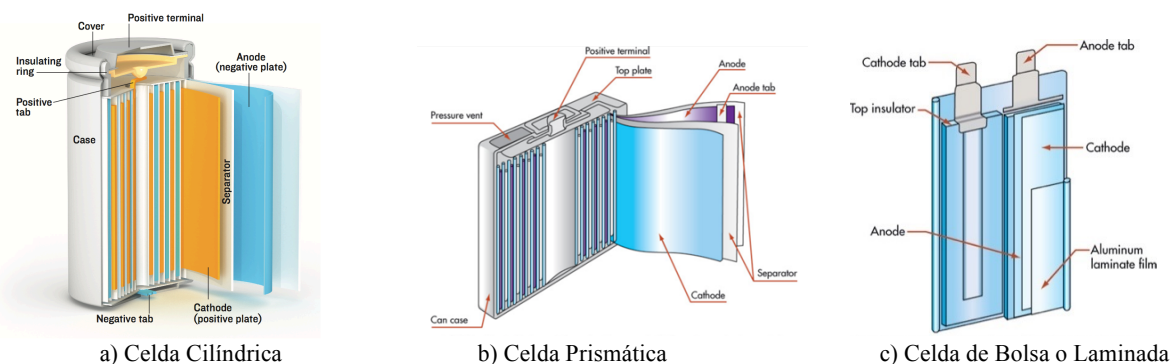


Figura 36: Tipos de Celdas de Li-ion por tipo de contenedor. Fuente: (a) 2006 HowStuffWork. (b y c) electronicdesign.com.

El 87% del costo de la celda corresponde a los materiales anteriormente vistos (materiales de celda sumado a los ítems comprados). El resto está compuesto de la mano de obra en un (1 %), el mantenimiento en un 6%, *overhead* y gastos generales de administración y ventas (4%) y finalmente gastos de investigación y desarrollo (2%) (ver sección 6.3)). El 2014 se vendieron aproximadamente 5.4 millones de celdas equivalente a 46 GWh de energía por un valor de USD \$13,600 millones, de los cuales aproximadamente el 23% está destinado a telefonía celular, el 6,6% a computadores portátiles y el 27% a los EV. Este mercado ha presentado un crecimiento anual compuesto de 14% en valor entre los años 2004 al 2014 y un 21% en volumen. Solo el mercado de los automóviles generó casi USD \$ 4,000 millones el 2014 y se estima que generó aproximadamente 5,600 millones en 2015 con márgenes brutos superiores al 10%. A su vez se proyecta que para el 2025 la industria crezca a valores cercanos a los 34 billones de dólares. A su vez se espera un crecimiento compuesto anual, en la industria de equipos electrónicos portátiles, de un 3.9% hasta el año 2025 mientras que sobre el 11% en la industria del EV de acuerdo a un reporte de Avicenne Energy (PILLOT, 2015).

Los productores más grandes durante la primera mitad del 2015 corresponden a Panasonic, con 20,5% en participación de mercado; Samsung con un 19%, LG Chem 14.8% y ATL 7.6% (GIFFORD, 2015). De acuerdo a Statista, esta configuración cambia el 2016 en donde Panasonic crece en su participación gracias al aumento de la demanda de Tesla por celdas y llega a ocupar el 41%, AESC el 18.32%, LG Chem el 7.19% y Samsung el 7.03% (ver anexo 10.6). Muchos productores que fabrican celdas también fabrican módulos y packs de baterías.

10.10.4 Módulos, Packs De Baterías y Soluciones de *Battery Energy Storage Systems* (BESS)

Un módulo es constituido por un grupo de celdas, mientras que un pack es constituido por un grupo de módulos. La fabricación de estos usualmente van de la mano. A continuación, se muestran ejemplos de módulos y packs de baterías.

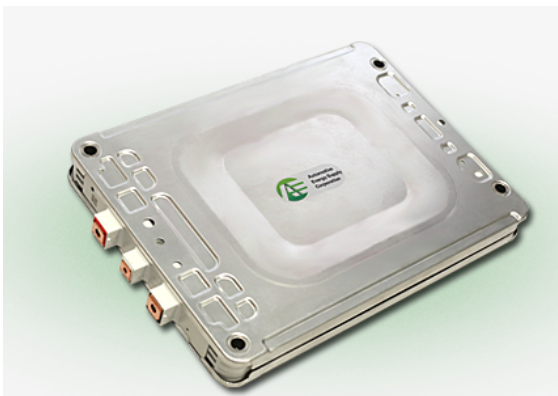


Figura 37: Módulo compuesto por 4 celdas de bolsa. Fuente (AESC, 2017). (Fuente: <http://www.eco-aesc-lb.com>)



Figura 38: Módulo compuesto de 6 celdas. Fuente: (Kokam,2017) <http://kokam.com/modulepack/>)

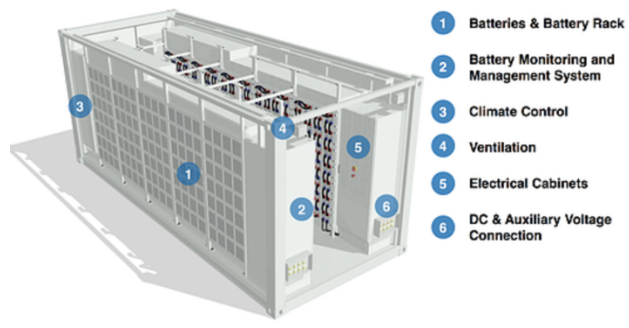
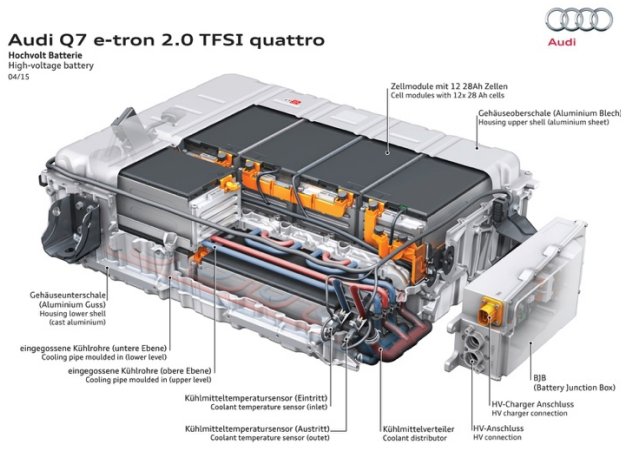


Figura 39: Pack de baterías para Audi Q7. Fuente: (Inside EVs, 2016) Figura 40: Diagrama de BESS (Solstice Power Solutions, 2017)

10.10.4.1 Demanda Actual y Proyecciones de BESS

En los últimos años, baterías de gran capacidad están emergiendo en el mercado con una capacidad instalada a nivel mundial de aproximadamente 750 MW y solo en EEUU un total de 221 MW, siendo baterías de Li-ion la tecnología más utilizada. Este mercado generó un crecimiento de 250% en EEUU alcanzando USD \$ 743 millones (Navigant Research, 2016) con precios que van desde los US\$ 700 por kWh a los US\$ 1,200 por kWh. Un estudio realizado por The International Renewable Energy Agency (IRENA) estimó que para el 2023 se necesitarán 14 GW (US\$ 18 billones) de almacenamiento energético por baterías (Kempener & Borden, 2015) solo para almacenamiento de gran escala. Según un estudio de Navigant Research, solo para la integración de energías renovables, el mercado crecerá a 12.7 GW al 2025 (Navigant Research, 2016), lo que se encuentra alineado con las estimaciones anteriores.

A su vez IRENA proyecta que para el 2030 se necesitarán 150 GW de capacidad de almacenamiento energético por baterías para alcanzar los niveles de energías renovables proyectados (Clover, 2015) . Esto equivale a agregar al sistema aproximadamente 1 Gigafactory adicional para esa fecha solo para abastecer esta demanda.

Sin embargo, un estudio de proyección de precios nivelados de la energía estima que recién el año 2030 los precios de almacenamiento llegaran a 100.6 USD/MWh alcanzando precios competitivos en el mercado. Bajo este escenario aun no existen tecnologías que haga este mercado atractivo, encareciendo bastante el costo nivelado de la energía de almacenamiento (World Energy Council, 2016).

10.10.4.2 Demanda Actual y Proyecciones para el mercado de Baterías de litio para La Industria del Vehículo Eléctrico

La producción de baterías de Li esta principalmente concentrada en China, Japón y Corea del Sur los cuales producen el 88% de las celdas de LIBs y el 79% de las celdas para el mercado de los EV. Esto a su vez provoca que en estos mismos países se generen clúster de manufactura de insumos para las celdas como son los cátodos, ánodos, separadores y electrolitos. Sin embargo, EEUU está entrando fuertemente al mercado con la Giga Factory de Tesla, por lo que el panorama cambiará fuertemente en el mediano plazo (ver anexo 10.3). Inicialmente el mercado partió en

Japón debido a un fuerte apoyo del Gobierno Japonés y el mismo ejemplo lo siguió China y luego Corea del Sur (Chung, et al., 2016).

De acuerdo a un informe de la CEMAC, el 2015 existía una capacidad instalada de 43,6 GWh con una utilización del 22%. Esta baja utilización se debe a una sobre inversión frente a expectativas de crecimiento de las industrias de EV y energías renovables (Chung, et al., 2016).

Diversas estimaciones proyectan un crecimiento anual de 36% (promedio geométrico de crecimiento) desde 11GWh el 2015 a 54 GWh al 2020 (Chung, et al., 2016). Un informe de Bloomberg *New Energy Finance* del año 2016 proyectó una demanda de EV por 41 millones para el 2040 representando el 35% de las ventas de vehículos livianos. A su vez, el mismo estudio estima que los EV equivaldrán al 25% de los vehículos en funcionamiento para esa fecha (MacDonald, 2016). El cálculo se realizó considerando que los EV poseen una batería de 60 kWh por lo tanto representan una capacidad de producción anual de 2501 GWh. Esto se traduce en aproximadamente 68 Giga-Factory de Tesla adicionales.

10.10.5 Principales Competidores y Market Share

Para el caso de la industria de las baterías de litio destinadas a la industria del vehículo eléctrico, los principales competidores corresponden a Panasonic Sanyo con un 41% de la participación de mercado el 2016, AESC con un 18,32% LG Chem con un 7.19%, Samsung con un 7.03% (ver anexo10.6). Otros competidores importantes corresponden a Litech, Toshiba, A123, GS Yuasa, SK Energy y BYD, Blue Energy, China BAK Battery, Coslight, Hitachi, Saft, Johnson Controls, Kokam, Li-Tec, MANZ AG, NEC, SK Innovation, Sony, y Tianjin Lishen Battery.

En el caso de la industria del BESS, destacan varias marcas como TESLA, ABB, BOSCH, BYD, AES Energy Storage entre otras.

10.10.6 Grado de Integración de la Cadena de Valor

En la Figura 41 se posiciona a actores relevantes de la cadena de valor de la industria para evaluar el nivel de integración vertical que existe. El análisis entrega que el grado de integración en la industria es de nivel medio. Hoy existen varias compañías que buscan la integración vertical a lo largo de toda la cadena de valor, salvo en la extracción minera y refinamiento de compuestos minerales. Compañías como NEC, LG Chem, ATL, Samsung SDI, SK Innovations y TESLA en los próximos años, están presentes desde la fabricación o diseño de cátodos, y ánodos hasta el pack de baterías, incluso ofreciendo soluciones de almacenamiento energético a gran escala. Algunas empresas como Litarion y Litec generan componentes de celda hasta la celda completa. Otras compañías se encuentran integradas a nivel de componentes de celda como 3M, UBE, Dupont, Dow, Mitsubishi Chemical, BASF etc. Otras se encuentran integradas a partir de la elaboración de la celda hasta el pack o Sistema de almacenamiento energético como Kokam, AESC, A123, BYD, EnerDel, Johnson Controls. A su vez muchas solo realizan una actividad de la cadena de valor.

								eEV	ESS	ESS
Materiales	Catodos	Anodos	Separadores	Electrolito	Celdas	Modulos	Packs	Rack	ESS	ESS
SQM	LG Chem			LG Chem	LGChem	LGChem	Integracion		Utility	
	ATL	ATL			ATL	ATL	ATL	LGChem	LGChem	ATL
FCM Lithium			UBE	UBE	AESC	AESC	AESC			
Albermarle	A123 (Johnson Matthey)				A123	A123	A123			
Sumitomo Metal Mining	3M	3M		3M	BYD	BYD	BYD	BYD	BYD	BYD
			Dupont	Dupont	Kokam	Kokam	Kokam	Kokam	Kokam	Kokam
	Samsung SDI	Samsung SDI		Samsung SDI	Panasonic	Panasonic	Samsung SDI	Samsung SDI	Samsung SDI	Samsung SDI
					Electrovaya	Electrovaya	Electrovaya	Electrovaya	Electrovaya	Electrovaya
					EnerDel	EnerDel	EnerDel	EnerDel	EnerDel	EnerDel
					Johnson Controls	Johnson Controls	Johnson Controls	Johnson Controls	Johnson Controls	Johnson Controls
	NEC	NEC		NEC	NEC	NEC		NEC	NEC	NEC
	TESLA	TESLA		TESLA	TESLA	TESLA	TESLA	AES	Soft America	AES
					Valence Technology	Valence Technology		Yunicos	Yunicos	Yunicos
	Dow	Dow	Dow	Dow	SK Innovations	SK Innovations	SK Innovations	Bosch	Bosch	Bosch
	SK Innovations	SK Innovations	SK Innovations	SK Innovations	SK Innovations	SK Innovations	SK Innovations	Greensmith	Greensmith	Greensmith
	Litarion	Litarion	Litarion	Litarion	Litarion	Litarion				
	Litec	Litec	Litec	Litec	Litec	Litec				
		Altainano			Altainano	Altainano		Altainano	Altainano	Altainano
Mitsui Mining and Smelting			Mitsui Chemicals	Mitsui Chemicals	ABB				ABB	
					All Cell Technologies	All Cell Technologies		All Cell Technologies	All Cell Technologies	All Cell Technologies
					Boston Power	Boston Power				
		Mitsubishi Chemical		Mitsubishi Chemical	Coda	Coda		Coda	Coda	Coda
	BASF			BASF	GS Yuasa	GS Yuasa				
					Toshiba	Toshiba		Toshiba	Toshiba	Toshiba
							BMS			
	Nihon Chemicals	BTR	SEPARION	Zhagjiagang Guo tai-Huang	Compact Power	Compact Power	Panasonic		Commercial	
	Nichia	Hitachi	Asahi KASEI	DAIKIN	Hitachi	Hitachi	LGChem		BYD	
Tanaka Chemicals		Nippon Carbon	Teijin	PanaX etec	Lishen	Lishen	A123		Mitsubishi	
Kansai Catalyst	TODA	enviaM	ENTEK	Tianjin Jinniu	Maxpower	Maxpower	Kokam		Greensmith	
Santoku	Tronox	ShinEtsu	TORAY Tonen	CAPCHEM	Maxwell	Maxwell	SK Innovations			
Honeywell	L&F	Osaka Gas Chemicals	CELGARD	GTHR	Quatum Technologies (Fuel Cells)	Quatum Technologies (Fuel Cells)	All Cell Technologies			
Kanto Denka	Umicore	Superior Graphite	Evonik	Panex	Storage Battery Systems	Storage Battery Systems	Coda			
Morita	EASPRING		Toray Tonen	TSC Michigan	JCS	JCS	Electrovaya		Residential	
Stella	Reshine			LithChem	Valence Technology	Valence Technology	Johnson Controls		LGChem	
				Shanshan	Yardney	Yardney	Valence Technology		ATL	
				Tinci	AC-Propulsion	AC-Propulsion	HMS		BYD	
							LGChem		TESLA	
							A123		Sharp	
							3M		Greensmith	
							Coda			

Figura 41: Grado de integración de la cadena de valor Fuente: Elaboración propia.

10.10.7 Cadena de Suministro

De acuerdo al informe de CEMAC (Chung, et al., 2015), hasta el año 2014, la distribución de materia prima y materiales refinados se realiza a nivel global. Los cátodos, ánodos, electrolitos, separadores y demás componentes de la celda se distribuyen a nivel regional. Las celdas se distribuyen a nivel global. Finalmente, los packs de baterías se distribuyen a nivel local principalmente por los costos de traslado, conocimiento del producto de destino y *know-how* de integración. Sin embargo, la integración de la cadena de valor está cambiando debido a la escala y nivel de integración de las nuevas fábricas como es el caso de Tesla que posee un acuerdo de desarrollo con Panasonic el cual producirá desde algunos de los componentes de las celdas hasta el pack de baterías completo, incluso ubicándose muy cercanos a una mina de litio en Silverpeak, Nevada cuyo propietario es Albemarle.

10.10.8 Estado del Arte de Tecnologías Sustitutas

La Figura a continuación muestra la madurez de distintas tecnologías de almacenamiento energético. En ella a su vez se separan las tecnologías que se encuentran en investigación y desarrollo, demostración y despliegue y finalmente comercialización. Cerca de la cima, que representa la zona con un mayor potencial económico, se encuentran cuatro tecnologías: Flywheel, Redox Flow Batteries, LAES y Baterías de litio-ion.

La Flywheel se utiliza para el almacenamiento en el rango de segundos a una hora y se caracterizan por su alta densidad de potencia por lo que pueden entregar su energía almacenada de forma muy rápida. Sin embargo, no podrán competir con las baterías de EV ya que estas no poseen una densidad de energía elevada limitando su aplicación futura para vehículos híbridos (Burns, 2014). Por otro lado, la tecnología de Redox Flow Batteries y LAES representará una competencia en el ámbito del almacenamiento a gran escala. Los factores que facilitan que una tecnología avance en

el ciclo de vida hacia la madurez se deben a varios factores incluidos los incentivos del mercado, volúmenes desplegados, restricciones geográficas y técnicas (ver anexo 10.2).

Actualmente las baterías de litio se encuentran ubicadas en una posición en la cual tanto los riesgos como los requerimientos de capital están bajando. A su vez, la fuerte demanda proyectada está generando condiciones en la cual el desarrollo tecnológico avanza rápido, disminuyen los costos y la tecnología se hace cada vez más atractiva y competitiva. Es por eso que estamos en una ventana de tiempo en la que la captación de valor es alto.

Las baterías de litio para el mercado de los vehículos eléctricos se encuentra en una posición muy favorable para el mercado de EV y algo complejo para el mercado de almacenamiento energético debido a posibles tecnologías alternativas. Sin embargo, la fuerte demanda actual y la proyectada para los próximos años generará un entorno muy favorable para que baje el riesgo y mejore la tecnología a una velocidad probablemente mayor que la de otras tecnologías.

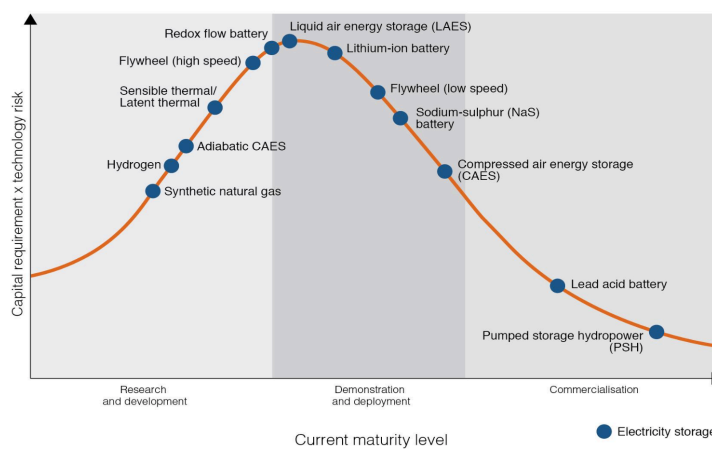


Figura 42 Tecnologías de almacenamiento energético mejorando su nivel de madurez Fuente: (World Energy Council, 2016)

A su vez cabe destacar que las tecnologías de almacenamiento desarrolladas poseen tiempos de implementación que son de alrededor de 6 años para la industria del automóvil y de 5 años en la industria del BESS, dificultando así la entrada de nuevas tecnologías (Roland Berger, 2012).

10.11 Análisis del Ciclo de Vida de la Industria de Manufactura de Baterías de litio

El siguiente análisis utiliza el método descrito en *“the concept of industry life cycle and development of business strategies”* (Andrija Sabol, 2013) en el cual se utiliza la siguiente tabla la cual evalúa diversos aspectos para determinar en qué etapa del ciclo de vida se encuentra una industria. Los elementos marcados en azul representan las características que mejor representan el estado de la industria de las baterías de litio en base a los análisis realizados a lo largo de esta tesis.

	Introducción	Crecimiento	Madurez	Declinamiento
Demanda	Limitada a usuarios pioneros; altos ingresos; vanguardistas	Penetración de mercado rápidamente aumentando	Mercado masivo, reemplazo/repetición de compra. Clientes son sensibles al precio y poseen conocimiento del	Obsolencia
Tecnología	Tecnologías en competencia. Innovación de productos rápida	Estandarización en torno a la tecnología dominante; Innovación de procesos rápidos	Conocimiento técnico ampliamente difundido: Búsqueda de mejoras tecnológicas	Baja innovación de productos o procesos
Productos	Mala calidad. Amplia variedad de características y tecnologías. Cambios frecuentes en el	Diseño y calidad mejorando; Surgimiento de un diseño dominante	Tendencia a la comoditización. Intentos de diferenciación por marca, calidad, agrupación	Los productos básicos son la norma: diferenciación difícil y poco rentable
Manufactura y Distribución	Corridas de producción pequeñas. Alto contenido de mano de obra calificada.	(FUTURO ESPERADO POR DEMANDA PREVISTA) Escasez de capacidad, producción en masa,	(PRESENTE) Exceso de capacidad, descalzamiento de la producción, largas carreras de producción,	Sobrecapacidad crónica, reaparición de canales especiales
Intercambio Comercial	Producers and consumers in advanced countries	Exports from advanced countries to rest of world	Production shifts to newly industrializing then developing countries	Exports from countries with lowest labor costs
Competencia	Pocas empresas	Entrada, fusiones y salidas FABRICACIÓN DE BATERÍAS	Sacudida del mercado. La competencia de precios aumenta FABRICACIÓN DE CELDAS	Guerras de Precios. Avandono del mercado
Factores Clave de Éxito	Innovación de producto. Estableciendo una imagen creible de la empresa y del producto	Diseño para la fabricación, acceso a la distribución. Construcción de marcas. Desarrollo rápido de productos. Innovación de procesos	Eficiencia en costos mediante la intensidad de capital, Eficiencia de escala y bajos costos de insumos	Bajos gastos generales. Selección de compradores. Compromiso de señalización, racionalización de la capacidad

Figura 43: Análisis del ciclo de vida de la industria de manufactura de baterías de litio. Fuente: Elaboración propia.

Se concluye que la industria se encuentra en una etapa de crecimiento y los factores claves de éxito corresponden a dedicar tiempo y recursos a un correcto y óptimo diseño para la fabricación. A su vez, las redes de distribución no se encuentran completamente establecidas por lo que también se debe ganar acceso a ellas. Se deberá poner énfasis en la marca para posicionarse en el mercado. Con respecto al producto, es necesario generar un desarrollo ágil a los cambios del mercado incorporando oportunamente las mejoras tecnológicas. A su vez es necesario incorporar innovación en los procesos principalmente en la manufactura para optimizar los costos y así mantener la competitividad.

10.12 Cálculo del Costo del Capital (WACC)

El cálculo del WACC evalúa diferentes países inversionistas que son productores de baterías de litio o de autos eléctricos actualmente. Esto se realiza con el fin de sensibilizar la variable para ver cómo se comportan estos países en la región.

El cálculo realizado sigue la siguiente ecuación:

$$WACC = \frac{Deuda}{Activos} \times (1 - Impuesto) \times R_D + \frac{Patrimonio}{Activos} \times R_E$$

Donde R_D es el costo de la deuda y R_E el costo del capital propio.

10.12.1 Costo de la deuda en Chile (R_D).

Para determinar el costo de la deuda en Chile se utiliza el método aproximado descrito en *Introduction to Corporate Finance* (Frison, et al., 2013).

Para esto se estimó el costo aproximado de la deuda de empresas de gran escala que realicen algún tipo de manufactura en Chile. No se utilizan empresas de manufactura de baterías de litio ya que esta industria no se encuentra desarrollada actualmente en Chile. La información de cada empresa se obtiene a partir de la Ficha Estadística Codificada Uniforme (FECU) de cada empresa del año 2015.

Primero se realiza el cálculo de los intereses netos.

$$\text{Intereses Netos} = \text{Costos Financieros} - \text{Ingresos Financieros}$$

Posteriormente se determina la Deuda Neta a partir de los Estados Financieros del año 2015 y el 2014 y posteriormente se calcula el promedio de ambos.

$$\text{Deuda Neta} = (\text{Pasiv. Financieros (Corrientes + No Corrientes)} - \text{Efectivo y equivalente al Efectivo})$$

Finalmente, para determinar el costo aproximado de la deuda para el año se realiza la siguiente división.

$$\text{Costo aprox. Deuda}_{2015} = \frac{\text{Intereses Netos}}{\text{Deuda Neta Promedio}}$$

Posteriormente se procede a ajustar el costo de la deuda para el periodo actual. Para esto se obtiene la tasa de rentabilidad de los bonos del Banco Central de Chile para el 2015 y se le resta al Costo aproximado de la deuda. De la resta se obtiene *Risk Premium* de la deuda. Posteriormente se procede a sumarle a esto la tasa de retorno del bono del banco central actual.

$$R_d = \text{Costo aprox. Deuda}_{2017} = \text{Costo aprox. Deuda}_{2015} - \text{Tasa Retorno}_{BNC2015} + \text{Tasa Retorno}_{BN 2017}$$

Finalmente se obtiene el promedio de estas empresas para aplicarlo al Proyecto.

EMPRESAS	Cristalerías de Chile	CCU	Embotellador a Andina	Concha y Toro	Viña Pedro	San Watts
Intereses Netos	\$4,674,741.00	\$15,255,586.00	\$45,550,842.00	\$9,413,201.00	\$1,329,329.00	\$4,844,033.00
Deuda Neta 2015	\$60,002,782.00	\$180,900,536.00	\$698,356,093.00	\$269,206,875.00	\$5,312,105.00	\$117,595,145.00
Deuda Neta 2014	\$71,351,400.00	\$199,852,850.00	\$730,504,446.00	\$247,287,868.00	\$10,447,419.00	\$118,957,695.00
Deuda promedio	\$65,677,091.00	\$190,376,693.00	\$714,430,269.50	\$258,247,371.50	\$7,879,762.00	\$118,276,420.00
Costo de la Deuda_2015	7.12%	8.01%	6.38%	3.65%	16.87%	4.10%
Yield Promedio_10Y Bono BNC_2015	4.61%	4.61%	4.61%	4.61%	4.61%	4.61%
Risk Premium	2.51%	3.40%	1.77%	-0.96%	12.26%	-0.51%
Yield Promedio_10Y Bono BNC_2017	4.17%	4.17%	4.17%	4.17%	4.17%	4.17%
Costo Deuda Actual	6.68%	7.57%	5.93%	3.20%	16.43%	3.65%
PROMEDIO	7.25%					

Tabla 31: Cálculo del Costo aproximado de la deuda en Chile. Fuente: Elaboración propia.

10.12.2 Costo de la Deuda Brasil y Argentina

En este caso se tomaron valores de referencia obtenidos a partir del sitio web www.waccexpert.com.

Costo de la Deuda	Rango inferior	Rango Superior	Promedio
Argentina	9.72%	10.72%	10.22%
Brasil	4.32%	5.32%	4.82%

Tabla 32: Costo de la deuda promedio de Argentina y Brasil.

10.12.3 Costo del Capital Propio (R_E)

Para el cálculo del costo del capital de los inversionistas se debe considerar que al provenir de un país extranjero se debe incorporar una prima de riesgo debido al riesgo del país receptor de la inversión. Para esto se utiliza el método descrito por Damodaran (Damodaran, 2017) para estimar la prima de riesgo. Luego esta prima reemplaza el *Equity Risk Premium* del método CAPM que es uno de los métodos más utilizados para estimar el costo del capital propio. De esta forma la ecuación para determinar el Costo del capital propio queda de la siguiente forma:

$$R_E = \text{Risk Free Rate} + \beta * \text{Country Risk Premium}$$

10.12.3.1 Prima de riesgo del país (*Country Risk Premium*)

De acuerdo al método descrito por Damodaran se parte con la prima de mercado considerando un mercado maduro y se le suma la prima de riesgo. El mercado maduro que se toma como referencia es el de Estados Unidos y se calcula la prima de riesgo implícita del capital del S&P500 que corresponde a 5.69% (al 5 de enero del 2017) (Damodaran, 2017).

A continuación, se determina el *Country Default Spread* a partir de la clasificación de riesgo del país receptor. Utilizando la tabla de Damodaran, que relaciona el riesgo soberano con el Country Default Spread se obtiene el default spread para cada uno de los países evaluados.

Posteriormente se multiplica por un factor de ajuste que corresponde una ratio entre el Índice de la desviación estándar de S&P *Emerging Market* y el índice de la desviación estándar del BAML *Emerging Public Bond*. De acuerdo a Damodaran el factor corresponde a 1.23. Posteriormente se suma el Base Equity Premium de Estados Unidos y se obtiene el Country Risk Premium.

Country Risk Premium			
País	Chile	Argentina	Brasil
Moody's	Aa3 (estable)	B3 (estable)	Ba2 (negativo)
Default Spread	0.68%	7.29%	3.37%
Factor de Ajuste	1.23	1.23	1.23
Country Default Spread	0.84%	8.97%	4.15%
Base Equity Premium	5.69%	5.69%	5.69%
Country Risk Premium	6.53%	14.66%	9.84%

Tabla 33: Cálculo del Country Risk Premium. Fuente elaboración propia.

Rating	Sovereign Bonds
Aaa/AAA	0.00%
Aa1/AA+	0.45%
Aa2/AA	0.56%
Aa3/AA-	0.68%
A1/A+	0.79%
A2/A	0.95%
A3/A-	1.35%
Baa1/BBB+	1.79%
Baa2/BBB	2.13%
Baa3/BBB-	2.47%
Ba1/BB+	2.80%
Ba2/BB	3.37%
Ba3/BB-	4.04%
B1/B+	5.05%
B2/B	6.17%
B3/B-	7.29%
Caa1/CCC+	8.41%
Caa2/CCC	10.10%
Caa3/CCC-	11.21%
Ca/CC	13.45%

Tabla 34: Tabla que relaciona la clasificación de riesgo de un país con el Default Spread para ese riesgo. Fuente (Damodaran, 2017).

10.12.3.2 Estimación del Beta

Primero se realiza una evaluación de los betas de las empresas de manufactura de baterías de litio productoras de automóviles eléctricos más importantes del mundo. De cada una de estas empresas también se obtiene la relación deuda patrimonio y el impuesto a la renta de su país de origen con el fin de des-apalancar el beta.

Cálculo del Beta Desapalancado							
Compañía	País	Beta	CODIGO ACCION	Impuesto a la Renta	D/E	Unlevered Beta	Fuente
Samsung	Corea del Sur	1.56	005930.KS	22%	7.48%	1.47	(reuters)
LG Chem	Corea del Sur	No Disponible		22%			
SK Energy	Corea del Sur	1.67	096770.KS	22%	43.22%	1.25	(reuters)
AESC (NEC)	Japon	1.16	NEC Corp (6701.T	23.9%	70.36%	0.76	(reuters)
PANASONIC	Japon	1.71	PCRFY	23.9%	70.64%	1.11	(reuters)
TOSHIBA	Japon	1.38	TOSYY.PK	23.9%	169.04%	0.60	(Yahoo Finance)
A123	Estados Unidos	No Disponible		35%			
TSLA	Estados Unidos	1.19	TSLA	35%	118.25%	0.67	(Yahoo Finance)
GS Yuasa	China	No Disponible	GYUAF	25%			
BYD	China	1.85	BYDDF	25%	67.80%	1.23	(Yahoo Finance)
BMW	Alemania	1.78	BMW.F	15%	205.82%	0.65	
VW	Alemania	1.26	VOW.F	15%	166.58%	0.52	(Yahoo Finance)
Litec	Alemania	No Disponible		15%			

Tabla 35: Cálculo del beta des apalancado para diversas empresas de la industria de baterías de litio.

Posteriormente se toma una aproximación del beta por país al considerar un promedio de los beta de las empresas de cada país. A continuación se re-apalanca considerando la relación Deuda sobre Patrimonio promedio del país y a su vez considerando el impuesto local. Se utiliza la misma relación deuda patrimonio al suponer que la empresa que invierta no alterará significativamente su balance entre activos y pasivos + patrimonio por el proyecto. Al momento de definir una empresa

en etapas más avanzadas se podrá definir con claridad cuál será el costo del capital propio al tomar las condiciones específicas de la empresa.

Cálculo del Re Apalancado						
Países	Estados Unidos	Corea del Sur	Japon	China	Alemania	Francia
BETA_u	0.67	1.361	0.824	1.23	0.584	No Disponible
Deuda/Patrimonio	118.00%	25.35%	103.35%	67.80%	186.20%	No Disponible
Impuesto a aplicar Chile	27.00%	27.00%	27.00%	27.00%	27.00%	27.00%
BETA_Re Apalancado Chile	1.25	1.61	1.45	1.83	1.38	No Disponible
Impuesto a aplicar Argentina	35.00%	35.00%	35.00%	35.00%	35.00%	35.00%
BETA_Re Apalancado Argentina	1.19	1.59	1.38	1.77	1.29	No Disponible
Impuesto a aplicar Brasil	34%	34%	34%	34%	34%	34%
BETA_Re Apalancado Brasil	1.20	1.59	1.39	1.78	1.30	No Disponible

Tabla 36: Cálculo de los Betas re apalancados de Potenciales países inversionistas en Chile, Argentina y Brasil. Fuente: Elaboración propia.

10.12.3.3 Tasa libre de Riesgo (Risk Free Rate)

La tasa de rendimiento de los bonos de 10 años de los bancos centrales de los países evaluados se utiliza como la tasa libre de riesgo.

Bond Yields Resto del Mundo									
	Estados Unidos	Corea del Sur	Japon	China	Alemania	Francia	Chile	Argentina	Brasil
Tasa Retorno del Bono BCN 10 años	2.44%	2.17%	0.10%	3.38%	0.42%	1.04%	4.16%	7.00%	10.87%

Tabla 37: Rendimiento de los Bonos de los bancos centrales de diversos países. (Trading Economics, 2017) ((Kilby, 2017).

10.12.3.4 Resultado del CAPM

El resultado de las combinaciones de países inversionistas y países receptores de la inversión se puede observar en la siguiente tabla.

País Receptor/Inversionista	Estados Unidos	Corea del Sur	Japon	China	Alemania	Francia
Chile	10.62%	12.71%	9.54%	15.35%	9.42%	10.04%
Argentina	19.87%	25.42%	20.29%	29.28%	19.36%	19.98%
Brasil	14.22%	17.81%	13.73%	20.85%	13.24%	13.86%

Tabla 38: Costo del capital propio considerando a Chile, Argentina y Brasil como receptores de inversión y varios países como emisores de inversión.

10.12.4 Resultado del Cálculo del WACC

La estructura de deuda patrimonio se determina en el análisis de fuentes y usos en la sección 6.5.1. Por lo tanto, tomando los montos Deuda y Patrimonio y asumiendo un costo de la deuda de corto plazo de 15% se reemplazan en la ecuación a continuación por cada país para obtener la variación de WACC por caída país receptor de inversión.

Monto Deuda L.P.	Monto Deuda C.P.	Monto del Patrimonio	Activos
500,000,000	500,000	902,265,862	1,402,765,862

$$WACC = \frac{D \text{ Largo Plazo}}{\text{Activos}} \times (1 - \text{Impuesto}) \times R_{D_{LP}} + \frac{D \text{ Corto Plazo}}{\text{Activos}} \times (1 - \text{Impuesto}) \times R_{D_{LP}} + \frac{\text{Patrimonio}}{\text{Activos}} \times R_E$$

El resultado del cálculo del WACC se observa en la tabla a continuación:

Receptor de Inversión	País Inversionista					
	Estados Unidos	Corea del Sur	Japon	China	Alemania	Francia
Chile	8.72%	10.06%	8.02%	11.76%	7.95%	8.35%
Argentina	15.15%	18.72%	15.42%	21.21%	14.82%	15.22%
Brasil	10.28%	12.59%	9.97%	14.55%	9.65%	10.05%

Tabla 39: WACC considerando potenciales países inversionistas y sus receptores de inversión.

10.13 Cálculo del Costo de la Mano de Obra

Para evaluar el costo de la mano de obra, particularmente en la II Región de Chile, se toma como referencia los datos declarados ante el Servicio de Impuestos Internos acerca de la renta total neta pagada (Art. 42° N° 1, Ley de la Renta) y a partir de esta se reconstruye la renta neta pagada mensual.

RUBRO ECONÓMICO	Año Tributario 2016 (II Region)						
	(Año comercial 2015)						
	N° de Empresas	Monto de Ventas (miles de UF)	N° Trabajadores Dependientes Informados	Remuneraciones de Trabajadores Dependiente (UF)	Costro Promedio Trabajador [UF/año]	Renta Neta Promedio Trabajador [clp/año]	Renta Neta Promedio Trabajador [clp/mes]
C - Explotación de Minas y Canteras	456	171,920,929	11,665	8,000,517	686	18,045,854.41	1,503,821
D - Industrias Manufactureras No Metálicas	1,359	12,508,304	10,953	2,539,772	232	6,101,067.75	508,422
E - Industrias Manufactureras Metálicas	1,254	21,470,278	17,747	3,604,907	203	5,344,575.19	445,381
F - Suministro de Electricidad, Gas y Agua	86	80,113,425	4,127	2,550,824	618	16,262,609.40	1,355,217
G - Construcción	3,375	38,876,731	45,731	6,340,589	139	3,648,069.11	304,006

Tabla 40: Renta Total Neta Pagada y descomposición a renta neta pagada mensual por distintos rubros de la II Región de Chile. Fuente: (Servicio de Impuestos Internos, 2016).

A partir de la renta neta se reconstruye la renta bruta y el costo para la empresa para algunos rubros siendo los más relevantes para este modelo de negocios los de manufactura metálica y no metálica.

	Factor	C - Explotación de Minas y Canteras	D - Industrias Manufacturera s No Metálicas	E - Industrias Manufacturera s Metálicas	F - Suministro de Electricidad, Gas y Agua	G - Construcción	Feb-16
año		2016	2016	2016	2016	2016	
Total Base		\$ 1,747,509.96	\$ 585,012.30	\$ 511,388.54	\$ 1,573,959.65	\$ 346,280.77	IMM 264,000
Salario Base		\$ 1,643,009.96	\$ 480,512.30	\$ 406,888.54	\$ 1,469,459.65	\$ 241,780.77	UF 26,311.41
Gratificación		\$ 104,500.00	\$ 104,500.00	\$ 104,500.00	\$ 104,500.00	\$ 104,500.00	
Bono		0	0	0	0	0	Tope imposición 1,991,774
Total Bruto		\$ 1,747,509.96	\$ 585,012.30	\$ 511,388.54	\$ 1,573,959.65	\$ 346,280.77	Tope AFC 2,986,345
Total Imponible		\$ 1,747,509.96	\$ 585,012.30	\$ 511,388.54	\$ 1,573,959.65	\$ 346,280.77	UTM 46,137
PAGO AFP FONDO	10.00%	-\$ 174,751.00	-\$ 58,501.23	-\$ 51,138.85	-\$ 157,395.97	-\$ 34,628.08	Dólar observado 640,61499
Pago comisión AFP	1.15%	-\$ 20,125.49	-\$ 6,737.39	-\$ 5,889.49	-\$ 18,126.77	-\$ 3,988.00	día utilizado
PAGO FONASA/ISAPRE	7%	-\$ 122,325.70	-\$ 40,950.86	-\$ 35,797.20	-\$ 110,177.18	-\$ 24,239.65	Gratificación 104,500
BASE IMPUESTO		\$ 1,430,307.78	\$ 478,822.81	\$ 418,563.00	\$ 1,288,259.74	\$ 283,425.04	Turno 7x7
Impuesto por salario mensual		8%	0%	0%	4%	0%	Dias/mes 14
Rebaja impuesto		\$ 80,438.46	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 24,963.66	\$ 0.00	horas bruto/ día 12
Monto impuesto a pagar		-\$ 107,989.55	\$ 0.00	\$ 0.00	-\$ 50,531.84	\$ 0.00	Horas almuerzo/ 1
Asignación de Colación		\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	Horas neto/día 11
Remuneración líquida mes		\$ 1,322,318.23	\$ 478,822.81	\$ 418,563.00	\$ 1,237,727.90	\$ 283,425.04	Horas Neto/mes 154
Aguinaldos (1 an obra) \$90000	1	\$ 7,500.00	\$ 7,500.00	\$ 7,500.00	\$ 7,500.00	\$ 7,500.00	
Asig. Movilización Mensual		\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	
Total Otros Ingresos		\$ 7,500.00	\$ 7,500.00	\$ 7,500.00	\$ 7,500.00	\$ 7,500.00	
Remuneración Líquida Promedio mensual anual		\$ 1,329,818.23	\$ 486,322.81	\$ 426,063.00	\$ 1,245,227.90	\$ 290,925.04	
Provisión Vacaciones (21 días/12 meses)	0.06	95,842.25	28,029.88	23,735.16	85,718.48	14,103.88	
Indemnización Término Faena: 2.5 días	0.08	110,193.19	39,901.90	34,880.25	103,143.99	23,618.75	
Aporte Patronal: Mutual	1.0%	13,587.92	4,548.82	3,976.35	12,238.47	2,692.54	
Aporte Patronal: Seguro Cesantía	3.0%	52,425.30	17,550.37	15,341.66	47,218.79	10,388.42	
Pago AFP Seg. Invalidez y Supervivencia (SIS)	1.41%	13,587.92	4,548.82	3,976.35	12,238.47	2,692.54	
Feriado Compensado (n° de días mes)	0						
Horas Extras (normales 180)	0						
O. Gastos; Nacim. Escol. Casam. Fallec.		4,011.67	4,011.67	4,011.67	4,011.67	4,011.67	
Otro							
Renta Total Neta Pagada (Art. 42° N° 1. Ley de la Renta)		1,503,821.00	508,422.00	445,381.00	1,355,217.00	304,006.00	
Total provisiones y otros costos empresa		\$ 289,648.25	\$ 98,591.45	\$ 85,921.43	\$ 264,569.86	\$ 57,507.80	
Total Costo Empresa		\$ 2,044,658.21	\$ 691,103.75	\$ 604,809.97	\$ 1,846,029.52	\$ 411,288.57	
Costo Empresa/Remuneración Líquida mes		1.537547131	1.421080258	1.419531804	1.482483259	1.413726947	
Costo HH Líquida	CLP	8,635.18	CLP 3,157.94	CLP 2,766.64	CLP 8,085.90	CLP 1,889.12	
Costo HH Empresa	CLP	13,277.00	CLP 4,487.69	CLP 3,927.34	CLP 11,987.20	CLP 2,670.70	
Costo HH Empresa USD		\$ 20.73	\$ 7.01	\$ 6.13	\$ 18.71	\$ 4.17	

Tabla 41: Cálculo del Costo de la Mano de Obra para la empresa. Fuente: Elaboración propia.

10.13.1 Comparación de mano de obra con países productores de baterías

		Estados Unidos	Japón	Corea del Sur	China	Chile*
	Unidad					
Sueldo de trabajador con bajo entrenamiento	\$/hr	\$18.73	\$18.55	\$10.88	\$3.34	\$6.13
Sueldo de trabajador capacitado	\$/hr	\$26.95	\$26.70	\$15.65	\$13.41	\$18.71

* Valores estimados a partir del análisis previo.

Tabla 42: Comparación de sueldos de países productores de baterías de litio con respecto a Chile. Fuente: valores de países productores (Chung, et al., 2015). Datos de Chile, elaboración propia a partir de datos del SII.

10.14 Modelo Batpac

El modelo BatPac (“Battery Performance and Cost Model”) de Argonne National Laboratory permite diseñar una batería para vehículos eléctricos a una potencia especificada, energía y considerando el tipo vehículo eléctrico para el cual está destinada. Luego del diseño, el modelo calcula los costos pormenorizados de la batería diseñada, pasando por cada paso del proceso de fabricación de la batería de iones de litio. El nivel de producción anual afecta directamente a cada etapa del proceso. El costo total para el fabricante del equipo original calculado por el modelo incluye los costos de materiales, fabricación y garantía de una batería producida en el año 2020.

Debido a que el plan de operaciones (Ver sección 5.3) considera una construcción por fases incrementales en capacidad se modelan cuatro distintas fábricas que producen la misma batería, pero con diferente escala. Esto se hizo con el fin de evaluar la inversión incremental y reflejar los costos adecuados a cada escala.

A continuación, se presentan los resultados y la hoja de costos de manufactura que se obtiene a partir de la modelo Batpac y que fue utilizado como base para el modelo financiero de este plan de negocios.

10.14.1 Hoja de Resumen de los Resultados

Summary of Results				
Li1.05(Ni0.6Mn0.2Co0.2)0.95O2-Graphite				
	Battery 1	Battery 2	Battery 3	Battery 4
Calculated Battery Parameters				
Vehicle electric range, miles	212.5	212.5	212.5	212.5
Number of battery packs	1	1	1	1
Packs in series or parallel				
Number of cells per pack	108	108	108	108
Battery system total energy storage, kWh	65.0	65.0	65.0	65.0
Cell capacity, Ah	164.0	164.0	164.0	164.0
Cell group capacity, Ah	491.9	491.9	491.9	491.9
Module capacity, Ah	491.9	491.9	491.9	491.9
Pack capacity, Ah	491.9	491.9	491.9	491.9
Battery system capacity, Ah	491.9	491.9	491.9	491.9
Nominal battery system voltage (OCV at 50% SOC), V	135	135	135	135
Battery system power at target % OCV, kW	262.3	262.3	262.3	262.3
Required battery system power, kW	240.0	240.0	240.0	240.0
Target % OCV at full power	80.0	80.0	80.0	80.0
% OCV at full power adjusted for thickness limit	82.2	82.2	82.2	82.2
Battery system volume (all packs), L	179.2	179.2	179.2	179.2
Battery system mass (all packs), kg	334.6	334.6	334.6	334.6
Cooling system power requirement, W	594	594	594	594
Investment Costs				
Capital equipment cost including installation, mil\$	368	437	504	595
Building, Land and Utilities				
Area, m ²	44,432	51,935	59,108	68,775
Cost, \$/m ²	842	842	842	842
Building investment, mil\$	37.4	43.7	49.8	57.9
Launch Costs				
Rate: 5% of direct annual materials + 10% of other annual costs				
Total, million\$	48.40	60.17	72.05	88.92

Working capital (15% of annual variable costs), mil\$	141.55	176.26	211.32	261.18
Total investment, mil\$	595.61	717.42	837.21	1,003.23
Unit Cost of Battery Pack, \$				
Variable Cost				
Materials and Purchased Items				
Cell materials	6,097	6,019	5,957	5,885
Cell purchased Items	112	107	103	98
Module	384	382	381	380
Battery pack	575	575	575	575
Total	7,168	7,084	7,015	6,938
Direct Labor at				
Electrode processing	28	25	23	21
Cell assembly	11	10	9	8
Formation cycling, testing and sealing	7	7	6	6
Module and battery assembly	6	6	5	5
Cell and materials rejection and recycling	3	3	3	3
Receiving and shipping	6	5	5	4
Control laboratory	4	4	3	3
Total	65	59	54	49
Variable Overhead	125	116	110	103
Total Variable Cost	7,358	7,259	7,180	7,090
Fixed Expenses				
General, Sales, Administration	171	160	151	142
Research and Development	197	185	176	166
Depreciation	493	464	441	416
Total Fixed Expenses	861	809	768	724
Profits after taxes	232	222	213	204
Total unit cost per pack not including warranty, \$	8,452	8,289	8,161	8,018
Summary of Unit Costs, \$				
Materials	6,097	6,019	5,957	5,885
Purchased Items	1,071	1,064	1,059	1,053
Direct Labor	65	59	54	49
Variable Overhead	125	116	110	103
General, Sales, Administration	171	160	151	142
Research and Development	197	185	176	166
Depreciation	493	464	441	416
Profit	232	222	213	204
Warranty (includes battery pack(s) only)	473	464	457	449
Price to OEM for battery pack, \$	8,925	8,754	8,618	8,467
Pack integration (BMU & Disconnects), \$/pack	435	435	435	435
Total battery cost to OEM, \$	9,360	9,189	9,053	8,902
Additions to AC for thermal management, \$	80	80	80	80
Total cost to OEM for complete system, \$	9,440	9,269	9,133	8,982
Price to OEM for modules for one pack, \$	8,291	8,121	7,987	7,837
Price to OEM for cells for one pack, \$	7,813	7,650	7,521	7,377
Error bars on price to OEM for battery pack, ±%				
Errors in unit materials and processing costs	10	10	10	10

Errors in electrode thickness and capacity limits	5	5	5	5
Maximum price to OEM for battery pack, \$	10,264	10,067	9,911	9,737
Minimum price to OEM for battery pack, \$	7,586	7,441	7,326	7,197
Modules				
Summary of Unit Costs, \$				
Materials	6,097	6,019	5,957	5,885
Purchased Items	496	489	484	478
Direct Labor	64	58	53	48
Variable Overhead	123	114	108	101
General, Sales, Administration	168	157	149	140
Research and Development	194	182	173	164
Depreciation	485	456	434	409
Profit	224	213	205	196
Warranty	440	431	424	416
Price to OEM of modules for one pack, \$	8,291	8,121	7,987	7,837
Cells				
Summary of Unit Costs, \$				
Materials	6,097	6,019	5,957	5,885
Purchased Items	112	107	103	98
Direct Labor	59	53	49	45
Variable Overhead	115	108	102	95
General, Sales, Administration	158	148	140	132
Research and Development	183	173	164	155
Depreciation	458	431	410	387
Profit	215	205	197	189
Warranty	414	406	399	391
Price to OEM of cells for one pack, \$	7,813	7,650	7,521	7,377

Tabla 43: Resumen de los resultados de la modelación del modelo Batpac para cada tamaño de planta. Fuente: Elaboración propia.

10.14.2 Hoja de los Cálculos de los Costos de la Manufactura

Manufacturing Cost Calculations						
Li1.05(Ni0.6Mn0.2Co0.2)0.95O2-Graphite						
			Battery 1	Battery 2	Battery 3	Battery 4
Annual Processing Rates						
Number of battery packs manufactured per year		128,250	161,880	196,221	245,595	
Energy, kWh per year			8,336,235	10,522,210	12,754,365	15,963,653
Number of accepted cells per year			13,850,974	17,483,057	21,191,867	26,524,223
Number of cells adjusted for yield			14,579,973	18,403,218	22,307,229	27,920,235
Electrode area, m ² per year			66,172,530	83,524,674	101,243,382	126,718,520
Positive active material, kg per year			14,406,111	18,183,765	22,041,221	27,587,294
Negative active material, kg per year			9,183,396	11,591,519	14,050,514	17,585,943
Binder solvent, kg per year			19,423,970	24,517,435	29,718,501	37,196,352
Dry room operating area, m ²			5,871	6,880	7,846	9,150
Direct Materials Costs						
Total Cell Materials per Accepted Cell		Yield, %				
Positive Electrode Materials (dry), g		92.2				

Active Material			1,040.1	1,040.1	1,040.1	1,040.1
Carbon			70.1	70.1	70.1	70.1
Binder PVDF			58.4	58.4	58.4	58.4
Binder Solvent (NMP)			1,402.4	1,402.4	1,402.4	1,402.4
Total (dry)			1,168.6	1,168.6	1,168.6	1,168.6
Negative Electrode Materials (dry), g		92.2				
Active Material			663.0	663.0	663.0	663.0
Carbon Black			0.0	0.0	0.0	0.0
Binder			34.9	34.9	34.9	34.9
Binder Solvent (water)			837.5	837.5	837.5	837.5
Total (dry)			697.9	697.9	697.9	697.9
Positive current collector (aluminum foil), m ²		90.2	2.820	2.820	2.820	2.820
Negative current collector (copper foil), m ²		90.2	2.944	2.944	2.944	2.944
Separators, m ²		98.0	5.095	5.095	5.095	5.095
Electrolyte, L		94.0	0.364	0.364	0.364	0.364
Annual Cell Materials Rates						
Positive Electrode						
Active Material, kg			14,406,111	18,183,765	22,041,221	27,587,294
Carbon, kg			971,198	1,225,872	1,485,925	1,859,818
Binder PVDF, kg			809,332	1,021,560	1,238,271	1,549,848
Binder Solvent (NMP) makeup, kg			97,120	122,587	148,593	185,982
Negative Electrode Material, kg						
Active Material (graphite), kg			9,183,396	11,591,519	14,050,514	17,585,943
Carbon Black, kg			0	0	0	0
Binder PVDF, kg			483,337	610,080	739,501	925,576
Positive current collector (aluminum foil), m ²			39,057,144	49,298,934	59,757,082	74,793,323
Negative current collector (copper foil), m ²			40,772,335	51,463,892	62,381,309	78,077,866
Separators, m ²			70,571,838	89,077,594	107,974,284	135,143,070
Electrolyte, L			5,035,115	6,355,452	7,703,681	9,642,103
Positive terminal assemblies			14,579,973	18,403,218	22,307,229	27,920,235
Negative terminal assemblies			14,579,973	18,403,218	22,307,229	27,920,235
Cell Containers			14,579,973	18,403,218	22,307,229	27,920,235
Aluminum thermal conductor			13,850,974	17,483,057	21,191,867	26,524,223
Positive binder solvent evaporated, kg			19,423,970	24,517,435	29,718,501	37,196,352
Negative binder solvent evaporated, kg			11,600,079	14,641,919	17,748,018	22,213,823
Unit Cell Materials Costs	Baseline	p				
Positive Electrode, \$/kg						
Active Material	27.50	0.90	22.22	21.71	21.30	20.83
Carbon	6.80	1.00	6.80	6.80	6.80	6.80
Binder PVDF	27.60	1.00	27.60	27.60	27.60	27.60
Binder Solvent (NMP)	16.56	1.00	16.56	16.56	16.56	16.56
Negative electrode material, \$/kg						
Active Material	14.87	0.90	12.14	11.86	11.63	11.37
Carbon Black	6.90	1.00	6.90	6.90	6.90	6.90
Binder	5.52	1.00	5.52	5.52	5.52	5.52
Positive current collector, \$/m ²	0.74	1.00	0.74	0.74	0.74	0.74
Negative current collector, \$/m ²	1.66	1.00	1.66	1.66	1.66	1.66
Separators, \$/m ²	1.84	1.00	1.84	1.84	1.84	1.84
Electrolyte, \$/L	18.00	1.00	18.00	18.00	18.00	18.00
Hardware Costs, \$/unit						
Positive terminal assembly			0.31	0.31	0.31	0.31
Negative terminal assembly			0.56	0.56	0.56	0.56
Cell container			0.35	0.35	0.35	0.35
Cell Materials Cost, \$/cell						

Positive Electrode (dry)						
Active Material			23.12	22.58	22.15	21.66
Carbon			0.48	0.48	0.48	0.48
Binder PVDF			1.61	1.61	1.61	1.61
Binder Solvent (NMP)			0.12	0.12	0.12	0.12
Negative electrode material (dry)						
Active Material			8.05	7.86	7.71	7.54
Carbon Black			-	-	-	-
Binder			0.19	0.19	0.19	0.19
Positive current collector			2.09	2.09	2.09	2.09
Negative current collector			4.89	4.89	4.89	4.89
Separators			9.37	9.37	9.37	9.37
Electrolyte			6.54	6.54	6.54	6.54
Positive terminal assembly, \$/unit	0.80		0.26	0.25	0.24	0.23
Negative terminal assembly, \$/unit	0.80		0.48	0.45	0.44	0.42
Cell container, \$/unit	0.80		0.30	0.28	0.27	0.26
Total cost of cell winding materials, \$			56.45	55.74	55.16	54.49
Total cost of cell materials, \$			57.49	56.73	56.11	55.40
Cost of Module Materials and Purchased Items, \$/module						
Aluminum thermal conductors (each)	0.80		0.35	0.33	0.32	0.31
Aluminum thermal conductors/module			6.31	6.03	5.80	5.54
Cell group interconnects (copper)			6.30	6.30	6.30	6.30
Module state-of-charge regulator			44.52	44.52	44.52	44.52
Module terminals			2.27	2.27	2.27	2.27
Provision for gas release			1.50	1.50	1.50	1.50
Module enclosure			3.14	3.14	3.14	3.14
Total cost per module			64.04	63.75	63.52	63.27
Cost of Battery Pack Materials and Purchased Items, \$						
Module Inter-connectors and signal wiring			73.36	73.36	73.36	73.36
Module compression plates and steel straps			6.12	6.12	6.12	6.12
Battery terminals			61.00	61.00	61.00	61.00
Bus bar for battery packs with one row of modules		-	-	-	-	
Bus bars for battery packs with parallel modules		-	-	-	-	
Bus bars for interconnecting multiple battery packs		-	-	-	-	
Baseline thermal system			120.00	120.00	120.00	120.00
Heating system			40.00	40.00	40.00	40.00
Battery jacket			274.24	274.24	274.24	274.24
Total cost per battery pack			574.72	574.72	574.72	574.72
Total cost of materials for cells and battery pack, \$	7,167.81		7,083.52	7,015.46	6,937.84	
Cost of Pack Integration (BMU & Disconnects)						
Battery current and voltage sensing, \$			100.00	100.00	100.00	100.00
Module controls			120.00	120.00	120.00	120.00
Automatic battery disconnect, \$			200.00	200.00	200.00	200.00
Manual disconnect, \$			15.00	15.00	15.00	15.00
Additional for parallel modules and multiple packs, \$		-	-	-	-	
Total cost of battery management unit			435.00	435.00	435.00	435.00

Cost to OEM for Materials and Purchased Items for Thermal Management System, \$						
Additions to AC system			80.00	80.00	80.00	80.00
Additional for multiple packs, \$/additional pack		-	-	-	-	
Total cost to OEM for addition to AC system			80.00	80.00	80.00	80.00
Battery Assembly Costs						
	Baseline					
Operation (Pertinent rate)	Plant	p				
Receiving (Energy/yr)						
Volume ratio (volume/baseline volume)			9.588	12.103	14.670	18.361
Direct Labor, hours/year	14,400	0.40	35,568	39,040	42,163	46,124
Capital Equipment, million\$	3.6	0.60	14.0	16.1	18.0	20.6
Plant Area, square meters	900	0.50	2,787	3,131	3,447	3,857
Electrode Processing						
Materials preparation						
Positive materials (positive mass/yr)						
Volume ratio (volume/baseline volume)			8.412	10.618	12.871	16.109
Direct Labor, hours/year	14,400	0.50	41,765	46,923	51,661	57,796
Capital Equipment, million\$	2.0	0.70	8.9	10.5	12.0	14.0
Plant Area, square meters	600	0.60	2,153	2,476	2,779	3,180
Negative materials (negative mass/yr)						
Volume ratio (volume/baseline volume)			7.615	9.612	11.652	14.583
Direct Labor, hours/year	14,400	0.50	39,738	44,646	49,153	54,991
Capital Equipment, million\$	2.0	0.70	8.3	9.8	11.2	13.1
Plant Area, square meters	600	0.60	2,028	2,333	2,618	2,995
Electrode coating						
Positive materials (area/yr)						
Volume ratio (volume/baseline volume)			8.061	10.175	12.333	15.436
Solvent evaporated, kg/m ² yr	0.2813		0.294	0.294	0.294	0.294
Direct Labor, hours/year	28,800	0.50	81,768	91,866	101,142	113,153
Capital Equipment, million\$	8.0	0.80	42.8	51.6	60.2	72.0
Plant Area, square meters	750	0.80	3,983	4,798	5,597	6,697
Negative materials area/yr)						
Volume ratio (volume/baseline volume)			8.061	10.175	12.333	15.436
Solvent evaporated, kg/m ² yr	0.1860		0.1753	0.1753	0.1753	0.1753
Direct Labor, hours/year	28,800	0.50	81,768	91,866	101,142	113,153
Capital Equipment, million\$	8.0	0.80	42.0	50.6	59.0	70.6
Plant Area, square meters	750	0.80	3,983	4,798	5,597	6,697
Binder solvent (NMP) recovery (kg/yr)						
Volume ratio (volume/baseline volume)			8.412	10.618	12.871	16.109
Direct Labor, hours/year	10,800	0.40	25,316	27,787	30,010	32,829
Capital Equipment, million\$	5	0.60	17.9	20.6	23.2	26.5
Plant Area, square meters	225	0.60	807	929	1,042	1,192
Calendering						
Positive materials (area/yr)						
Volume ratio (volume/baseline volume)			8.061	10.175	12.333	15.436
Direct Labor, hours/year	14,400	0.50	40,884	45,933	50,571	56,577
Capital Equipment, million\$	1.0	0.70	4.3	5.1	5.8	6.8

Plant Area, square meters	225	0.60	787	905	1,016	1,162
Negative materials area/yr						
Volume ratio (volume/baseline volume)			8.061	10.175	12.333	15.436
Direct Labor, hours/year	7,200	0.50	20,442	22,966	25,285	28,288
Capital Equipment, million\$	1.0	0.70	4.3	5.1	5.8	6.8
Plant Area, square meters	225	0.60	787	905	1,016	1,162
Inter-process materials handling (area/yr)						
Volume ratio (volume/baseline volume)			8.061	10.175	12.333	15.436
Direct Labor, hours/year	28,800	0.7	124,126	146,103	167,165	195,603
Capital Equipment, million\$	1.5	0.7	6.5	7.6	8.7	10.2
Plant Area, square meters	900	0.6	3,148	3,620	4,063	4,649
Electrode Slitting (area/yr)						
Volume ratio (volume/baseline volume)			8.061	10.175	12.333	15.436
Direct Labor, hours/year	28,800	0.5	81,768	91,866	101,142	113,153
Capital Equipment, million\$	2.0	0.7	8.6	10.1	11.6	13.6
Plant Area, square meters	300	0.6	1,049	1,207	1,354	1,550
Vacuum Drying of Electrodes						
Volume ratio (volume/baseline volume)			8.061	10.175	12.333	15.436
Direct Labor, hours/year	14,400	0.5	40,884	45,933	50,571	56,577
Capital Equipment, million\$	1.6	0.7	6.9	8.1	9.3	10.9
Plant Area, square meters	300	0.6	1,049	1,207	1,354	1,550
Control Laboratory						
Volume ratio (volume/baseline volume)			9.588	12.103	14.670	18.361
Direct Labor, hours/year	28,800	0.5	89,179	100,192	110,308	123,408
Capital Equipment, million\$	1.5	0.7	7.3	8.6	9.8	11.5
Plant Area, square meters	300	0.6	1,165	1,339	1,503	1,720
Cell Assembly in Dry Room						
Cell stacking (number of cells)						
Volume ratio (volume/baseline volume)			2.308	2.914	3.532	4.421
Cell Capacity, Ah	40	0.3	163.98	163.98	163.98	163.98
Direct Labor, hours/year	36,000	0.7	64,660	76,108	87,079	101,894
Capital Equipment, million\$	4.0	0.8	11.9	14.4	16.8	20.1
Plant Area, square meters	600	0.8	1,172	1,412	1,647	1,970
Current collector welding (number of cells/yr)						
Volume ratio (volume/baseline volume)			2.308	2.914	3.532	4.421
Direct Labor, hours/year	36,000	0.7	64,660	76,108	87,079	101,894
Capital Equipment, million\$	4.0	0.8	7.8	9.4	11.0	13.1
Plant Area, square meters	600	0.8	1,172	1,412	1,647	1,970
Inserting cell in container (number of cell/yr)						
Volume ratio (volume/baseline volume)			2.308	2.914	3.532	4.421
Direct Labor, hours/year	21,600	0.5	32,818	36,871	40,594	45,415
Capital Equipment, million\$	3.0	0.7	5.4	6.3	7.3	8.5
Plant Area, square meters	600	0.6	991	1,140	1,279	1,464
Electrolyte filling, and cell sealing (number of cells/yr)						
Volume ratio (volume/baseline volume)			2.308	2.914	3.532	4.421
Direct Labor, hours/year	36,000	0.5	54,697	61,452	67,657	75,692
Capital Equipment, million\$	5.0	0.7	9.0	10.6	12.1	14.2
Plant Area, square meters	900	0.6	1,487	1,710	1,919	2,196
Dry Room Control (operating area, sq. meters)						

Volume ratio (volume/baseline volume)			1.957	2.293	2.615	3.050
Direct Labor, hours/year	7,200	0.4	9,418	10,035	10,576	11,247
Capital Equipment, million\$	6	0.6	9.0	9.9	10.7	11.7
Plant Area, square meters	100	0.4	131	139	147	156
Formation Cycling (number of cells/yr)						
Volume ratio (volume/baseline volume)			2.308	2.914	3.532	4.421
Cell Capacity, Ah	40	0.3	164.0	164.0	164.0	164.0
Direct Labor, hours/year	57,600	0.7	103,455	121,772	139,327	163,030
Capital Equipment, million\$	30	0.8	89.5	107.8	125.7	150.4
Plant Area, square meters	2,200	0.8	6,560.0	7,903.4	9,218.4	11,031.5
Final Cell Sealing (number of cells/yr)						
Volume ratio (volume/baseline volume)			2.308	2.914	3.532	4.421
Direct Labor, hours/year	14,400	0.5	21,879	24,581	27,063	30,277
Capital Equipment, million\$	2.0	0.7	3.6	4.2	4.8	5.7
Plant Area, square meters	450	0.6	743	855	959	1,098
Charge Retention Testing (number of cells/yr)						
Volume ratio (volume/baseline volume)			2.308	2.914	3.532	4.421
Direct Labor, hours/year	21,600	0.4	30,185	33,131	35,782	39,143
Capital Equipment, million\$	4.75	0.7	8.53	10.04	11.49	13.44
Plant Area, square meters	900	0.6	1,487	1,710	1,919	2,196
Module Assembly (number of cells/yr)						
Volume ratio (volume/baseline volume)			2.308	2.914	3.532	4.421
Direct Labor, hours/year	43,200	0.5	65,637	73,742	81,188	90,830
Capital Equipment, million\$	6.0	0.7	10.8	12.7	14.5	17.0
Plant Area, square meters	600	0.6	991	1,140	1,279	1,464
Battery Pack Assembly and Testing, 100,000 Battery Packs per year						
Volume ratio (volume/baseline volume)			2.308	2.914	3.532	4.421
Number of modules per Pack	4	0.3	6	6	6	6
Direct Labor, hours/year	43,200	0.5	65,637	73,742	81,188	90,830
Capital Equipment, million\$	6.0	0.7	12.2	14.3	16.4	19.2
Plant Area, square meters	900	0.6	1,487	1,710	1,919	2,196
Rejected Cell and Scrap Recycle (number of cells/yr)						
Volume ratio (volume/baseline volume)			2.308	2.914	3.532	4.421
Direct Labor, hours/year	36,000	0.7	64,660	76,108	87,079	101,894
Capital Equipment, million\$	2.5	0.7	4.5	5.3	6.0	7.1
Plant Area, square meters	600	0.6	991	1,140	1,279	1,464
Shipping (energy/yr)						
Volume ratio (volume/baseline volume)			9.588	12.103	14.670	18.361
Direct Labor, hours/year	28,800	0.5	89,179	100,192	110,308	123,408
Capital Equipment, million\$	5.0	0.7	24.3	28.6	32.8	38.3
Plant Area, square meters	900	0.6	3,494	4,018	4,509	5,159
Summary for Battery Pack						
Direct Labor, hours/year			1,370,093	1,558,962	1,735,233	1,967,203
Capital Equipment, million\$			368.24	437.26	504.08	595.22
Plant Area, square meters			44,432	51,935	59,108	68,775

Summary for Cost of Modules Only						
Direct Labor, hours/year			1,326,335	1,509,801	1,681,108	1,906,650
Capital Equipment, million\$			362.2	430.1	495.9	585.6
Plant Area, square meters			43,689	51,080	58,149	67,677
Summary for Cost of Cells Only						
Direct Labor, hours/year			1,260,698	1,436,058	1,599,920	1,815,820
Capital Equipment, million\$			351.38	417.41	481.37	568.65
Plant Area, square meters			42,698	49,941	56,870	66,213

Tabla 44: Resultado de los cálculos de costos de manufactura del modelo Batpac para 4 tamaños de planta. Fuente: Elaboración propia.

10.15 Modelo Financiero

10.15.1 Resultado Operacional

Año Calendario			2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Parametros del Modelo			Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11
Ventas	Energía del Pack [kWh]	65	1,176,899,589	1,455,802,749	1,729,340,315	2,121,192,044	2,078,768,203	2,037,192,839	1,996,448,982	1,956,520,002	1,917,389,602	1,879,041,810	1,841,460,974
Precios Pack sin Garantía	Precio base 2020 [USD/kWh]	150	141.18	138.36	135.59	132.88	130.22	127.61	125.06	122.56	120.11	117.71	115.35
Packs de Baterías Producidas			128,249.76	161,880.16	196,220.99	245,594.66	245,594.66	245,594.66	245,594.66	245,594.66	245,594.66	245,594.66	245,594.66
Ingresos por Venta Packs de Baterías	Reduccion del precio anual	2%	1,176,899,588.85	1,455,802,748.81	1,729,340,314.87	2,121,192,043.78	2,078,768,202.91	2,037,192,838.85	1,996,448,982.07	1,956,520,002.43	1,917,389,602.38	1,879,041,810.34	1,841,460,974.13
Otros Ingresos													
Gastos Variables [USD]	Reduccion del Gasto Var. por gasto I&D A partir del año 5	5%	978,260,741	1,170,857,653	1,402,681,433	1,737,382,725	1,634,954,102	1,553,669,624	1,476,439,411	1,403,060,963	1,333,341,902	1,267,099,464	1,204,160,017
Materiales			781,929,020.92	974,429,746.02	1,168,848,552.53	1,445,375,975.42	1,373,107,176.65	1,304,451,817.82	1,239,229,226.93	1,177,267,765.58	1,118,404,377.30	1,062,484,158.43	1,009,359,950.51
Items comprados			137,340,440.04	172,250,912.06	207,732,568.84	259,519,296.50	245,593,331.68	233,313,665.09	221,647,981.84	210,565,582.75	200,037,303.61	190,035,438.43	180,533,666.51
Horas Hobre para la Produccion [hh/año]	Costo HH [USD/hr] (Base 2015)	6.10	1,370,092.57	1,558,962.14	1,735,233.25	1,967,203.39	1,868,843.22	1,775,401.06	1,686,631.01	1,602,299.46	1,522,184.49	1,446,075.26	1,373,771.50
Mano de Obra Directa	Reajuste de Mano de Obra	3%	10,587,112.85	12,407,961.14	14,225,251.16	16,610,724.36	16,253,593.78	15,904,141.52	15,562,202.47	15,227,615.12	14,900,221.40	14,579,866.64	14,266,399.50
Gatos de Lanzamiento			48,404,167.67	11,769,033.94	11,875,060.72	16,876,729.47	-	-	-	-	-	-	-
Gastos Fijos	Reduccion del Costo por gasto I&D A partir del año 5	3%	63,230,972	74,738,760	85,845,431	100,952,081	96,110,835	91,700,703	87,680,163	84,011,799	80,661,690	77,600,042	74,798,856
Terreno - Arriendo			12,318.51	14,398.67	16,387.31	19,067.25	19,067.25	19,067.25	19,067.25	19,067.25	19,067.25	19,067.25	19,067.25
Overhead			16,008,278.78	18,835,249.19	21,555,082.80	25,243,315.21	24,496,015.76	23,751,435.28	23,038,892.22	22,347,725.46	21,677,293.69	21,026,974.88	20,396,165.64
Gastos Generales, Administracion y Ventas			21,912,751.31	25,863,764.31	29,673,379.24	34,850,233.62	34,850,233.62	34,850,233.62	34,850,233.62	34,850,233.62	34,850,233.62	34,850,233.62	34,850,233.62
Electricidad [MWh]	KWh consumido/kWh de bateria	35.686	297,490.82	375,500.33	455,158.00	569,686.11	569,686.11	569,686.11	569,686.11	569,686.11	569,686.11	569,686.11	569,686.11
Gasto Electricidad	Precio Electricidad [USD/MWh]	30	8,924,718.67	11,265,010.04	13,654,740.10	17,090,583.33	17,090,583.33	17,090,583.33	17,090,583.33	17,090,583.33	17,090,583.33	17,090,583.33	17,090,583.33
Otros Gastos			12,988,032.64	14,598,754.27	16,018,639.15	17,759,650.29	17,759,650.29	17,759,650.29	17,759,650.29	17,759,650.29	17,759,650.29	17,759,650.29	17,759,650.29
Investigacion y Desarrollo	Reduccion de Gasto en I+D	10%	25,297,623.61	30,025,348.07	34,600,581.74	40,839,464.99	36,755,518.49	33,079,966.64	29,771,969.98	26,794,772.98	24,115,295.68	21,703,766.11	19,533,389.50
Analisis Operacional													
EBITDA			135,407,875	210,206,335	240,813,451	282,857,238	347,703,266	391,822,512	432,329,408	469,447,240	503,385,810	534,342,305	562,502,102
Menos: Inversion de Construccion + Equipos			(77,104,718)	(74,856,274)	(102,405,417)	-	-	-	-	-	-	-	-
Menos: Capital de Trabajo Incremental			(28,889,537)	(34,773,567)	(50,205,194)	15,364,293	12,192,672	11,584,532	11,006,767	10,457,859	9,936,366	9,440,917	8,970,211
Mas Capital de Trabajo Final			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flujo de Caja Antes de Impuestos			29,413,620	100,576,494	88,202,840	298,221,531	359,895,937	403,407,044	443,336,175	479,905,099	513,322,176	543,783,222	571,472,313
TIR Antes de Impuestos	Resultado	36%											

Año Calendario			2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
Parámetros del Modelo			Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23
Ventas	Energía del Pack [kWh]	65	1,804,631,755	1,768,539,120	1,733,168,337	1,698,504,970	1,664,534,871	1,631,244,174	1,598,619,290	1,566,646,904	1,535,313,968	1,504,607,687	1,474,515,533	1,445,025,223
Precios Pack sin Garantía	Precio base 2020 [USD/kWh]	150	113.05	110.79	108.57	106.40	104.27	102.18	100.14	98.14	96.18	94.25	92.37	90.52
Packs de Baterías Producidas			245,594.66	245,594.66	245,594.66	245,594.66	245,594.66	245,594.66	245,594.66	245,594.66	245,594.66	245,594.66	245,594.66	245,594.66
Ingresos por Venta Packs de Baterías	Reduccion del precio anual	2%	1,804,631,754.65	1,768,539,119.55	1,733,168,337.16	1,698,504,970.42	1,664,534,871.01	1,631,244,173.59	1,598,619,290.12	1,566,646,904.32	1,535,313,968.23	1,504,607,686.90	1,474,515,533.17	1,445,025,222.50
Otros Ingresos														
Gastos Variables [USD]	Reduccion del Gasto Var. por gasto I&D A partir del año 5	5%	1,144,358,808	1,087,538,528	1,033,550,899	982,254,281	933,514,304	887,203,312	843,200,028	801,389,235	761,661,474	723,912,755	688,044,282	653,962,200
Materiales			958,891,952.99	910,947,355.34	865,399,987.57	822,129,988.19	781,023,488.78	741,972,314.34	704,873,698.63	669,630,013.70	636,148,513.01	604,341,087.36	574,124,032.99	545,417,831.34
Items comprados			171,506,983.18	162,931,634.02	154,785,052.32	147,045,799.71	139,693,509.72	132,708,834.24	126,073,392.52	119,769,722.90	113,781,236.75	108,092,174.91	102,687,566.17	97,553,187.86
Horas Hombre para la Produccion [hh/año]	Costo HH [USD/hr] (Base 2015)	6.10	1,305,082.92	1,239,828.78	1,177,837.34	1,118,945.47	1,062,998.20	1,009,848.29	959,355.87	911,388.08	865,818.68	822,527.74	781,401.35	742,331.29
Mano de Obra Directa	Reajuste de Mano de Obra	3%	13,959,671.91	13,659,538.97	13,365,858.88	13,078,492.91	12,797,305.32	12,522,163.25	12,252,936.74	11,989,498.60	11,731,724.38	11,479,492.31	11,232,683.22	10,991,180.53
Gatos de Lanzamiento			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos Fijos	Reduccion del Costo por gasto I&D A partir del año 5	3%	72,233,632	69,882,099	67,724,171	65,741,737	63,918,453	62,239,580	60,691,812	59,263,144	57,942,735	56,720,797	55,588,491	54,537,831
Terreno - Arriendo			19,067.25	19,067.25	19,067.25	19,067.25	19,067.25	19,067.25	19,067.25	19,067.25	19,067.25	19,067.25	19,067.25	19,067.25
Overhead			19,784,280.67	19,190,752.25	18,615,029.68	18,056,578.79	17,514,881.43	16,989,434.98	16,479,751.93	15,985,359.38	15,505,798.59	15,040,624.64	14,589,405.90	14,151,723.72
Gastos Generales, Administracion y Ventas			34,850,233.62	34,850,233.62	34,850,233.62	34,850,233.62	34,850,233.62	34,850,233.62	34,850,233.62	34,850,233.62	34,850,233.62	34,850,233.62	34,850,233.62	34,850,233.62
Electricidad [MWh]	kWh consumido/kWh de batería	35.686	569,686.11	569,686.11	569,686.11	569,686.11	569,686.11	569,686.11	569,686.11	569,686.11	569,686.11	569,686.11	569,686.11	569,686.11
Gasto Electricidad	Precio Electricidad [USD/MWh]	30	17,090,583.33	17,090,583.33	17,090,583.33	17,090,583.33	17,090,583.33	17,090,583.33	17,090,583.33	17,090,583.33	17,090,583.33	17,090,583.33	17,090,583.33	17,090,583.33
Otros Gastos			17,759,650.29	17,759,650.29	17,759,650.29	17,759,650.29	17,759,650.29	17,759,650.29	17,759,650.29	17,759,650.29	17,759,650.29	17,759,650.29	17,759,650.29	17,759,650.29
Investigacion y Desarrollo	Reduccion de Gasto en I+D	10%	17,580,050.55	15,822,045.50	14,239,840.95	12,815,856.85	11,534,271.17	10,380,844.05	9,342,759.64	8,408,483.88	7,567,635.31	6,810,871.78	6,129,784.60	5,516,808.14
Análisis Operacional														
EBITDA			588,039,514	611,118,493	631,893,267	650,508,953	667,102,114	681,801,282	694,727,450	705,994,525	715,709,757	723,974,135	730,882,759	736,525,192
Menos: Inversion de Construccion + Equipos			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Menos: Capital de Trabajo Incremental			8,523,012	8,098,144	7,694,493	7,310,997	6,946,649	6,600,493	6,271,619	5,959,164	5,662,308	5,380,271	5,112,312	-
Mas Capital de Trabajo Final			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98,094,330
Flujo de Caja Antes de Impuestos			596,562,526	619,216,637	639,587,760	657,819,950	674,048,763	688,401,774	700,999,069	711,953,689	721,372,065	729,354,406	735,995,072	834,619,522
TIR Antes de impuestos	Resultado	36%												

Tabla 45: Resultado operacional. Fuente: Elaboración propia.

10.15.2 Cálculo de la Depreciación

Año Calendario			2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Parametros del Modelo			Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11
Calculo de la Depreciacion													
Balance Inicial			45,084,679	53,168,752	61,208,360	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206
Construccion Edificios			8,084,074	8,039,608	11,263,846	-	-	-	-	-	-	-	-
Balance Final			53,168,752	61,208,360	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206
Deprec Acum. Edificios	Periodo	20	2,658,438	5,718,856	9,342,466	12,966,076	16,589,686	20,213,297	23,836,907	27,460,517	31,084,128	34,707,738	38,331,348
Deprec. Construccion Edificios (5% - 20 años)	Tasa	5.00%	2,658,438	3,060,418	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610
Balance Inicial			368,241,029	437,261,674	504,078,341	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912
Equipos			69,020,645	66,816,667	91,141,571	-	-	-	-	-	-	-	-
Balance Final			437,261,674	504,078,341	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912
Deprec Acum. Equipos	Periodo	5	87,452,335	188,268,003	307,311,986	426,355,968	545,399,950	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912
Deprec. Equipos (16.7% - 6 años)	Tasa	20.00%	87,452,335	100,815,668	119,043,982	119,043,982	119,043,982	49,819,962	-	-	-	-	-
Depreciacion Acumulada TOTAL			90,110,772	193,986,859	316,654,451	439,322,044	561,989,637	615,433,209	619,056,819	622,680,430	626,304,040	629,927,650	633,551,260
Depreciacion			90,110,772	103,876,086	122,667,593	122,667,593	122,667,593	53,443,572	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610

Año Calendario			2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
Parametros del Modelo			Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23
Calculo de la Depreciacion														
Balance Inicial			72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206
Construccion Edificios			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Balance Final			72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206	72,472,206
Deprec Acum. Edificios	Periodo	20	41,954,958	45,578,569	49,202,179	52,825,789	56,449,400	60,073,010	63,696,620	67,320,230	70,943,841	72,472,206	72,472,206	72,472,206
Deprec. Construccion Edificios (5% - 20 años)	Tasa	5.00%	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	1,528,365	-	-
Balance Inicial			595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912
Equipos			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Balance Final			595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912
Deprec Acum. Equipos	Periodo	5	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912	595,219,912
Deprec. Equipos (16.7% - 6 años)	Tasa	20.00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Depreciacion Acumulada TOTAL			637,174,871	640,798,481	644,422,091	648,045,702	651,669,312	655,292,922	658,916,532	662,540,143	666,163,753	667,692,118	667,692,118	667,692,118
Depreciacion			3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	1,528,365	-	-

Tabla 46: Cálculo de la depreciación. Fuente: Elaboración propia.

10.15.3 Agenda de Pago de la Deuda, Intereses y Amortización de los Intereses durante la Construcción.

Año Calendario			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Parametros del Modelo			Año -1	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Agenda de Pago de Deudas														
Agenda de Pago de Deuda Largo plazo	Periodo	20												
Balance Inicial			-	16,547,623	309,518,188	342,257,912	373,313,894	425,000,000	400,000,000	375,000,000	350,000,000	325,000,000	300,000,000	275,000,000
Sumar: Nuevas Emisiones de deuda			16,547,623	292,970,565	57,739,725	56,055,982	76,686,106	-	-	-	-	-	-	-
Restar: Pagos	Porcentaje	5.0%	-	-	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000
Balance Final			16,547,623	309,518,188	342,257,912	373,313,894	425,000,000	400,000,000	375,000,000	350,000,000	325,000,000	300,000,000	275,000,000	250,000,000
Agenda de Pago de Deuda Corto plazo														
Agenda de Pago de Deuda Corto plazo	Periodo	5												
Balance Inicial			-	16,548	309,518	267,258	223,314	200,000	100,000	-	-	-	-	-
Sumar: Nuevas Emisiones de deuda			16,548	292,971	57,740	56,056	76,686	-	-	-	-	-	-	-
Restar: Pagos	Porcentaje	20.0%	-	-	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	-	-	-	-	-
Balance Final			16,548	309,518	267,258	223,314	200,000	100,000	-	-	-	-	-	-
Pago de Deuda Total			-	-	25,100,000	25,100,000	25,100,000	25,100,000	25,100,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000
Intereses														
Costo del Interes L.P	Tasa	7.0%	579,167	11,412,303	22,812,163	25,045,013	27,940,986	28,875,000	27,125,000	25,375,000	23,625,000	21,875,000	20,125,000	18,375,000
Interes Durante la Construccion			579,167	11,412,303	22,812,163	25,045,013	27,940,986	-	-	-	-	-	-	-
Gasto en Intereses (Deuda Largo plazo)			-	-	-	-	-	28,875,000	27,125,000	25,375,000	23,625,000	21,875,000	20,125,000	18,375,000
Costo del Interes C.P.	Tasa	15.0%	-	-	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	-	-	-	-	-
Interes Durante la Construccion			-	-	15,000	15,000	15,000	-	-	-	-	-	-	-
Gasto en Intereses (Deuda Corto plazo)			-	-	-	-	-	15,000	15,000	-	-	-	-	-
Gasto en Intereses Total			-	-	-	-	-	28,890,000	27,140,000	25,375,000	23,625,000	21,875,000	20,125,000	18,375,000
Amortizacion de los Intereses Durante Construccion (IDC)														
Balance Inicial			-	579,167	11,991,470	34,818,634	59,878,647	87,834,633	87,834,633	87,834,633	87,834,633	87,834,633	87,834,633	87,834,633
Sumar: Intereses Durante la Construccion			579,167	11,412,303	22,827,163	25,060,013	27,955,986	-	-	-	-	-	-	-
Balance Final			579,167	11,991,470	34,818,634	59,878,647	87,834,633	87,834,633	87,834,633	87,834,633	87,834,633	87,834,633	87,834,633	87,834,633
Amortizacion	Tasa	20.0%	-	-	6,963,727	11,975,729	17,566,927	17,566,927	17,566,927	16,194,397	-	-	-	-
Amortizacion Acumulada			-	-	6,963,727	18,939,456	36,506,383	54,073,309	71,640,236	87,834,633	87,834,633	87,834,633	87,834,633	87,834,633

Año Calendario			2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
Parametros del Modelo			Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23
Agenda de Pago de Deudas															
Agenda de Pago de Deuda Largo plazo	Periodo	20													
Balance Inicial			250,000,000	225,000,000	200,000,000	175,000,000	150,000,000	125,000,000	100,000,000	75,000,000	50,000,000	25,000,000	(0)	(0)	(0)
Sumar: Nuevas Emisiones de deuda			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Restar: Pagos	Porcentaje	5.0%	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	-	-	-
Balance Final			225,000,000	200,000,000	175,000,000	150,000,000	125,000,000	100,000,000	75,000,000	50,000,000	25,000,000	(0)	(0)	(0)	(0)
Agenda de Pago de Deuda Corto plazo															
Agenda de Pago de Deuda Corto plazo	Periodo	5													
Balance Inicial			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sumar: Nuevas Emisiones de deuda			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Restar: Pagos	Porcentaje	20.0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Balance Final			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pago de Deuda Total			25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	-	-	-
Intereses															
Costo del Interes L.P	Tasa	7.0%	16,625,000	14,875,000	13,125,000	11,375,000	9,625,000	7,875,000	6,125,000	4,375,000	2,625,000	875,000	(0)	(0)	(0)
Interes Durante la Construccion			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gasto en Intereses (Deuda Largo plazo)			16,625,000	14,875,000	13,125,000	11,375,000	9,625,000	7,875,000	6,125,000	4,375,000	2,625,000	875,000	(0)	(0)	(0)
Costo del Interes C.P.	Tasa	15.0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Interes Durante la Construccion			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gasto en Intereses (Deuda Corto plazo)			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gasto en Intereses Total			16,625,000	14,875,000	13,125,000	11,375,000	9,625,000	7,875,000	6,125,000	4,375,000	2,625,000	875,000	(0)	(0)	(0)

Tabla 47: Agenda de pago de la deuda, cálculo de los intereses durante la construcción. Fuente: Elaboración propia.

10.15.4 Estado de Resultados

Año Calendario			2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Parametros del Modelo			Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11
Estado de Resultados													
EBITDA			135,407,875	210,206,335	240,813,451	282,857,238	347,703,266	391,822,512	432,329,408	469,447,240	503,385,810	534,342,305	562,502,102
Depreciacion			90,110,772	103,876,086	122,667,593	122,667,593	122,667,593	53,443,572	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610
Amortizacion			6,963,727	11,975,729	17,566,927	17,566,927	17,566,927	16,194,397	-	-	-	-	-
EBIT			38,333,376	94,354,520	100,578,931	142,622,719	207,468,746	322,184,542	428,705,797	465,823,629	499,762,200	530,718,695	558,878,491
Gastos Financieros			-	-	-	28,890,000	27,140,000	25,375,000	23,625,000	21,875,000	20,125,000	18,375,000	16,625,000
EBT			38,333,376	94,354,520	100,578,931	113,732,719	180,328,746	296,809,542	405,080,797	443,948,629	479,637,200	512,343,695	542,253,491
Impuesto @ 27 % (desde 2018)	Tasa	27%	10,350,012	25,475,720	27,156,311	30,707,834	48,688,762	80,138,576	109,371,815	119,866,130	129,502,044	138,332,798	146,408,443
Carry on de impuestos por perdidas			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ganancias despues de impuestos			27,983,364	68,878,799	73,422,620	83,024,885	131,639,985	216,670,966	295,708,982	324,082,499	350,135,156	374,010,897	395,845,049

Año Calendario			2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
Parametros del Modelo			Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23
Estado de Resultados														
EBITDA			588,039,514	611,118,493	631,893,267	650,508,953	667,102,114	681,801,282	694,727,450	705,994,525	715,709,757	723,974,135	730,882,759	736,525,192
Depreciacion			3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	1,528,365	-	-
Amortizacion			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EBIT			584,415,904	607,494,882	628,269,657	646,885,343	663,478,503	678,177,672	691,103,839	702,370,915	712,086,147	722,445,770	730,882,759	736,525,192
Gastos Financieros			14,875,000	13,125,000	11,375,000	9,625,000	7,875,000	6,125,000	4,375,000	2,625,000	875,000	(0)	(0)	(0)
EBT			569,540,904	594,369,882	616,894,657	637,260,343	655,603,503	672,052,672	686,728,839	699,745,915	711,211,147	722,445,770	730,882,759	736,525,192
Impuesto @ 27 % (desde 2018)	Tasa	27%	153,776,044	160,479,868	166,561,557	172,060,293	177,012,946	181,454,221	185,416,787	188,931,397	192,027,010	195,060,358	197,338,345	198,861,802
Carry on de impuestos por perdidas			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ganancias despues de impuestos			415,764,860	433,890,014	450,333,099	465,200,050	478,590,558	490,598,450	501,312,053	510,814,518	519,184,137	527,385,412	533,544,414	537,663,390

Tabla 48: Estado de Resultados. Fuente: Elaboración propia.

10.15.5 Balance General

Año Calendario	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Parametros del Modelo	Año -1	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Balance del Patrimonio												
Balance Inicial	-	6,112,431	262,228,584	392,321,084	600,782,502	840,938,017	1,042,858,544	1,322,563,231	1,696,019,558	2,156,328,096	2,662,034,261	3,209,424,676
Sumar: Contribuciones de Capital	6,112,431	256,116,153	42,134,417	43,804,250	53,598,611	-	-	-	-	-	-	-
Sumar: Ganacias	-	-	27,983,364	68,878,799	73,422,620	83,024,885	131,639,985	216,670,966	295,708,982	324,082,499	350,135,156	374,010,897
Restar: Dividendos	-	-	(59,974,718)	(95,778,369)	(113,134,283)	(118,895,642)	(148,064,703)	(156,785,361)	(164,599,555)	(181,623,666)	(197,255,260)	(211,580,704)
Balance Final	6,112,431	262,228,584	392,321,084	600,782,502	840,938,017	1,042,858,544	1,322,563,231	1,696,019,558	2,156,328,096	2,662,034,261	3,209,424,676	3,795,016,278
Balance Pasivos												
Deuda a corto plazo (A Partir de la entrada en operacion)	16,548	309,518	267,258	223,314	200,000	100,000	-	-	-	-	-	-
Deuda a Largo Plazo	16,547,623	309,518,188	342,257,912	373,313,894	425,000,000	400,000,000	375,000,000	350,000,000	325,000,000	300,000,000	275,000,000	250,000,000
Capital Total	16,564,170	309,827,706	342,257,912	373,313,894	425,000,000	400,000,000	375,000,000	350,000,000	325,000,000	300,000,000	275,000,000	250,000,000
Balance General												
Activos Corrientes	-	-	159,665,323.94	415,118,252.06	716,832,988.53	1,033,988,034.85	1,428,927,241.54	1,847,021,537.87	2,285,953,685.78	2,770,283,461.37	3,296,297,486.90	3,860,512,698.75
Sumar: Reserva de Capita de Trabajo Inicial	146,739,111.22	146,739,111.22	146,739,111.22	146,739,111.22	146,739,111.22	146,739,111.22	146,739,111.22	146,739,111.22	146,739,111.22	146,739,111.22	146,739,111.22	146,739,111.22
Sumar Intereses Duratan la Construccion	579,166.79	11,991,470.14	34,818,633.64	59,878,646.87	87,834,633.16	87,834,633.16	87,834,633.16	87,834,633.16	87,834,633.16	87,834,633.16	87,834,633.16	87,834,633.16
Activos No Corrientes	22,097,434.34	413,325,708.40	490,430,426.72	565,286,701.06	667,692,118.01	667,692,118.01	667,692,118.01	667,692,118.01	667,692,118.01	667,692,118.01	667,692,118.01	667,692,118.01
Menos Depreciacion Acumulada	-	-	(90,110,772.47)	(193,986,858.69)	(316,654,451.43)	(439,322,044.17)	(561,989,636.91)	(615,433,209.04)	(619,056,819.33)	(622,680,429.62)	(626,304,039.90)	(629,927,650.19)
Menos Amortizacion Acumulada	-	-	(6,963,726.73)	(18,939,456.10)	(36,506,382.73)	(54,073,309.37)	(71,640,236.00)	(87,834,633.16)	(87,834,633.16)	(87,834,633.16)	(87,834,633.16)	(87,834,633.16)
Activos Totales	22,676,601.13	572,056,289.77	734,578,996.32	974,096,396.42	1,265,938,016.76	1,442,858,543.71	1,697,563,231.02	2,046,019,558.05	2,481,328,095.68	2,962,034,260.99	3,484,424,676.23	4,045,016,277.79
Diferencia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PRUEBA	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE

Año Calendario	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
Parametros del Modelo	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23
Balance del Patrimonio													
Balance Inicial	3,795,016,278	4,415,542,522	5,067,940,464	5,749,338,653	6,457,045,778	7,188,540,024	7,941,459,083	8,713,590,769	9,502,864,220	10,307,341,615	11,125,210,401	11,969,944,079	12,823,615,142
Sumar: Contribuciones de Capital	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sumar: Ganacias	395,845,049	415,764,860	433,890,014	450,333,099	465,200,050	478,590,558	490,598,450	501,312,053	510,814,518	519,184,137	527,385,412	533,544,414	537,663,390
Restar: Dividendos	(224,681,195)	(236,633,082)	(247,508,175)	(257,374,026)	(266,294,196)	(274,328,501)	(281,533,236)	(287,961,398)	(293,662,877)	(298,684,649)	(317,348,266)	(320,126,649)	(322,598,034)
Balance Final	4,415,542,522	5,067,940,464	5,749,338,653	6,457,045,778	7,188,540,024	7,941,459,083	8,713,590,769	9,502,864,220	10,307,341,615	11,125,210,401	11,969,944,079	12,823,615,142	13,683,876,566
Balance Pasivos													
Deuda a corto plazo (A Partir de la entrada en operacion)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Deuda a Largo Plazo	225,000,000	200,000,000	175,000,000	150,000,000	125,000,000	100,000,000	75,000,000	50,000,000	25,000,000	(0)	(0)	(0)	(0)
Capital Total	225,000,000	200,000,000	175,000,000	150,000,000	125,000,000	100,000,000	75,000,000	50,000,000	25,000,000	(0)	(0)	(0)	(0)
Balance General													
Activos Corrientes	4,459,662,553.07	5,090,684,105.62	5,750,705,904.63	6,437,036,640.01	7,147,154,496.87	7,878,697,165.35	8,629,452,462.21	9,397,349,523	10,180,450,528	10,976,942,924	11,823,204,968	12,676,876,031	13,537,137,455
Sumar: Reserva de Capita de Trabajo Inicial	146,739,111.22	146,739,111.22	146,739,111.22	146,739,111.22	146,739,111.22	146,739,111.22	146,739,111.22	146,739,111	146,739,111	146,739,111	146,739,111	146,739,111	146,739,111
Sumar Intereses Duratan la Construccion	87,834,633.16	87,834,633.16	87,834,633.16	87,834,633.16	87,834,633.16	87,834,633.16	87,834,633.16	87,834,633	87,834,633	87,834,633	87,834,633	87,834,633	87,834,633
Activos No Corrientes	667,692,118.01	667,692,118.01	667,692,118.01	667,692,118.01	667,692,118.01	667,692,118.01	667,692,118.01	667,692,118	667,692,118	667,692,118	667,692,118	667,692,118	667,692,118
Menos Depreciacion Acumulada	(633,551,260.48)	(637,174,870.76)	(640,798,481.05)	(644,422,091.34)	(648,045,701.62)	(651,669,311.91)	(655,292,922.20)	(658,916,532)	(662,540,143)	(666,163,753)	(667,692,118)	(667,692,118)	(667,692,118)
Menos Amortizacion Acumulada	(87,834,633.16)	(87,834,633.16)	(87,834,633.16)	(87,834,633.16)	(87,834,633.16)	(87,834,633.16)	(87,834,633.16)	(87,834,633)	(87,834,633)	(87,834,633)	(87,834,633)	(87,834,633)	(87,834,633)
Activos Totales	4,640,542,521.82	5,267,940,464.08	5,924,338,652.81	6,607,045,777.90	7,313,540,024.48	8,041,459,082.67	8,788,590,769.24	9,552,864,220	10,332,341,615	11,125,210,401	11,969,944,079	12,823,615,142	13,683,876,566
Diferencia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PRUEBA	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE

Tabla 49: Balance General. Fuente: Elaboración propia.

10.15.6 Análisis del Precio del Pack de Baterías al Productor de Vehículos Eléctricos

Año Calendario		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Parametros del Modelo		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11
Análisis del Precio al OEM de EVs												
Costo de la Garantía por kWh	Warranty Cost, % added to price	5.60%										
		7.91	7.75	7.59	7.44	7.29	7.15	7.00	6.86	6.73	6.59	6.46
Precio al OEM[USD/kWh]		149.08	146.10	143.18	140.32	137.51	134.76	132.07	129.42	126.84	124.30	121.81
Precio del Pack de Baterías (exW)		9,690.51	9,496.70	9,306.77	9,120.63	8,938.22	8,759.46	8,584.27	8,412.58	8,244.33	8,079.44	7,917.85

Año Calendario		2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
Parametros del Modelo		Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23
Análisis del Precio al OEM de EVs													
Costo de la Garantía por kWh	Warranty Cost, % added to price	5.60%											
		6.33	6.20	6.08	5.96	5.84	5.72	5.61	5.50	5.39	5.28	5.17	5.07
Precio al OEM[USD/kWh]		119.38	116.99	114.65	112.36	110.11	107.91	105.75	103.63	101.56	99.53	97.54	95.59
Precio del Pack de Baterías (exW)		7,759.50	7,604.31	7,452.22	7,303.18	7,157.11	7,013.97	6,873.69	6,736.22	6,601.49	6,469.46	6,340.07	6,213.27

Tabla 50: Precio del Pack de Baterías. Fuente: Elaboración propia.

10.15.7 Flujo de Caja de Cascadas para la determinación de la Cobertura de la Deuda y determinación de Dividendos

Año Calendario			2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Parametros del Modelo			Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11
Flujo de caja de Cascadas													
EBITDA			135,407,875	210,206,335	240,813,451	282,857,238	347,703,266	391,822,512	432,329,408	469,447,240	503,386,810	534,342,305	562,502,102
Menos: Impuesto @ 27 % (desde 2018)			(10,350,012)	(25,475,720)	(27,156,311)	(30,707,834)	(48,688,762)	(80,138,576)	(109,371,815)	(119,866,130)	(129,502,044)	(138,332,798)	(146,408,443)
Flujo de Caja Disponible para el pago de la deuda			125,057,864	184,730,615	213,657,139	252,149,404	299,014,504	311,683,935	322,957,592	349,581,110	373,883,766	396,009,507	416,093,659
Menos: Gasto en Intereses			-	-	-	28,890,000	27,140,000	25,375,000	23,625,000	21,875,000	20,125,000	18,375,000	16,625,000
Menos: Pago de la Deuda			25,100,000	25,100,000	25,100,000	25,100,000	25,100,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000	25,000,000
Dividendos	Tasa de Div	60.00%	59,974,718	95,778,369	113,134,283	118,895,642	148,064,703	156,785,361	164,599,555	181,623,666	197,255,260	211,580,704	224,681,195
Reinversion			39,983,145	63,852,246	75,422,856	79,263,762	98,709,802	104,523,574	109,733,037	121,082,444	131,503,506	141,053,803	149,787,464
Cobertura de la Deuda													
Flujo de Caja Disponible para el pago de la deuda			125,057,864	184,730,615	213,657,139	252,149,404	299,014,504	311,683,935	322,957,592	349,581,110	373,883,766	396,009,507	416,093,659
Deuda + Intereses			25,100,000	25,100,000	25,100,000	53,990,000	52,240,000	50,375,000	48,625,000	46,875,000	45,125,000	43,375,000	41,625,000
Ratio de Cobertura de la Deuda	min	4.67	4.98	7.36	8.51	4.67	5.72	6.19	6.64	7.46	8.29	9.13	10.00

Tabla 51: Flujo de caja de cascadas para la determinación de la cobertura de la deuda y la determinación de dividendos. Fuente: Elaboración propia.

10.15.8 Flujo de Caja del Capital Propio

Año Calendario			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Parametros del Modelo			Año -1	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Flujo de Caja del Equity														
TIR del Equity	Resultado	34%	(6,112,431)	(256,116,153)	17,840,301	51,974,119	59,535,672	118,895,642	148,064,703	156,785,361	164,599,555	181,623,666	197,255,260	211,580,704
Año Calendario			2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
Parametros del Modelo			Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23
Flujo de Caja del Equity														
TIR del Equity	Resultado	34%	236,633,082	247,508,175	257,374,026	266,294,196	274,328,501	281,533,236	287,961,398	293,662,877	298,684,649	317,348,266	320,126,649	322,598,034

Tabla 52: Flujo de caja del capital propio. Fuente: Elaboración propia.

10.15.9 Flujo de Caja Libre

Año Calendario			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Parametros del Modelo			Año -1	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Flujo de Caja Libre														
EBIT			-	-	38,333,376	94,354,520	100,578,931	142,822,719	207,468,746	322,184,542	428,705,797	465,823,629	499,762,200	530,718,695
Menos: Impuesto @ 27 % (desde 2018)			-	-	10,350,012	25,475,720	27,156,311	30,707,834	48,688,762	80,138,576	109,371,815	119,866,130	129,502,044	138,332,798
EBIT despues de impuestos			-	-	27,983,364	68,878,799	73,422,620	111,914,885	158,779,985	242,045,966	319,333,982	345,957,499	370,260,156	392,385,897
Mas: Depreciacion			-	-	90,110,772	103,876,086	122,667,593	122,667,593	122,667,593	53,443,572	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610
Mas: Amortizacion			-	-	6,963,727	11,975,729	17,566,927	17,566,927	17,566,927	16,194,397	-	-	-	-
Ingreso Operacional Neto			-	-	125,057,864	184,730,615	213,657,139	252,149,404	299,014,504	311,683,935	322,957,592	349,581,110	373,883,766	396,009,507
Menos: Inversion			(22,097,434)	(391,228,274)	(77,104,718)	(74,856,274)	(102,405,417)	-	-	-	-	-	-	-
Menos: Capital de Trabajo Incremental			-	(146,739,111)	(28,889,537)	(34,773,567)	(50,205,194)	15,364,293	12,192,672	11,584,532	11,006,767	10,457,859	9,936,366	9,440,917
Mas: Capital de Trabajo Final			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FCFF			(22,097,434)	(537,967,385)	19,063,609	75,100,774	61,046,528	267,513,697	311,207,176	323,268,467	333,964,360	360,038,969	383,820,132	405,450,424
TIR del FCFF	Resultado	31%												
VAN	Resultado	2,277,868,500												
WACC	Estimado	8.2%												

Año Calendario			2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
Parametros del Modelo			Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23
Flujo de Caja Libre														
EBIT			584,415,904	607,494,882	628,269,657	646,885,343	663,478,503	678,177,672	691,103,839	702,370,915	712,086,147	722,445,770	730,882,759	736,525,192
Menos: Impuesto @ 27 % (desde 2018)			153,776,044	160,479,868	166,561,557	172,060,293	177,012,946	181,454,221	185,416,787	188,931,397	192,027,010	195,060,358	197,338,345	198,861,802
EBIT despues de impuestos			430,639,860	447,015,014	461,708,099	474,825,050	486,465,558	496,723,450	505,687,053	513,439,518	520,059,137	527,385,412	533,544,414	537,663,390
Mas: Depreciacion			3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	3,623,610	1,528,365	-	-
Mas: Amortizacion			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ingreso Operacional Neto			434,263,470	450,638,624	465,331,710	478,448,661	490,089,168	500,347,061	509,310,663	517,063,128	523,682,748	528,913,777	533,544,414	537,663,390
Menos: Inversion			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Menos: Capital de Trabajo Incremental			8,523,012	8,098,144	7,694,493	7,310,997	6,946,649	6,600,493	6,271,619	5,959,164	5,662,308	5,380,271	5,112,312	-
Mas: Capital de Trabajo Final			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98,094,330
FCFF			442,786,482	458,736,769	473,026,202	485,759,657	497,035,817	506,947,553	515,582,282	523,022,292	529,345,056	534,294,048	538,656,727	635,757,720
TIR del FCFF	Resultado	31%												
VAN	Resultado	2,277,868,500												
WACC	Estimado	8.2%												

Tabla 53: Flujo de caja Libre, VAN y TIR. Fuente: Elaboración propia.

10.15.10 Periodo de Payback

Año Calendario			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Parametros del Modelo			Año -1	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Payback Period														
FCFF			(22,097,434.34)	(537,967,385.28)	19,063,608.59	75,100,773.71	61,046,528.44	267,513,697.35	311,207,175.83	323,268,467.18	333,964,359.62	360,038,968.92	383,820,131.78	405,450,424.45
FCFF acumulado			(22,097,434.34)	(560,064,819.62)	(541,001,211.04)	(465,900,437.33)	(404,853,908.89)	(137,340,211.54)	173,866,964.29	497,135,431.47	831,099,791.09	1,191,138,760.01	1,574,958,891.78	1,980,409,316.24
Payback	Durante el Año	5	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
(El calculo de payback no funciona si el proyecto recupera el capital y luego presenta perdidas nuevamente)	UCF	137,340,212												
	CF	311,207,176	0	0	0	-	0	0	311,207,175.8	0	0	0	0	0
Periodo de Payback		5.44												

Año Calendario			2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
Parametros del Modelo			Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23
Payback Period															
FCFF			425,063,870.21	442,786,482.31	458,736,768.82	473,026,202.30	485,759,657.09	497,035,816.60	506,947,553.13	515,582,282.02	523,022,292.33	529,345,055.55	534,294,047.94	538,656,726.77	635,757,720.15
FCFF acumulado			2,405,473,186.45	2,848,259,668.75	3,306,996,437.57	3,780,022,639.88	4,265,782,296.96	4,762,818,113.56	5,269,765,666.69	5,785,347,948.71	6,308,370,241.04	6,837,715,296.59	7,372,009,344.53	7,910,666,071.30	8,546,423,791.45
Payback	Durante el Año	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(El calculo de payback no funciona si el proyecto recupera el capital y luego presenta perdidas nuevamente)	UCF	137,340,212													
	CF	311,207,176	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Periodo de Payback		5.44													

Tabla 54: Periodo de Payback. Fuente: Elaboración propia.