



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Química e Ingeniería Química**

**Escuela Profesional de Ingeniería Química**

**Viabilidad técnica- económica para la implementación  
de una planta de fabricación de baterías de ion-Litio en  
el Perú**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico

**AUTOR**

Saúl LEÓN THUPA

**ASESOR**

Mg. Leoncio REYNA MARIÑAS

Lima, Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

León, S. (2023). *Viabilidad técnica- económica para la implementación de una planta de fabricación de baterías de ion-Litio en el Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Química e Ingeniería Química, Escuela Profesional de Ingeniería Química]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---

## Metadatos complementarios

<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	SAÚL LEÓN THUPA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	74710171
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0006-7126-1760">https://orcid.org/0009-0006-7126-1760</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	LEONCIO REYNA MARIÑAS
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	06020987
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0003-3700-8703">https://orcid.org/0000-0003-3700-8703</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	KARINA LIZETH LOZADA CASTILLO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40438343
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	VÍCTOR MANUEL FERNÁNDEZ GUZMÁN
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06690674
<b>Datos de investigación</b>	

Línea de investigación	No aplica
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: Facultad de Química e Ingeniería Química País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Lima Calle: Av. Germán Amézaga s/n. Ciudad Universitaria.  Latitud: -12.05819215  Longitud: -77.0189181894387
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Julio 2023 – Noviembre 2023
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería Química <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.00.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.00.00</a>



# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

## FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA

Central Telefónica: 619-7000

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los suscritos miembros del Jurado Calificador nombrados por el señor Presidente del Comité Ejecutivo del "Programa Ciclo Taller de Titulación Profesional por la Modalidad de Tesis y Trabajo de Suficiencia Profesional para La Facultad de Química e Ingeniería Química 2023", bajo la Presidencia de la Mg. KARINA LIZETH LOZADA CASTILLO; Dr. VÍCTOR MANUEL FERNÁNDEZ GUZMÁN (Miembro) y el Mg. LEONCIO REYNA MARIÑAS (Asesor); habiendo presentado para tal efecto la TESIS titulada: "Viabilidad técnica- económica para la implementación de una planta de fabricación de baterías de ion-Litio en el Perú" después de SUSTENTADA Y APROBADA LA TESIS elaborado por el bachiller en Ingeniería Química SAÚL LEÓN THUPA; para optar el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO QUÍMICO, acordaron calificarlo con la NOTA de:

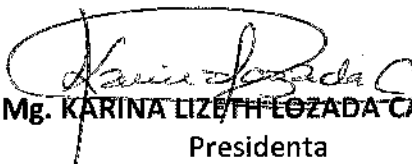
DIECISEIS

(LETRAS)

16


(NÚMEROS)

Ciudad Universitaria, 16 de diciembre del 2023.

  
Mg. KARINA LIZETH LOZADA CASTILLO  
Presidenta

  
Dr. VÍCTOR MANUEL FERNÁNDEZ GUZMÁN  
Miembro

  
Mg. LEONCIO REYNA MARIÑAS  
Asesor

  
Dr. RUBÉN ALFREDO PALOMINO INFANTE  
Director de la E.P. de Ingeniería Química





**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

Universidad del Perú. Decana de América

**Vicerrectorado de Investigación y Posgrado**



## CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Reyna Mariñas Leoncio en mi condición de asesor acreditado con la Resolución Decanal N°000026-2024-D-FQIQ/UNMSM de la Tesis, cuyo título es **“Viabilidad técnica- económica para la implementación de una planta de fabricación de baterías de ion-Litio en el Perú”**, presentado por el bachiller en Ingeniería Química León Thupa Saúl para optar el título Profesional de Ingeniero Químico CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de **15%** de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención el título correspondiente.

Firma del Asesor

DNI: 06020987

Nombres y apellidos del asesor:

Reyna Mariñas Leoncio



## **AGRADECIMIENTOS**

A mi asesor de, Mg. Leoncio Reyna Mariñas, por el tiempo, la dedicación y las indicaciones asignadas a mi persona en la realización de esta tesis

Particularmente a las siguientes personas:

- Al Dr. Fernando Suca Apaza, por el apoyo y la guía en el desarrollo del planteamiento inicial de tesis.
- Al PhD. Víctor Fernández Guzmán, por el apoyo, guía y directrices generales en la elaboración de la metodología de la tesis.
- Al presidente del Comité directivo del programa Taller de tesis o TSP de la facultad de Química e Ingeniería Química de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Mg. Manuel Béjar Ramos, por la oportunidad brindada en el desarrollo del taller y poder optar a la titulación profesional.



## DEDICATORIA

La presente tesis la dedico a mis padres en el cielo, por el esfuerzo y la dedicación brindada ya que sin ellos no estaría en este punto de mi vida con la oportunidad de elevar mi grado académico.

Gracias por ser quienes fueron y por creer en mí.

**ÍNDICE GENERAL**

AGRADECIMIENTOS	2
DEDICATORIA	3
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABLAS	7
CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN	10
1. RESUMEN	11
2. ABSTRACT	12
3. INTRODUCCIÓN	13
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
5. JUSTIFICACIONES Y CONTRIBUCIÓN DE ESTUDIO	16
5.1. Contribución	16
5.2. Justificación	17
6. FORMULACIÓN DE PROBLEMAS	20
6.1. Problema General	20
6.2. Problemas Específicos	20
7. OBJETIVOS	21
7.1. Objetivo General	21
7.2. Objetivos Específicos	21
8. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES	22
8.1. Hipótesis	22
8.2. Variables	23
8.3. Operacionalización de Variables	24
9. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	25
10. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION	27
11. ESTADO DEL ARTE	29
12. PRINCIPIOS TEÓRICOS	31
12.1. Análisis de Viabilidad	31
12.2. Baterías de ion litio	33
13. ANALISIS DE DEMANDA DEL PRODUCTO	38
13.1. Definición del producto	38
13.2. Área geográfica	38

13.3.	Análisis de demanda	42
13.4.	Análisis de la oferta	47
13.5.	Bienes sustitutos y complementarios	48
13.6.	Demanda no cubierta	49
13.7.	Estrategia competitiva y comercial	49
13.8.	Recursos: disponibilidad y características	50
14.	LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA	52
14.1.	Factores de localización	52
14.2.	Macro localización	54
14.3.	Micro localización	56
15.	TAMAÑO DE PLANTA	59
15.1.	Tamaño – Mercado	59
15.2.	Tamaño - Materia prima	60
15.3.	Tamaño - Tecnología	61
15.4.	Tamaño-Punto de Equilibrio	62
16.	ASPECTOS TECNICOS DEL PROYECTO	64
16.1.	Datos técnicos del producto	64
16.2.	Tecnologías existentes	67
16.3.	Especificaciones de calidad y normas técnicas	68
16.4.	Proceso de producción general	70
16.5.	Selección del proceso de producción	70
16.6.	Especificación detallada de maquinaria y equipos	73
16.7.	Diagrama de operaciones del proceso	82
16.8.	Balance de materiales en diagrama de bloques	84
16.9.	Requerimientos de maquinaria	86
16.10.	Requerimientos de mano de obra	88
16.11.	Cálculo de la capacidad de producción	89
16.12.	Programa de producción	90
16.13.	Requerimientos de materiales	92
16.14.	Disposición y requerimientos de planta	94
16.15.	Cronograma: Hasta la puesta en marcha	100
17.	ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO	101

17.1.	Suministro y Costos	101
17.2.	Estructura de costos del pack de baterías	104
17.3.	Evaluación de la inversión	106
17.4.	Análisis operacional	107
17.5.	Depreciación	109
17.6.	Estado de resultados	109
17.7.	Van y TIR del proyecto	110
17.8.	Resumen de resultados	112
18.	IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL DEL PROYECTO	113
18.1.	Análisis en línea base de Impactos ambientales	113
18.2.	Análisis del Impacto social del proyecto	114
19.	Análisis de Resultados para la Evaluación de la Relación entre las Variables Independientes, sobre la Variable dependiente.	115
19.1.	Influencia de la Demanda en la Viabilidad de la Instalación de una Planta Productora de Baterías de Litio en el Perú.	115
19.2.	Influencia de la Localización de la Planta en la Viabilidad de la Instalación de una Planta Productora de Baterías de Litio en el Perú.	116
19.3.	Influencia del Factor Técnico en la Viabilidad de la Instalación de una Planta Productora de Baterías de Litio en el Perú.	116
19.4.	Influencia del Factor Económico en la Viabilidad de la Instalación de una Planta Productora de Baterías de Litio en el Perú.	116
20.	CONCLUSIONES	117
21.	RECOMENDACIONES Y TRABAJOS A FUTURO	119
22.	BIBLIOGRAFIA	120
23.	ANEXOS	126

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Precio promedio de baterías por año	19
<b>Figura 2</b>	Densidad de energía gravimétrica y volumétrica para diferentes tipos de baterías	34
<b>Figura 3</b>	Modelo de ficha técnica para baterías de ion-Litio	35
<b>Figura 4</b>	Degradación de batería vs corriente usada	36
<b>Figura 5</b>	Logo de Engie Energía	40
<b>Figura 6</b>	Logo de Huawei del Perú	40
<b>Figura 7</b>	Logo de Rash Perú SAC	41
<b>Figura 8</b>	Logo de Asociación Automotriz del Perú (AAP)	41
<b>Figura 9</b>	Demanda mundial de baterías	42
<b>Figura 10</b>	Grafico de tendencia: Demanda de baterías de Litio	45
<b>Figura 11</b>	Parque Industrial de Arequipa	57
<b>Figura 12</b>	Parque Industrial Rio Seco	57
<b>Figura 13</b>	Diseño de celda, módulo y pack de batería	66
<b>Figura 14</b>	Proceso de preparación cátodo LMNC	72
<b>Figura 15</b>	Balance en masa de materiales del proceso	84
<b>Figura 16</b>	Distribución final de áreas del proyecto	99
<b>Figura 17</b>	Cronograma de operaciones del proyecto	100
<b>Figura 18</b>	Análisis Operacional	109
<b>Figura 19</b>	Calculo de VAN y TIR después de impuestos	110
<b>Figura 20</b>	Variación del VAN con respecto a la tasa de descuento	111
<b>Figura 21</b>	Sensibilidad del VAN con disminución de ingresos y aumento de egresos	111

**LISTA DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b>	Minerales con contenido de Litio	17
<b>Tabla 2</b>	Composición de salmueras de Litio	18
<b>Tabla 3</b>	Operacionalización de las variables de investigación	24
<b>Tabla 4</b>	Importadores de baterías de Litio en el Perú	39
<b>Tabla 5</b>	Demanda mundial de baterías en Gw/h	43
<b>Tabla 6</b>	Demanda nacional de baterías en miles/año	43
<b>Tabla 7</b>	Demanda interna aparente de baterías de Litio (miles/año)	44
<b>Tabla 8</b>	Proyección DIA 2023 - 2030	45
<b>Tabla 9</b>	Registros de importacion de baterías de ion- Litio	46
<b>Tabla 10</b>	Demanda del proyecto	47
<b>Tabla 11</b>	Registro de Importadores de Baterías de ion-Litio en el Perú	47
<b>Tabla 12</b>	Matriz cruce de factores macro localización	55
<b>Tabla 13</b>	Evaluación de alternativas de localización	56
<b>Tabla 14</b>	Matriz de factores Micro localización	58
<b>Tabla 15</b>	Evaluación de alternativas micro localización	59
<b>Tabla 16</b>	Tamaño total del proyecto	60
<b>Tabla 17</b>	Tamaño de materia prima del proyecto	60
<b>Tabla 18</b>	Proyección de demanda de materia prima	61
<b>Tabla 19</b>	Tipos de tecnologías de fabricación	62
<b>Tabla 20</b>	Tecnología de producción del proyecto	62
<b>Tabla 21</b>	Costos y gastos fijos y variables	63
<b>Tabla 22</b>	Parámetros de celda ion litio	65
<b>Tabla 23</b>	Parámetros del pack de batería	67
<b>Tabla 24</b>	Tipos de cátodos y características	68

<b>Tabla 25</b>	Ficha técnica del producto	69
<b>Tabla 26</b>	Resumen de cantidad de materiales requeridos	86
<b>Tabla 27</b>	Requerimiento de maquinarias del proceso	87
<b>Tabla 28</b>	Capacidad de producción por proceso	89
<b>Tabla 29</b>	Reconsideración de capacidad operativa	90
<b>Tabla 30</b>	Demanda y capacidad de producción calculada	91
<b>Tabla 31</b>	Programa de producción periodo 2026 - 2030	92
<b>Tabla 32</b>	Cantidad anuales de materiales requeridos	93
<b>Tabla 33</b>	Servicios a contar dentro de las instalaciones	94
<b>Tabla 34</b>	Almacenaje de materiales de producción	95
<b>Tabla 35</b>	Determinación de áreas de almacenaje	96
<b>Tabla 36</b>	Determinación de áreas por proceso	97
<b>Tabla 37</b>	Determinación de áreas de planta	98
<b>Tabla 38</b>	Costos de salarios anuales	101
<b>Tabla 39</b>	Costos de insumos y materiales anuales	102
<b>Tabla 40</b>	Costos de equipamientos	103
<b>Tabla 41</b>	Costo de terreno del proyecto	103
<b>Tabla 42</b>	Costos de construcción del proyecto	104
<b>Tabla 43</b>	Estructura del costo del pack de baterías	105
<b>Tabla 44</b>	Estructura de costos del material de celda	105
<b>Tabla 45</b>	Estructura de costos del material activo catódico	106
<b>Tabla 46</b>	Inversión anual del proyecto	107
<b>Tabla 47</b>	Análisis de operaciones anuales (2026- 2030)	108
<b>Tabla 48</b>	Resumen de resultados y precio del pack al año 1	112
<b>Tabla 49</b>	Matriz en línea base de impactos ambientales	113
<b>Tabla 50</b>	Impactos sociales del proyecto	114

## **CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN**



## 1. RESUMEN

El presente proyecto busca evaluar la influencia de los factores a considerar en la producción de baterías de ion litio, las cuales son usadas en almacenamiento de energía de dispositivos eléctricos. El descubrimiento del mineral litio en el sur del país abre las posibilidades de poder industrializarlo en el propio lugar de origen, con lo cual se debe tener en cuenta los factores que involucran este desarrollo industrial y tecnológico. El pack de batería que se propone está conformado por módulos, que están formados por celdas cilíndricas de peso 55.6 gr, datos que se utilizarán para determinar la cantidad necesaria de materia prima. El tamaño inicial se establece a partir de una proyección de la demanda nacional del producto y una participación de mercado de 10%, con lo cual se establece la producción de arranque. La capacidad inicial se establece en 27996 packs por año o 28.01 MWh de almacenaje energético con ingresos de 26.44 millones de dólares que serán obtenidos en los primeros 5 años de evaluación del proyecto, en el cual se establecen costos de inversión y de trabajo de 20.88 millones de dólares, donde se consideran costos de terreno, construcción, maquinarias, materiales e insumos. La ubicación elegida para el proyecto es el parque industrial de Arequipa, basado en las condiciones existentes para este tipo de proyectos, como la distribución del terreno y accesibilidad a considerar. La evaluación de operaciones se estima en base al periodo del 2024 a 2030, teniendo inicio de operaciones el 2026 y proyecciones de ventas del 93.7% con respecto a la participación del mercado esperada, delimitado por la tecnología y tecnología del proceso. En lo económico, el proyecto presenta un VAN de 1.46 millones y un TIR DE 24%, presentándose viable en el horizonte de 5 años. Un primer análisis de impacto ambiental describe como principal punto negativo la explotación de minerales parte de la materia prima y la reducción de la huella de carbono como punto más favorable. En el aspecto social, el desarrollo y capacitación tecnológica de los profesionales involucrados en el proyecto vendría a ser el principal beneficio.

**Palabras clave:** Baterías ion litio, planta de producción de baterías, viabilidad técnica económica

## 2. ABSTRACT

The present project seeks to evaluate the influence of the factors to be considered in the production of lithium ion batteries, which are used in energy storage of electrical devices. The discovery of lithium mineral in the south of the country opens the possibilities of industrializing it in the place of origin, which must take into account the factors involved in this industrial and technological development. The proposed battery pack is made up of modules, which are formed by cylindrical cells with a weight 55.6 grams, data that will be used to determine the amount of raw determine the necessary amount of raw material. The initial size is established from a projection of the national demand for the product and a market share of 10% market share, with which the start-up production is established. The initial capacity is set at 27996 packs per year or 28.01 MWh of energy storage with revenues of US\$26.44 million to be obtained in the first five years of the first 5 years of project evaluation, in which investment and labor costs are established. investment and labor costs of US\$20.88 million are established, where land, construction, construction costs of land, construction, machinery, materials and inputs are considered. materials and supplies. The location chosen for the project is the industrial park in Arequipa, based on the existing conditions for this type of project, such as land distribution and accessibility to be considered. The evaluation of operations is estimated based on the period from 2024 to 2030, with operations starting in 2026 and sales projections of 93.7% of the expected market share, limited by technology and process technology. expected market share, limited by technology and process technology. Economically, the project presents an NPV of 1.46 million and an IRR of 24%, being viable in the 5-year horizon. A first environmental impact análisis The main negative points of the environmental impact analysis are the exploitation of minerals, part of the raw of the raw material and the reduction of the carbon footprint as the most favorable point. On the social aspect, the development and technological training of the professionals involved in the project would be the main benefit.

**Keywords:** Lithium-ion batteries, battery production plant, technical and economic feasibility

### 3. INTRODUCCIÓN

Las baterías son parte de un creciente mercado que mueve billones de dólares. Por ejemplo, se estima que el mercado de las baterías de ácido plomo alcance el orden de los 70.1 mil millones de dólares para el 2023 mientras que las baterías de litio deberán alcanzar los 105 mil millones de dólares para el 2025. En términos generales se espera que el mercado de baterías tenga un incremento del 6.63% en la tasa de crecimiento anual compuesto (CAGR) en los próximos 9 años.

Una batería puede estar compuesta por dos o más celdas conectadas en serie o en paralelo. Una celda es la unidad básica de una batería capaz de convertir energía química en energía eléctrica a través de reacciones electroquímicas. Las baterías constan de cuatro partes fundamentales que son el ánodo, el cátodo, el separador y el electrolito. El ánodo sufre una reacción de oxidación durante el proceso de descarga mientras que en el proceso de carga sufre una reacción de reducción.

Para el caso del cátodo tenemos una reacción de reducción durante el proceso de descarga y una reacción de oxidación durante el proceso de carga.

En el mundo globalizado actual, la industrialización de las materias primas del litio a lo largo del tiempo está relacionada con la industria electrónica (tabletas, teléfonos inteligentes, computadoras portátiles, etc.), la industria automotriz y los avances tecnológicos en diversas industrias. Se espera que en los próximos años se conviertan en la principal fuente de energía de los equipos industriales que requieren "almacenamiento" de baterías estacionarias cuyo uso está vinculado a fuentes de energía renovables como la fotovoltaica (energía solar), la energía mareomotriz, la energía eólica y el uso de energía mediante la fusión de hidrógeno. el cual se tiene previsto que sea el cambio energético para los próximos años.

#### 4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente a nivel mundial, se busca la posibilidad de obtener nuevas fuentes de energías limpias, esto con el objetivo reducir la dependencia del petróleo, así como la reducción de precios, la contaminación, los gases de efecto invernadero y la contaminación acústica; Debido a esto, se viene incrementando la demanda de baterías litio para autos eléctricos y derivados en estos últimos años. Las baterías de ion-litio en particular tienen una alta densidad de energía y no son afectadas por el llamado "efecto memoria" y un largo ciclo de vida destinado a ser utilizado para el almacenamiento de energía para la industria en general.

Centrándonos en América Latina la industria automotriz ya se encuentra en operaciones desde hace algunos años en países como Brasil, Argentina y México, por lo que se espera que los autos eléctricos se produzcan en estos países y puedan satisfacer las necesidades de la región a largo plazo. Contrario a esto, no existe como tal fábrica de baterías en la región que cubran la capacidad instalada de la demanda actual.

Todas las baterías de litio requieren de este metal y también de cobre; dado ello y ya que el Perú es el segundo productor mundial de cobre y un destino atractivo para el sector minero de todo el mundo, esto potenciado aún más desde el 2018 ya que se han descubierto yacimientos de litio en la región meridional de Puno que están siendo explorados por American Lithium Corp. Si bien es cierto que la región comercializa el mineral, siendo Chile y Argentina los principales productores de litio no refinado del mundo, en segundo y cuarto lugar respectivamente. (Editor General, Tiempo Minero,

2022) No se tiene en la región producción industrial de baterías de litio y ningún país de América Latina lo produce a escala comercial.

Estos factores hacen interesante determinar si es beneficioso unirse a la cadena de valor agregado del litio con el objetivo de atender la demanda nacional de baterías. Por otro lado, el mercado de las baterías de litio ha comenzado a tener un alto crecimiento y se espera que ésta aumente en los próximos años. Esto brinda una gran oportunidad al país para establecer una línea de producción, basada en la disponibilidad y explotación del mineral en la región sur.

Como tal, las crecientes demandas combinadas con los avances tecnológicos en la producción han elevado los precios de estos productos, lo cual está abriendo nuevos mercados que atienden la satisfacción de diversas necesidades como el almacenamiento de energía renovable para la generación eléctrica continua, con lo cual, el tamaño del mercado potencial es muy atractivo.

El proceso de explotación del litio en el sur del país se encuentra en etapa de desarrollo y aún no existe un plan de industrializar el producto para otorgarle valor agregado, por lo cual realizar un análisis para que se implemente esta actividad es aún más trascendental, tanto para el desarrollo de la región como para el desarrollo del país.

El presente trabajo está enfocado en evaluar la influencia de los aspectos técnicos y económicos en la viabilidad para la instalación de una fábrica de baterías de litio en Perú, desde una mirada de adecuación de proyecto.

## 5. JUSTIFICACIONES Y CONTRIBUCIÓN DE ESTUDIO

### 5.1. Contribución

La producción busca empezar a desarrollar tecnologías que actualmente no están disponibles en el Perú. Además del propio equipo, también se tendrá que invertir año tras año en investigación y desarrollo para mejorar la eficiencia productiva y el diseño de las baterías. A largo plazo, estos desarrollos pueden provenir del interior del país, pero inicialmente provendrán de conocimientos adquiridos en el exterior. Desde una perspectiva de suministro, se espera que la región importe algunas de las materias primas necesarias para la producción de baterías. Finalmente, en cuanto a productos, se busca abastecer primero al mercado nacional y con el desarrollo del proceso al mercado internacional, principalmente a países como Estados Unidos, Brasil, Argentina, México, Colombia y Chile.

“El sector de la industria manufacturera es clave en la economía, de tal manera que al cierre del 2021 este sector contribuyó con en el 12.7 % del PBI, generó el 8.8 % del empleo nacional, y además representó el 15.4 % de la recaudación tributaria total”. (*Nota de prensa, 2022*).

Ante esta situación, nuestro estudio busca contribuir con la industrialización del país, además de marcar un nuevo camino para el uso, manejo y capacitación de nuevas tecnologías manufactureras para el personal operativo, así como el aporte económico al país en el sector manufacturero sentado bases para la introducción de nuevas tecnologías.

## 5.2. Justificación

En el aspecto técnico, actualmente se cuenta con dos tecnologías viables para la producción de baterías de litio. Por un lado, es la producción usando los minerales encontrados en depósitos de pegmatitas cuyo contenido de litio se muestra en la tabla 1

**Tabla 1**

*Minerales con contenido de Litio*

<b>Nombre Mineral</b>	<b>Fórmula química</b>	<b>Contenido de Litio (%Li)</b>
Esposdumena	$\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$	3.7
Lepidolita	$\text{K}(\text{Li}, \text{Al})_3(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{F}, \text{OH})_2$	1.39- 3.6
Petalita	$\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$	1.6- 2.27
Eucryptita	$\text{LiAlSiO}_4$	2.1- 5.53
Ambligonita	$\text{LiAlPO}_4\text{F}$	3.4- 4.7

*Nota.* La información usada pertenece a Torre et.al. (2019) de su artículo del ingemmet

*“Caracterización sobre ocurrencias de minerales de Litio”*

Por otro lado, el litio se encuentra en los salares de la región en países como Argentina, Bolivia y Chile, El cual es el llamado triángulo del litio; esta composición se encuentra con porcentajes menores de litio la cual se muestra a continuación en la tabla 2

**Tabla 2***Composición de salmueras de Litio*

	<b>Clayton Valley, USA</b>	<b>Salar de Atacama, Chile</b>	<b>Salar de Hombre Muerto, Argentina</b>	<b>Salar de Rinco, Argentina</b>
Li	0.02- 0.04	0.11- 0.31	0.05- 0.06	00.3
K	0.53- 1.00	1.80- 2.97	0.52- 0.62	0.62- 0.66
Mg	0.03- 0.06	0.82- 1.53	0.05- 0.09	0.28- 0.30
Ca	0.02- 0.05	0.02- 0.04	0.05- 0.09	0.04- 0.06
B	0- 0.01	0.06- 0.07	0.02- 0.04	0.04
Na	6.20- 7.50	1.03- 9.10	9.79- 10.30	9.46- 9.79
Cl	10.10- 11.70	2.03- 18.95	15.80- 16.80	15.8

*Nota.* Valores en porcentaje en peso. Tomado de Torre et.al. (2019) de su artículo del Ingemmet “*Caracterización sobre ocurrencias de minerales de Litio*”

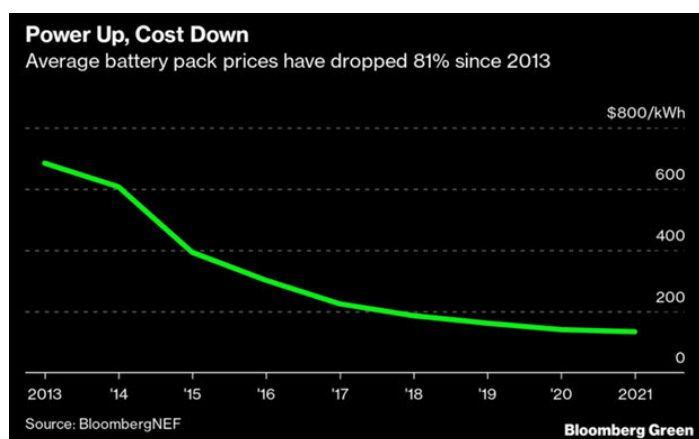
Se nota que el porcentaje más alto de litio en peso lo encontramos en los minerales, los cuales se encuentran de esa forma en el sur del país. Esto representa una gran oportunidad técnica debido a la eficiencia del producto a utilizar en el procesamiento del mineral para la fabricación de las baterías. (Jhonny Torre, et. al., 2019)

En el aspecto económico, según Bloomberg, se prevé un aumento de costo de las baterías de litio debido a los precios de las materias primas y el costo de manufactura. Al ser estas consideradas cruciales en la lucha contra el cambio climático, se abre una buena oportunidad de negocios en este mercado debido a que la demanda seguirá aumentando.



## Figura 1

*Precio promedio de baterías por año*



*Nota.* Comparativa entre la disminución de precio de baterías de litio en el tiempo. Tomado de (Todd Gillespie, 2021)

Una de las metas centrales a conseguir ahora mismo es poder disminuir los costos de producción, para llegar a un precio accesible de las baterías y tener un buen posicionamiento comercial. Esto sería posible debido a el fácil acceso a la materia prima y el alto contenido de litio en la forma en la que se encuentra, lo cual nos ubica como potenciales productores en la región.

En el aspecto social, la nueva tendencia mundial es cuidar el medio ambiente, por lo que se debe tener presente habrá un enorme crecimiento por optar por el uso de tecnologías limpias. Esto se evidencia también en la industria automotriz, ya que las ventas de autos eléctricos están siendo muy demandada en los últimos años. En muchos lugares, un auto eléctrico llega a costar lo mismo que un auto tradicional; esto es importante de señalar ya que los coches eléctricos son un producto de interés en nuestro proyecto debido al uso de baterías de litio

Es importante darle a nuestro producto una buena visibilidad y reconocimiento a corto plazo, ya que también se estará apoyando de manera indirecta el medio ambiente.

Adicional a esto se tiene la problemática regional, ya que pobladores de la zona de Macusani, Puno le están pidiendo al gobierno central el poder industrializar y transformar el litio

de su localidad, ya que se quiere darle valor agregado al producto para generar dividendos para la región y que no solo sea llevado como materia prima a otros países. (cooperacion informa, 2023)

## **6. FORMULACIÓN DE PROBLEMAS**

### **6.1. Problema General**

¿Cómo influyen la demanda nacional, localización, el factor técnico y el factor económico dentro de la viabilidad para la instalación de una planta productora de baterías de litio en el Perú?

### **6.2. Problemas Específicos**

- ¿Cómo influye el factor demanda en la viabilidad de una planta productora de baterías de litio en el Perú?
  
- ¿Cómo influye el factor localización en la viabilidad de una planta productora de baterías de litio en el Perú?
  
- ¿Cómo influye el factor técnico dentro de la viabilidad de una planta productora de baterías de litio?
  
- ¿Cómo influye el factor económico dentro de la viabilidad de una planta productora de baterías de litio?

## 7. OBJETIVOS

### 7.1. Objetivo General

Determinar la influencia de los factores demanda, localización, técnico y económico en la instalación de la planta productora de baterías de litio en el Perú.

### 7.2. Objetivos Específicos

- Determinar la influencia del factor demanda dentro de la viabilidad en la instalación de la planta productora de baterías de litio.
- Determinar la influencia del factor localización dentro de la viabilidad en instalación de la planta productora de baterías de litio.
- Determinar la influencia del factor técnico en la viabilidad de la instalación de la planta productora de baterías de litio.
- Determinar la influencia del factor económico dentro de la viabilidad de la instalación de la planta productora de baterías de litio.

## 8. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

### 8.1. Hipótesis

#### ***8.1.1. Hipótesis General***

La viabilidad en la instalación de la planta productora de baterías de litio en el Perú depende del factor demanda, factor localización, factores tecnológicos y factores económico.

#### ***8.1.2. Hipótesis Específicas***

- La viabilidad en la instalación de la planta depende del factor demanda.
- La viabilidad en la instalación de la planta depende del factor localización.
- La viabilidad en la instalación de la planta depende de los factores técnicos.
- La viabilidad en la instalación de la planta depende del factor económico.

## **8.2. Variables**

### ***8.2.1. Variables Independientes***

- Demanda del producto.
- Localización de planta.
- Factores técnicos de instalación.
- Factor económico.

### ***8.2.2. Variables Dependiente***

- Viabilidad en Instalación de la planta productora.

### 8.3. Operacionalización de Variables

**Tabla 3**

*Operacionalización de las variables de investigación*

<b>Variables</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Categorías o Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
Demanda del producto	Variable Independiente	Corresponde al número de unidades del producto que se proyecta vender	Análisis de la demanda Análisis de la oferta Demanda no cubierta	Demanda interna aparente Demanda del proyecto Bienes sustitutos y complementarios
Localización del planta.	Variable Independiente	Lugar elegido para el proyecto con el objetivo de situar y desarrollar nuestra actividad productiva	actores de localización Macro localización Micro localización	Zona, región o dirección física donde se ubica una planta de producción
Factores técnicos	Variable Independiente	Consiste en la planificación de los recursos necesarios para poner en marcha proyectos de producción industrial	Proceso de producción Diagrama de operaciones Capacidad productiva	Números de maquinarias y equipos Cantidad de operarios Tamaño de cada sector de producción
Factor económico	Variable Independiente	Resultado del análisis de la investigación y planificación que afecta la rentabilidad de un proyecto	Retorno económico Rentabilidad del proyecto	Evaluación del TIR Evaluación del VAN

## 9. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En el 2017, Andrea Nieto presenta un plan de negocios para la manufactura de baterías de litio en el país de Chile, como tal este trabajo presenta las siguientes similitudes y diferencias con respecto al nuestro:

- Similitud: Este trabajo se centra en presentar un plan de negocios para la implementación de una fábrica de baterías de litio, tocando puntos como el proceso del estudio de mercado, costos y presupuesto e inversión

- Diferencia: Esta fuente nos explica mayormente el plan de estudio de mercado, plan de marketing y centrándose más en los aspectos económicos y financieros para la implementación de este tipo de proyectos. Adicionalmente a eso, se hace hincapié en la necesidad de un estudio de ingeniería básica para el diseño e implementación del proceso productivo, así como la localización y dimensión de la planta de producción.

Similar a esto, en el 2021 se presenta un estudio de prefactibilidad en la universidad de Lima para producir hidróxido de litio a partir del carbonato de litio. El estudio realizado por Edgar Atencio presenta los siguientes puntos:

- Similitud: Este proyecto se centra en aplicar metodología similar de estudio de prefactibilidad para saber si es viable producir hidróxido a partir de carbonato de litio en el Perú.

- Diferencia: Esta fuente solo analiza la viabilidad de producir el insumo necesario para las baterías, más no se centra en darle valor agregado al utilizarlo en la fabricación de baterías de litio para la demanda actual

Mediante un análisis de viabilidad para reciclado de baterías de ion litio, Juan Murillo presenta su investigación en la universidad de Sevilla, centrada en los siguientes puntos:

- Similitud: Este trabajo tiene como objetivo principal el realizar un análisis de viabilidad técnico-económico de una planta para la recuperación de Li y Co a partir de baterías de Litio-ion gastadas.

- Diferencia: Esta fuente está solamente está centrada en analizar los diferentes métodos de reciclaje que hay desarrollados para este tipo de baterías, tanto el proceso pirometalúrgico como el hidrometalúrgico, siendo el segundo método el más adecuado para utilizar en este caso.



## 10. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION

Debido a la complejidad de la investigación, la información libre disponible para su elaboración y a la etapa muy temprana en la que se encuentra el proyecto existen temas que no han sido explorados y analizados a profundidad; a la vez se contemplan otros puntos cuyo análisis fue elaborado en línea base y no se fundamentan en diseño de detalles como se tendría que realizar a la hora de implementar el inicio de operaciones del proyecto.

Como objetivo principal, se busca determinar los principales factores que influirían en la viabilidad del proyecto para colocarlo en nuestro país, teniéndose que evaluar factores como planes de marketing, pruebas preliminares de funcionamiento, búsqueda de inversionistas y cotizaciones de especialistas en cada área para contemplar la factibilidad del proyecto.

El análisis de mercado se realiza a partir de los datos de importación del producto en los últimos años, cuyos registros está a libre disposición en los registros de importaciones nacional; esto deberá ser complementado con un estudio más profundo que debería ser realizado y revisado en una etapa más avanzada del proyecto, con lo cual profundizar este análisis es de gran importancia

La determinación de la ubicación del proceso está centrada en comparar destino en el sur del país, de acuerdo a los beneficios y oportunidades encontrados en la bibliografía y como tal se propone realizar una comparativa mayor incluyendo a otras ciudades que puedan contemplar el proyecto, al igual que realizar un análisis con criterios más avanzados que la valoración de beneficios y oportunidades

En el aspecto técnicos, se considera un análisis de acuerdo a una tecnología seleccionada para el proceso, así como la elaboración del diagrama de operaciones y el tamaño de operaciones; como tal este análisis solo se limita a realizar la evaluación de la cadena de la industria y las etapas principales dentro de la manufactura no llegando a considerar etapas de operación, reusó ni reciclaje. Adicional a esto, se consideran los principales aspectos económicos

para la etapa de pre inversión, pero no se incluyen detalles de operatividad que pudiesen necesitar la tecnología y automatización de la fábrica.

Con respecto al análisis ambiental y social, se realiza un análisis en línea base de los posibles impactos ambientales y sociales que conllevaría un proyecto de este tipo, teniéndose que profundizar en un análisis más detallado para poder determinar estos impactos.

## 11. ESTADO DEL ARTE

El mercado mundial de las plantas de baterías Ion-litio en más de un 80%, pertenece a China, Japón y Corea del Sur. La tecnología aplicada se orienta a la fabricación de los siguientes productos, cátodos: Tipo LNMC (litio-níquel-manganeso-óxido de cobalto), Tipo LF (litio-fosfato de hierro), Tipo LCO (litio-óxido de cobalto), y Tipo LTO (litio-óxido de titanio). (iproup, 2020)

Dada esta realidad, debemos hacer énfasis de que los principales productores de litio, incluidos Argentina, Chile y Bolivia, sean sólo exportadores de materias primas, es decir, minerales o productos sin valor añadido.

Es bien sabido que el camino desde la minería del litio hasta la producción de baterías es largo y complicado, requiriendo un alto grado de especialización además de materias primas con las que los países latinoamericanos no cuentan con óptimas condiciones para su producción.

En la región sudamericana, esencialmente en Argentina, se viene desarrollando la primera planta de producción de baterías de litio que atenderá la demanda local de energía y al sector automotriz. Se trata de la primera planta nacional de desarrollo tecnológico de celdas y baterías de ion litio, emprendimiento conjunto entre la UNLP, el CONICET e Y-TEC.

El trabajo en la instalación se centra en dismantelar los paquetes de tecnología asociados con el diseño y la fabricación de celdas y paquetes de baterías para eventualmente integrar la tecnología y permitir que se desarrollen instalaciones similares o más grandes en el futuro. (Universidad Nacional de La Plata, 2022)

Además, se busca reforzar el desarrollo industrial de celdas y paquetes de baterías de litio producidos en masa para satisfacer las necesidades específicas y de la industria manufacturera; Formar recursos humanos capacitados y con conocimientos de producción en esta disciplina.

En Bolivia, se viene impulsado fuertemente el desarrollo de la cadena de valor del litio, esto debido a que cuentan con las mayores reservas de este mineral a nivel mundial. El estado

busca agregarle valor a su producto, siendo así que está impulsando fuertemente la industria del litio, desde su extracción hasta el ensamblaje en packs de baterías.

La planta de materiales catódicos y de ensamblaje de celdas ubicada en Cochabamba y financiada por Quantum batteries tiene una capacidad de 3000 KWh diarios, donde la primera línea, se centra en la producción de materiales catódicos del tipo LFP y LMNC mientras que la segunda línea de ensamblaje, produce celdas del tipo 18650 destinados al uso de autos eléctricos y motos y bicicletas eléctricas. (ANF, 2022)

De acuerdo a Logistics World, Las baterías elaboradas en planta son seguras y estables, aunque la intención final es convertir ingenieros especializados en este tipo de tecnología.

## 12. PRINCIPIOS TEÓRICOS

Nuestro objetivo principal es satisfacer la demanda local de energía por baterías, iniciando con una pequeña participación en este mercado. Además, al contribuir el aumentar la capacidad de producción global de este producto con alta capacidad de almacenar energía. Para ello se consideró el uso del Espodumena como materia prima a partir de los minerales prontos a explotar en el país, ya que tiene alto contenido de litio en peso, el cual es mayor que el encontrado en las salmueras.

Se proporcionará una definición para explicar mejor este estudio de viabilidad:

### 12.1. Análisis de Viabilidad

Es el estudio que intenta predecir si un proyecto tendrá éxito o fracaso se conoce como análisis de viabilidad. Cualquier proyecto o empresa que se desee iniciar debe tener un plan de viabilidad que deje claro las posibilidades de éxito. No es una simple formalidad burocrática, sino que es una herramienta necesaria para la toma de decisiones estratégicas; es una forma de pensar. Es esencial llevar a cabo una investigación completa para determinar si el proyecto realmente generará los beneficios esperados y sobrevivirá durante un período de tiempo razonable.

Para lograr esto, utiliza una variedad de tipos de investigaciones (encuestas, estadísticas, etc.) para realizar un análisis de la situación con datos empíricos (que pueden contrastarse). Para reducir el margen de error, se debe comenzar con un análisis de la realidad específica en la que se pretende crear. El proyecto es la herramienta que da sentido, define, concreta y estructura las diversas actividades que queremos realizar, enmarcándolas en los objetivos del plan de gestión y la planificación estratégica. Y el estudio de viabilidad consiste en algo tan obvio como determinar si el proyecto es posible llevar a cabo y darle la continuidad que necesita. Para lograrlo, debemos

considerar nuestros recursos actuales, los que necesitamos y nuestra capacidad para obtenerlos y continuar generando en el futuro. Si contamos con esos recursos, el proyecto es viable y podemos ponerlo en marcha; sin embargo, si no hay suficientes recursos o no sabemos si seremos capaces de generarlos en el futuro, la mejor opción es descartarlo o aplazarlo. Una empresa no puede funcionar si no cumple con los cuatro puntos siguientes:

#### **12.1.1. Viabilidad técnica**

Se refiere a las características tecnológicas y naturales de un proyecto; La seguridad y el control de lo que vamos a hacer, esto es, sus características, funcionalidades y propiedades físicas y cómo lo vamos a hacer, suelen estar relacionados con el estudio de la viabilidad técnica. Tendremos que conocer cuál es el proceso de fabricación/realización, los medios técnicos necesarios, los medios humanos que van a intervenir y su cualificación, los materiales necesarios, control de calidad, gestión de residuos, etc. El estudio de viabilidad técnica ayuda a determinar si es posible desarrollar nuestros productos y servicios de manera eficiente desde el punto de vista tecnológico.

#### **12.1.2. Viabilidad comercial**

Un proyecto es viable comercialmente si justifica la existencia de un mercado para el producto o servicio previsto y las ventas previstas son realistas con el planteamiento de la empresa.

#### **12.1.3. Viabilidad económica:**

Un proyecto es viable desde el punto de vista económico sí puede generar beneficios con los recursos disponibles y generar una rentabilidad suficiente para compensar los riesgos.

#### **12.1.4. Viabilidad financiera**

Si el proyecto no presenta problemas de tesorería y tiene una estructura financiera equilibrada en términos de endeudamiento, solvencia y liquidez, es viable desde el punto de vista financiero. Si se pueden pagar puntualmente con el dinero que se generará (primero con aportes de socios y préstamos, y luego con cobros por ventas derivadas de nuestra actividad).

## 12.2. Baterías de ion litio

Debido a su amplia utilización en dispositivos electrónicos de consumo, es el tipo de batería más conocido y popular por sus múltiples aplicaciones hacen que estas baterías sean cruciales para el desarrollo de nuevos vehículos eléctricos e híbridos. El grafito, un material capaz de intercalar y desintercalar iones de litio en su matriz, es el ánodo, mientras que el cátodo utiliza óxidos de litio y un metal de transición. Para que estas baterías puedan generar energía, deben cargarse porque el litio se encuentra en el cátodo y no en el ánodo.

### **Ventajas:**

- Alta densidad energética. Comparándola con una batería de Ni-Cd o Ni-MH con las mismas características, su peso es la mitad y su volumen se ve reducido entre un 20-50%.
- El alto voltaje de la celda elemental reduce la cantidad de celdas asociadas. Las celdas de las baterías de Ni-Cd y Ni-MH tienen el triple de voltaje.
- No poseen efecto memoria.
- La eficacia del ciclado es del 98 %, mientras que las baterías alcalinas y ácidas tienen un 70-85 %.
- No contienen metales pesados como Hg, Pb o Cd, que son muy contaminantes.

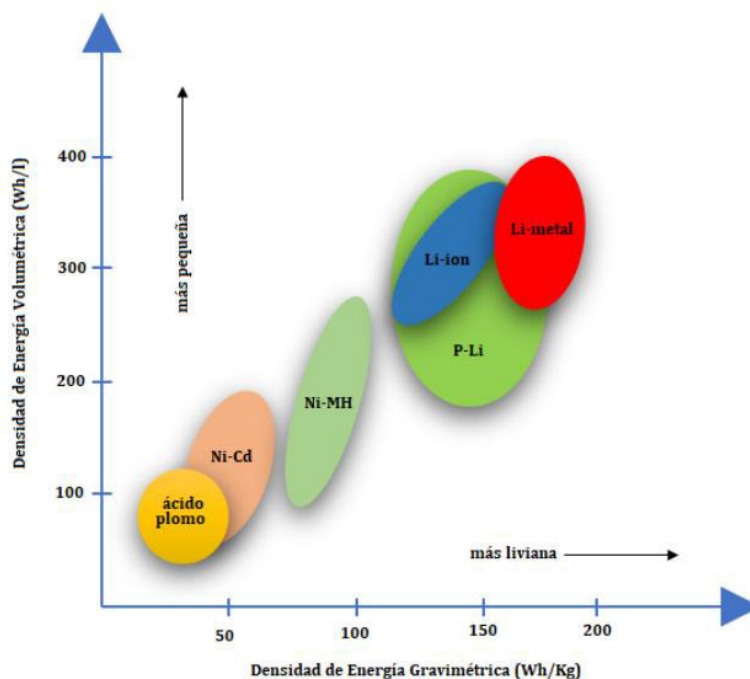
### **Desventajas:**

- Tienen un circuito electrónico que limita la carga y la descarga porque no pueden cargarse ni descargarse por debajo de un valor mínimo determinado.
- Para una potencia específica, tienen un costo más alto.
- No trabajan bien a bajas temperaturas.
- Las baterías de Ni-Cd o Ni-MH tienen un rendimiento menor, lo que reduce su duración hasta en un 25 %.
- No puede cargar tanto como una batería Ni-Cd.
- Hay riesgos de explosión a altas temperaturas.

Como se puede apreciar en la figura 2, la densidad energética de las baterías de ion-litio resulta siendo más elevada que sus similares

## Figura 2

*Densidad de energía gravimétrica y volumétrica para diferentes tipos de baterías*



*Nota.* Las baterías de ion- litio son más livianas y pequeñas. Imagen extraída de (Quintero, Vanessa et.al, 2021) '*Baterías de ion litio: Características y aplicaciones*'.

Además de los datos anteriores, las hojas técnicas de los fabricantes ofrecen una variedad de gráficos que facilitan la verificación del comportamiento y rendimiento de la batería en condiciones específicas. Estos gráficos tienen información sobre cómo funciona la batería cuando se descarga a corriente continua, además de incluir datos sobre el impacto de la temperatura con el uso de la batería, lo cual es de suma importancia saber ya que a temperaturas elevadas se produce un daño a la estructura química de la batería, reduciendo su tiempo de vida.



Esta situación se presenta en la Figura 4 que muestra el deterioro que experimenta la batería a medida que los ciclos de operación de la batería aumentan cuando se descarga usando diferentes niveles de corriente.

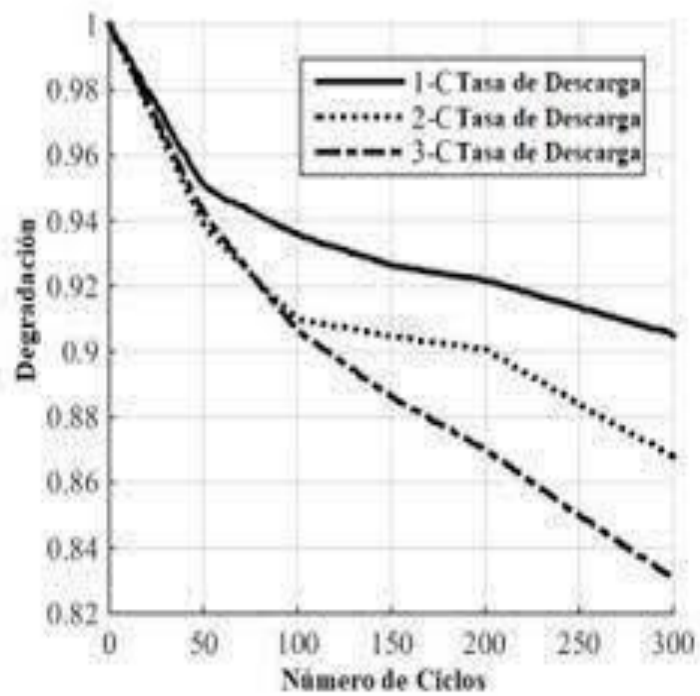
### Figura 3

*Modelo de ficha técnica para baterías de ion-Litio*

Voltaje Nominal		3.6 V
Capacidad Nominal	Típica	45mAh
	Minima	40mAh
Método de Carga		CC/CV Corriente: 0.5 C Voltaje: 4.2 V Corriente Final: 0.02 C
Voltaje de Carga		4.20 V
Corriente Estándar de Carga		0.5 C
Máximas corrientes	Carga	1 C
	Descarga	2 C
Voltaje de Corte de Descarga		2.75 V
Impedancia Interna		$\leq 600\Omega$
Número de ciclos		500

**Figura 4**

*Degradación de batería vs corriente usada*



*Nota.* Imágenes tomadas de Portal América, 2021

## **CAPÍTULO II: METODOLOGÍA**

## 13. ANALISIS DE DEMANDA DEL PRODUCTO

### 13.1. Definición del producto

Las baterías de iones de litio, también conocidas como baterías ion-litio, son dispositivos con celdas de energía fabricadas para el almacenamiento de energía eléctrica. Los niveles de este producto son los siguientes:

#### **13.1.1. Producto básico**

Una batería de litio es un producto que se usa en la industria tecnológica para almacenar energía eléctrica en celulares, computadoras y actualmente también se está usando para darle movimiento a los autos eléctricos.

#### **13.1.2. Producto real**

La batería de litio es un tipo de batería recargable que utiliza compuestos de litio como uno de los electrodos. Se componen de un electrodo negativo o ánodo donde salen los electrones y un electrodo positivo o cátodo que los recibe; están se componen de una o varias celdas, siendo las celdas cilíndricas las más usadas en los vehículos eléctricos.

#### **13.1.3. Producto aumentado**

Los potenciales compradores del producto serán asesorados al momento de la compra, recibiendo todas las especificaciones para realizar la evaluación del producto y poder realizar una compra bien informada

### 13.2. Área geográfica

Se considerará en este proyecto que el área geográfica de estudio se centrará en Sudamérica, en particular en el mercado nacional que demanden baterías, considerando la demanda de autos eléctricos y dispositivos electrónicos que tienen el país y se proyecta tendrá en el futuro.

En la tabla 4, se da una relación de posibles compradores de nuestro producto:

**Tabla 4***Importadores de baterías de Litio en el Perú*

<b>Importadores</b>	<b>Registros<sup>b</sup></b>	<b>Total US\$ CIF<sup>a</sup></b>	<b>%</b>
Engie energía Perú S.A	14	7,511,450	35.45%
Huawei del Perú S.A.C.	65	7,190,449	34,89
América Móvil Perú S.A.C.	3	1,521,891	7,87
Consortio Eléctrico Bretaña	1	396,740	1,93
Rash Perú S.A.C	18	321,032	1,55

*Nota.* Datos tomados de [veritradecorp.com/consultas](http://veritradecorp.com/consultas) *Historial de importaciones de acumuladores de iones de litio en Perú*

<sup>a</sup> Precio CIF: precio de importación considerando costo de producto, seguro y flete.

<sup>b</sup> Datos para el periodo enero a marzo del 2023.

### **13.2.1. Engie energía Perú S.A**

ENGIE Energía Perú es una de las mayores compañías de generación eléctrica del país e infraestructura energética. Con 25 años en el mercado peruano, posee ocho centrales de generación distribuidas en 4 regiones del país (Lima, Moquegua, Pasco y Áncash) con una capacidad total de 2,496 MW. Tiene entre sus clientes a las más importantes empresas del sector minero, industrial, comercio y distribuidoras de energía eléctrica. Es la compañía más diversificada en cuanto a fuentes de generación (gas natural, agua y energías renovables) y ubicación geográfica.

**Figura 5**

*Logo de Engie Energía*



*Nota.* Tomado de engie-energia.pe.

**13.2.2. Huawei del Perú S.A.C.**

Huawei del Perú S.A.C. es la subsidiaria local de Huawei Technologies, la empresa china líder en la provisión de la nueva generación de redes de telecomunicaciones. Huawei Technologies es usado por 36 de los 50 operadores más importantes a nivel mundial, junto a más de mil millones de usuarios a nivel mundial. La empresa produce una amplia serie de productos, incluyendo plataformas de datos y voces para proveedores de servicios de comunicaciones. Los productos y soluciones de Huawei incluyen innumerables productos inalámbricos, productos de centro de red, productos de red, aplicaciones y software como también terminales.

**Figura 6**

*Logo de Huawei del Perú*



*Nota.* Tomado de Huawei.com.

### 13.2.3. Rash Perú S.A.C.

Rash Perú S.A.C. comenzó sus operaciones en el Perú en 1997. Su actividad principal es la venta al por mayor y menor de sistemas de seguridad y artículos de telefonía, audio, video y telecomunicaciones. En la actualidad cuenta con 58 puntos de venta en Lima y 33 en las provincias. Marcas como Coolbox, Radioshack y Urban Rider le pertenecen a esta empresa

#### Figura 7

Logo de Rash Perú SAC



Nota. Tomado de radioshackperu.com.pe

### 13.2.4. Asociación Automotriz del Perú

Si bien en la actualidad no hay ningún vehículo de serie que se ensamble, ni mucho menos fabrique en el Perú, hace 50 años llegaron más de 13 marcas de autos que se instalaron en Lima. Esta época fue conocida como el boom de las plantas ensambladoras peruanas que recibieron a marcas como Ford, Chrysler (con Dodge), Volkswagen, entre otras. (*El comercio*, 2022)

Esto podría cambiar e impulsar la industria automotriz en el país debido al gran potencial energético que presenta el recurso mineral litio dentro del mercado nacional.

#### Figura 8

Logo de Asociación Automotriz del Perú (AAP)



*Nota.* Tomado de Asociación automotriz del Perú

### 13.3. Análisis de demanda

Por lo mencionado, la demanda de nuestro proyecto estará enfocada en el mercado nacional con el objetivo de satisfacer el requerimiento de almacenamiento de energía en dispositivos electrónicos, principalmente enfocado en el sector automotriz para el uso en uso eléctricos e híbridos.

“Se estima el crecimiento de la demanda de baterías de casi 30% CAGR (tasa de crecimiento anual compuesto por sus siglas en inglés) entre 2019 y 2025, con casi todo este crecimiento al mercado de vehículos eléctricos. Se espera que la demanda técnica crezca a una tasa ligeramente superior del 2% compuesto por año “. (Farge I., 2020)

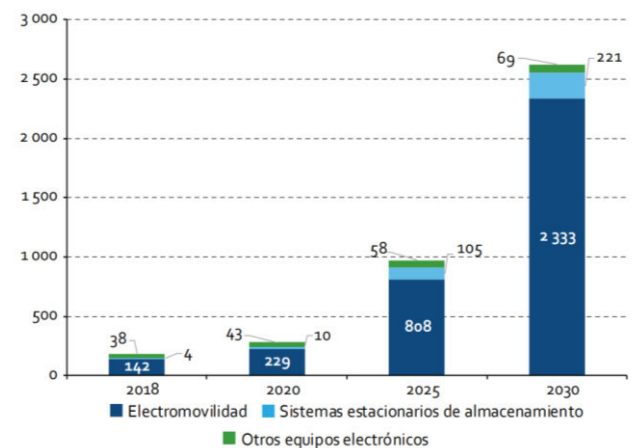
#### 13.3.1. Demanda de mercado Objetivo

En la tabla 9 se da a conocer el incremento en el consumo histórico de baterías de litio entre los años 2018 y 2030, este incremento es debido en mayor parte por la electro movilidad.

“Este crecimiento, coincide con el surgimiento de los Smartphone. Para 2008, dispositivos móviles multifuncionales ya estaban empezando a penetrar el mercado. A fines de 2007 se lanzó el primer iPhone y empezó una carrera dentro de la industria para igualar este producto” (UPME, 2018)

### Figura 9

*Demanda mundial de baterías*





*Nota.* Demanda media en gigavatio hora. Tomado de (M. Obaya et. al, 2021)

Con estos datos, hacemos una proyección a la realidad nacional la cual se muestra en la tabla 5 y 6

**Tabla 5**

*Demanda mundial de baterías en Gw/h*

<b>Año</b>	<b>Demanda Mundial (Gw/ h)</b>
2018	56.2
2020	282
2025	971
2030	2623

**Tabla 6**

*Demanda nacional de baterías en miles/año*

<b>Año</b>	<b>Demanda nacional proyectada (miles/año)</b>
2018	264.42
2020	1331.54
2025	4584.84
2030	12385.21

*Nota.* Demanda proyectada a partir de la demanda mundial (elaboración propia). Datos iniciales tomados de (AAP, *estadísticas anuales de importación*).

### **13.3.2. Demanda interna aparente de baterías de litio**

Para determinar esta demanda se debe tener en cuenta la producción, la importación y exportación del producto en el país (DIA = Producción + Importación – Exportación)

Como tal, no existe producción de baterías de litio en el país actualmente y la importación de la misma suele ser complicada: “Todas las baterías de litio están clasificadas como material peligroso por lo que se requiere que estén empaquetadas y etiquetadas correctamente y en relación con lo exigido.” (Gonzalo Pérez,. 2022)

Por lo cual, utilizaremos la demanda proyectada de baterías de acuerdo al porcentaje de baterías de litio en el mundo. Para esto, se estimará la participación de las baterías en un 95%, dado que “Este tipo de baterías sustituyen a las de níquel, ya que ahora forman parte del 95% de las baterías de todo tipo y en toda clase de dispositivos” (Estudio Muñiz, 2023).

### Tabla 7

*Demanda interna aparente de baterías de Litio (miles/año)*

<b>Año</b>	<b>Demanda nacional de baterías</b>	<b>Demanda nacional de baterías de litio <sup>a</sup></b>
<b>2018</b>	264.42	251.20
<b>2020</b>	1331.54	1264,96
<b>2025</b>	4584.84	4554.60
<b>2030</b>	12385.21	11765.95

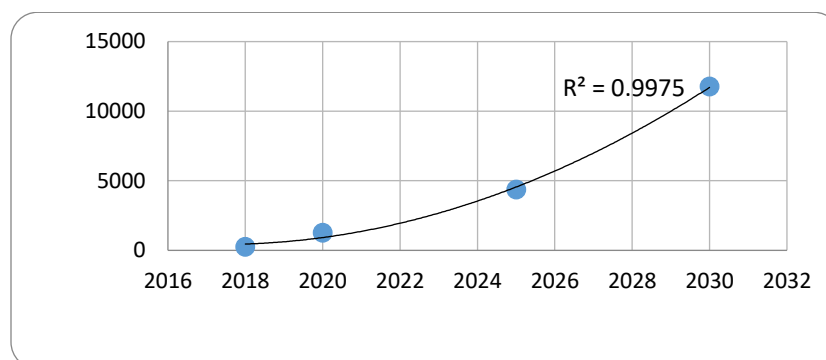
Nota. Demanda proyectada a partir de la demanda nacional total (elaboración propia).

<sup>a</sup> Consideración a partir del 95% total de la demanda (Estudio Muñiz, 2023)

Obtenido el DIA de las baterías de litio, se proyecta usando una regresión exponencial, utilizando el mayor coeficiente de determinación comparando con las otras regresiones.

**Figura 10**

*Grafico de tendencia: Demanda de baterías de Litio*



Teniendo en cuenta la regresión exponencial realizada con un  $R^2 = 0.9975$ , se procede a realizar la proyección DIA de baterías de litio para nuestro proyecto.

**Tabla 8**

*Proyección DIA 2023 - 2030*

<b>Año</b>	<b>DIA (miles/año)</b>
2023	2678
2024	3545.3
2025	4554.2
2026	5698.8
2027	6993.85
2028	8424.4
2029	10005.8
2030	11765.95

### **13.3.3. Demanda del proyecto**

A partir del DIA obtenido, se puede obtener la demanda de las baterías de litio para nuestro proyecto, utilizando la participación en el mercado de las baterías de ion-Litio

Se proyecta para nuestro proyecto una participación en el mercado que sería del 10%, tomando como referencia el valor de participación de mercado de proyectos similares al nuestro.

‘En los últimos años la principal fuente de demanda de baterías de Litio ha proveniendo del sector transporte, especialmente vinculada a la demanda por vehículos eléctricos livianos o de

pasajeros. Esta es una tendencia que se espera continúe creciendo progresivamente, a medida que los automóviles de combustión interna comiencen a ser progresivamente reemplazados por alternativas con una menor huella de carbono” (Cochilco, 2020).

En la tabla 9 se muestra los registros de importación de baterías ion litio producidos por las principales empresas del país ya mencionadas

**Tabla 9**

*Registros de importación de baterías de ion- Litio*

<b>AÑO</b>	<b>Registros de importación</b>
2019	7193
2020	7422
2021	9025
2022	9770
2023	10630
2024	11567
2025	12487
2026	13407
2027	14327
2028	15248
2029	16168
2030	17088

*Nota.* Datos obtenidos de veritrade.com “Registros de importación de almacenadores de ion-litio”

Finalmente se puede concluir que la demanda del proyecto es de 16.23 millones de baterías en el periodo 2025-2030.

**Tabla 10***Demanda del proyecto*

<b>Año</b>	<b>DIA (miles/año)</b>	<b>Participación de mercado</b>	<b>Participación de Baterías</b>	<b>Demanda anual acumulada</b>	<b>Demanda del proyecto anual</b>
2025	4554.2	%10	95%	4554.2	1557.54
2026	5698.8	%10	95%	10253	3506.53
2027	6993.85	%10	95%	17246.85	5898.42
2028	8424.4	%10	95%	25671.25	8779.57
2029	10005.80	%10	95%	35677.05	33893.56
2030	11765.95	%10	95%	47443	16225.506

Nota. Demanda considerando el número de registros anuales de importación

#### 13.4. Análisis de la oferta

Como se mencionó, en el Perú aún no se fabrican este tipo de dispositivos y las empresas que lo demanden lo importan directamente del extranjero.

En la tabla 11 se muestra el registro de los principales exportadores de baterías de litio al país y su participación en el mercado nacional

**Tabla 11***Registro de Importadores de Baterías de ion-Litio en el Perú*

<b>Exportadores</b>	<b>Registros</b>	<b>Total US\$ CIF</b>	<b>%</b>
N/A	871	9,649,455	46.83
HUAWUEI INTERNATIONAL CO. LIMITED	38	7,179,462	34.84
ZTE CORPORATION	3	1,621,691	7.87
DONGGUAN MAX-POWER ELECTRONICS CO., LTD/ GREENWA	257	157,612	0.76
SHENZHEN PARKMAN TECHNOLOGY CO., LTD.	12	124,533	0.60
<b>Total</b>	<b>2252</b>	<b>20,607,980</b>	<b>100</b>

Nota. Datos para el periodo Enero- marzo 2023 tomado de

[veritrade.com/es/peru/importaciones-y-exportaciones/acumuladores-de-iones-de-litio/850760](http://veritrade.com/es/peru/importaciones-y-exportaciones/acumuladores-de-iones-de-litio/850760)

Se espera que la oferta continúe creciendo dado los precios y la demanda alcanzada en estos años, teniendo en cuenta que los mayores exportadores provienen de compañías en China (90.4%), Estados Unidos (1.6%) y Malasia (1.4%).

Como se ha mencionado, la oferta de baterías de litio se centra en las importaciones, en compañías como Huawei International Limited y ZTE Corporation, sin embargo, este modo de importación puede verse disminuido si ponemos en marcha nuestro proyecto y reducimos costos.

Según los datos de Veritrade sobre importaciones y exportaciones:

En 2021, las importaciones de baterías de litio en el país alcanzaron un valor de US\$ 24.31 millones, incrementándose en un 73.28% con respecto al año 2020; para el año 2022 este valor llegó a US\$ 46.81 millones y hasta septiembre del 2023 está en US\$ 39.03 millones, con lo que se proyecta que a final de año este valor supere al del año anterior.

### **13.5. Bienes sustitutos y complementarios**

Las baterías de ion- Litio son usadas en la industria automotriz, en vehículos eléctricos y aeronaves dado las características del mismo; también en la industria tecnológica, en dispositivos como portátiles, relojes, artefactos luminarios, entre otros. Cabe mencionar que también se puede usar en almacenamiento de energía solar adaptado a los paneles y en la asistencia médica en sillas de ruedas eléctricas.

En estas industrias existen diferentes tipos de baterías que pueden ser usadas, por lo que se le pueden considerar bienes sustitutos. Entre alguna de estas encontramos a

Las baterías de zinc-carbono, alcalinas (zinc/dióxido de manganeso), zinc/óxido de plata, zinc-aire y litio que son consideradas baterías no recargables mientras que las baterías de ácido plomo, níquel-cadmio (Ni-Cd), níquel-metal hidruro (Ni-MH), y polímero de litio (LIPo) son las recargables.

En los bienes complementarios, en el sector de baterías recargables se suelen tener cátodos de litio con hierro. En el caso de ordenadores y productos electrónicos se usan baterías

de cobalto con litio. Finalmente, otro de los usos más cotizados es del bromuro de litio usado para controlar la humedad en los gases o acondicionar el aire. (Atencio E., 2021)

### **13.6. Demanda no cubierta**

De acuerdo a las proyecciones, se espera que la demanda de baterías de litio para el uso en diversas industrias siga en constante crecimiento, debido a la introducción de nuevos vehículos eléctricos en el País y a las innovaciones tecnológicas (celulares, Tablet, laptops, etc.)

El fuerte crecimiento en la demanda de BiL en los últimos años ha sido impulsado, principalmente, por la electro movilidad. Las baterías requeridas para este tipo de aplicaciones representaron el 77% de la demanda total de baterías en 2018, y llegarían al 89% en 2030, Asimismo, el mercado muestra un ritmo acelerado de crecimiento, que rondaría el 25% anual durante este período (World Economic Forum, 2019).

### **13.7. Estrategia competitiva y comercial**

Para lograr ventajas competitivas en el mercado, nos enfocaremos en estrategias que se enfoquen en el liderazgo de costos, diferenciación y enfoque.

Dado esto, debemos enfocarnos en obtener un liderazgo de costos con el objetivo de hacerle frente a los precios que las compañías internacionales que exportan sus productos ofrecen a los importadores del país; además, el enfoque esta dado ya que nuestro producto está centrado en el consumo del sector de industrias que producen o buscan almacenar energía.

En cuanto a la estrategia comercial, tocamos los cuatro puntos básicos que se necesitaran para el desarrollo del proyecto

Producto: producción de baterías de ion litio de un peso entre 200 – 500 kg con el objetivo de satisfacer la demanda de almacenamiento de energía de las empresas relacionadas al rubro.

Precio: Proponer precios que sean accesibles y competitivos en comparación con el mercado de las importaciones en el país. De acuerdo a esto, el precio debería ser menor al promedio en estos últimos años, el cual ha variado entre 22 a 27 con un promedio de 25.36 US\$/Kg.

Plaza: De acuerdo con requisitos y acuerdos preestablecidos, las baterías serán trasladadas hacia el lugar designado por los compradores, pudiendo solamente ser embarcadas por vía terrestre en camiones que cumplan con los reglamentos para el transporte de productos de este tipo.

Promoción: dentro de las estrategias de colocación de nuestro producto al mercado, debemos contemplar el valor agregado que se le está dando a la materia prima de nuestro país, además de designar un presupuesto para atención al cliente, requerimientos específicos y demás, lo cual incluyen gastos que serán incluidos dentro de los gastos pre operativos.

Cabe mencionar que estos puntos necesitaran de un desarrollo más amplio y detallado, por lo que se considera una oportunidad a futuro.

## **13.8. Recursos: disponibilidad y características**

### ***13.8.1. Disponibilidad de recursos***

La fabricación de BiL implica utilizar cobalto, níquel y manganeso en forma de sulfato, además del litio en forma de carbonato o hidróxido en el cátodo, y grafito para el ánodo

Según el ex viceministro de Minas, Ing. Rómulo Mucho señaló que el servicio geológico de EEUU, el Perú cuenta con 880mil toneladas de carbonato de litio en su territorio como recursos estimados.



“La empresa Macusani Yellowcake, encontró un yacimiento de litio en Falchani con una existencia de 4.72 millones de toneladas de carbonato de litio equivalente hasta la fecha y se encuentra en pleno trabajo de certificación de reservas existentes para conocer la magnitud del yacimiento” (Estudio Muñiz, 2021)

### **13.8.2. Características de recursos**

El proceso de producción de baterías de ion litio será detallado en los siguientes puntos, sin embargo y como ya se mencionó, los insumos más importantes para el proceso son los sulfatos de cobalto, níquel y manganeso, además del litio como carbonato y el grafito.

**13.8.2.1. Sulfato de Cobalto.** ( $\text{CoSO}_4$ ) Es un tipo de sal del sulfato de cobalto divalente. Se define como cristales de sulfato de monoclinico rojo que se funde a  $96.8^\circ\text{C}$  y es anhidro a  $450^\circ\text{C}$

Utilizado en elaboración de pigmentos y fabricación de otros tipos de sales, se utiliza en pilas de almacenamiento y en galvanoplastia.

**13.8.2.2. Sulfato de Níquel.** ( $\text{NiSO}_4$ ) compuesto inorgánico de color azul o verde esmeralda muy soluble y usado en baños galvánicos

Usado en electro platinado, en síntesis, orgánica y para elaboración de sales de níquel y baterías.

**13.8.2.3. Sulfato de Manganeso.** ( $\text{MnSO}_4$ ) es una sal que se muestra como solido en polvo o en gránulos, de color blanco o rosa pálido, de carácter higroscópico, soluble en agua, pero no en alcohol.

Utilizado como fungicida y en la industria textil y en la elaboración de hidroquinona y anisaldehído.

**13.8.2.4. Grafito.** Obtenido de forma natural desde las rocas metalúrgicas del carbono, utilizado para lubricar piezas en seco en maquinarias y herramientas de todo tipo, es considerado un gran conductor de la electricidad.

Se considera un inmejorable lubricante para entornos de trabajo y desempeño de máquinas que deban someterse a temperaturas cálidas. Alta resistencia a la humedad y a los compuestos químicos.

**13.8.2.5. Carbonato de Litio.** ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ) es un polvo blanco incoloro con densidad relativa de  $2.1 \text{ g/cm}^3$  y punto de fusión de  $618 - 723^\circ\text{C}$ . Este es de los componentes principales para las BiL, por eso debe ser de grado batería con un 95%  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ .

Este compuesto posee peligros químicos como la reacción violenta al ser mezclado con flúor, además de irritar los ojos y la piel.

## 14. LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

### 14.1. Factores de localización

Para establecer nuestra planta de producción en un lugar en específico hay que tener en cuenta factores esenciales para eso, los cuales son importantes para la macro y la micro localización.

#### **14.1.1. Disponibilidad de mano de obra (A)**

Los colaboradores son un recurso clave en la creación de todo proyecto y, en nuestro caso, es necesario contar con trabajadores que cumplan con un perfil preestablecido. Se requieren, principalmente, profesionales o técnicos en química, tecnologías aplicadas e ingeniería, pues el proceso involucra el tratamiento de materias y sustancias químicas, así como la manipulación de maquinaria diseñada para estos fines principalmente. Por esta razón, se deben considerar lugares que cuenten con instituciones que impartan conocimientos relacionados a los campos académicos ya mencionados.

#### **14.1.2. Cercanía de materia prima e insumos (B)**

La materia prima principal para nuestro proyecto se empezará a extraer de la zona de Macusani, Puno en forma de Espodumena que será tratado y convertido como litio grado batería

en forma de carbonato con un grado de pureza de 95%. De acuerdo a esto, se espera que resulte beneficioso localizar nuestra planta de producción de baterías lo más cercano a este lugar

#### **14.1.3. Condiciones climatológicas (C)**

Se debe considerar el clima, la temperatura, humedad, lluvias y demás a la hora de localizar nuestra ubicación, ya que estos factores pueden condicionar nuestro proceso productivo y la calidad del mismo, así como el rendimiento de nuestros trabajadores, el factor logístico, el transporte de los insumos y el rendimiento de nuestros equipos.

#### **14.1.4. Ubicación geográfica (D)**

Como tal, plantas de fabricación como la nuestra ya existen en lugares entre 0 – 4000 msnm, un ejemplo es la planta Quantum en Cochabamba Bolivia, ubicada a 2558 msnm sin que esto afecte la producción. No obstante, se debe tener en cuenta que el lugar tenga fácil accesibilidad para evitar condiciones difíciles para el transporte del producto como para la de los operarios.

#### **14.1.5. Disponibilidad de servicios básicos (E)**

Nuestra planta de producción debe ubicarse en un lugar hospitalario, esto es, de preferencia en una zona industrial que cuente con suministros de agua, electricidad y desagüe para poder ser usados en el proceso como para el uso de los colaboradores.

#### **14.1.6. Beneficios para la región (F)**

Se deberá buscar y negociar con un municipio que se muestre más permeable a la instalación de una empresa nueva en su sector de influencia para buscar facilidades impositivas y de instalación, además de indicar la importancia y desarrollo que traerá nuestro proyecto tanto en lo tecnológico como en lo económico.

#### **14.1.7. Aspecto normativo de la industria (G)**

Las actividades económicas están controladas por leyes que deben cumplirse para poder operar legalmente en el país o localidad. No obstante, no todas las actividades económicas tienen

un marco legal en el país, a pesar de contar con los recursos para realizarse. Es así que, para nuestro proyecto, es importante que se tengan leyes y normas favorables para el sector en el que se desarrollará.

#### **14.1.8. Vías de transporte (H)**

Es muy importante contar con vías terrestres en buen estado para asegurar la calidad de los insumos y producto final cuando sean transportados. Además, dado que el producto en mención tiene fines industriales que se usan en muchos países, la exportación es una opción; entonces es un plus poder contar con un puerto.

### **14.2. Macro localización**

La empresa encargada de la extracción y procesamiento de litio en el país es Plateau Energy Metals y esta se ubica en Puno, por lo cual representa un potencial socio estratégico para los fines de este proyecto. Por esto, la región en mención es una alternativa de localización para la planta de producción del proyecto. Otra potencial ubicación sería la región de Arequipa, departamento cercano a Puno y que además cuenta con un puerto, lo cual, como se explicó, es de suma importancia si se pretende exportar a futuro.

Se procederá a evaluar y seleccionar la localización de la planta teniendo en cuenta los factores ya descritos.

Se tendrán en cuenta los siguientes factores:

- Cercanía de materia prima e insumos (B)
- Ubicación geográfica (D)
- Disponibilidad de servicios básicos (E)
- Vías de transporte (H)

Junto con esto, se considera las siguientes notas:

1: Malo / 2: Regular/ 3: Bueno / 4: Muy bueno

Se considera el factor cercanía a la materia prima como el más importante debido a que es trascendental poder tener fácil accesibilidad a los productos esenciales de nuestra producción, esto con el objetivo de ahorrar costes de transporte y beneficiarnos de una mejor logística.

La ubicación geográfica se considera como el segundo factor más importante, dado que en zonas de mayor altitud o con una dificultad de salir a vías marítimas se podría considerar una dificultad a futuro si se pretende comercializar en regiones fuera del país.

**Tabla 12**

*Matriz cruce de factores macro localización*

<b>Factor</b>	<b>B</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>H</b>	<b>Valor</b>	<b>Ponderado</b>
<b>B</b>	X	1	1	1	3	45.86 %
<b>D</b>	0	X	1	1	2	28.57 %
<b>E</b>	0	1	X	0	1	14.29 %
<b>H</b>	0	0	1	X	1	14.29 %
<b>TOTAL</b>					7	100.00 %

La región Puno como tal, representa una gran opción para poder ser la sede de nuestra planta de producción, al ser este el lugar donde se explotará el litio y al tener servicios básicos y vías de transporte aceptables para la interconexión entre proveedores. Cuenta como tal con zonas donde se ubica las industrias principales y las zonas de parques industriales se muestran como una opción atractiva para instalarse.

Como tal la principal desventaja como ya mencionamos, es la falta de un puerto marítimo debido a la ubicación geográfica de la región, al estar a 3827 msnm y no tener salida marítima, se complicaría la relación comercial futura.

Arequipa también se presenta como una región viable para la ubicación de nuestra planta de producción, debido a la ubicación estratégica y la ubicación de hasta dos parques industriales en el centro de la ciudad más comercial, lo cual favorece a la actividad productiva. Además de esto, al contar con un puerto marítimo le da un agregado para la integración comercial con otras regiones.

Otra opción de localidad vendría a ser La región de Moquegua, al contar con un parque industrial cercano al puerto de Ilo abre grandes posibilidades al comercio interregional y al estar interconectado vía terrestre con las demás localidades de nuestro interés.

**Tabla 13**

*Evaluación de alternativas de localización*

Factor	Ponderación	Puno		Arequipa		Moquegua	
		Nota	Calificación	Nota	Calificación	Nota	Calificación
<b>B</b>	45.86 %	4	1.8344	3	1.3758	3	1.3758
<b>D</b>	28.57 %	2	0.5714	4	1.1428	3	0.5871
<b>E</b>	14.29 %	3	0.4287	3	0.4287	3	0.4287
<b>H</b>	14.29 %	3	0.4287	4	0.5716	3	0.4287
		<b>3.2632</b>		<b>3.5189</b>		<b>2.8203</b>	

Los resultados de nuestra evaluación muestran una calificación más favorable a la región de Arequipa para la instalación de nuestra planta de producción; estamos considerando como el factor determinante la cercanía a la materia prima principal, la cual se puede considerar un factor determinante para nuestra producción final, además de la ubicación geográfico y el fácil acceso que nos ofrece esta región.

### **14.3. Micro localización**

Se procederá a evaluar las zonas industriales ubicadas dentro de las principales regiones de la ciudad.

La primera opción viene a ser el parque industrial de Arequipa, Controlado por el ADEPIA. El Parque Industrial de Arequipa es la zona industrial más antigua y más importante de la ciudad de Arequipa, está ubicada en el distrito del mismo nombre y se extiende sobre un área de 66 hectáreas en las inmediaciones de la Variante de Uchumayo. El parque industrial surge como

parte de las importantes tareas realizadas por la Junta de Rehabilitación de Arequipa después del terremoto de Arequipa de 1960. (ADEPIA, 2021)

### **Figura 11**

#### *Parque Industrial de Arequipa*



*Nota.* Imagen tomada de La republica.pe, Perú.

Otra opción sería la ubicación del parque industrial de Río Seco, en el distrito de Cerro Colorado, donde se desarrolla industrias de calzado, cuero y demás Mypes. El Parque Industrial Río Seco realiza actividades relacionadas al sector curtiembre y cuenta con aproximadamente 200 hectáreas divididas en tres etapas. Se encuentra ubicado al noreste del centro de la ciudad de Arequipa, geográficamente entre la costa y la meseta de la sierra del Perú, en la margen derecha del río Chili e izquierda de la quebrada Añashuayco. (Minam,2016)

### **Figura 12**

#### *Parque Industrial Río Seco*



*Nota.* Imagen tomada de Google Maps.

Para esta evaluación tomaremos en cuenta los siguientes factores:

- Vías de transporte (A)
- Acceso a servicios básicos (B)
- Ubicación estratégica (C)
- Costo de localización (D)
- Infraestructura interna (E)
- Actividades desarrolladas (F)

**Tabla 14**

*Matriz de factores Micro localización*

<b>Factor</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>Suma</b>	<b>Ponderación</b>
<b>A</b>	X	1	1	1	1	1	5	27.78%
<b>B</b>	0	X	1	1	1	1	4	22.22%
<b>C</b>	0	0	X	1	1	1	3	16.67%
<b>D</b>	0	0	1	X	1	0	2	11.11%
<b>E</b>	0	0	0	1	X	1	2	11.11%
<b>F</b>	0	1	0	0	1	X	2	11.11%
<b>TOTAL</b>							<b>18</b>	<b>100.00%</b>



Las vías de transporte se consideran como el factor más importante para la ubicación de nuestra planta, además de la disposición de servicios básicos siendo el segundo factor más importante.

**Tabla 15**

*Evaluación de alternativas micro localización*

	Ponderación	ADEPIA		Rio Seco	
		Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje
<b>A</b>	27.78	4	1.1112	2	0.5556
<b>B</b>	22.22	3	0.6666	2	0.4444
<b>C</b>	16.67	4	0.6668	3	0.5001
<b>D</b>	11.11	3	0.3333	4	0.4444
<b>E</b>	11.11	3	0.3333	3	0.3333
<b>F</b>	11.11	3	0.3333	2	0.2222
<b>TOTAL</b>			<b>3.4445</b>		<b>2.5</b>

Como resultado obtenemos de nuestra evaluación, determinamos que nuestra planta de producción se localizara en el parque industrial de Arequipa, Arequipa. Las características de esta ubicación la hacen muy favorable para el proyecto

## 15. TAMAÑO DE PLANTA

### 15.1. Tamaño – Mercado

En la sección 11 se determinó el tamaño del proyecto. En esta sección se muestra una tabla describiendo los resultados de ese apartado, el cual brinda una capacidad de mercado de al año.

**Tabla 16***Tamaño total del proyecto*

<b>Año</b>	<b>DIA (Ton/año)</b>	<b>Participación de mercado</b>	<b>Demanda proyectada (Ton/año)</b>
2025	1735.424	%36	624.753
2026	1864.467	%36	671.208
2027	1993.509	%36	717.663
2028	2122.552	%36	764.119
2029	2251.594	%36	810.574
2030	2380.637	%36	857.029

**15.2. Tamaño - Materia prima**

Se debe considerar la producción proyectada de carbonato de litio los cuales son comunes y vienen de la región de Macusani, siendo esta la materia prima más importante. De acuerdo a esto, se conoce que la producción arrancarían con 60.000 toneladas por año durante los primeros tres años de producción, luego esto subiría a 80000 llegando a 100000 para el sexto año de explotación (Minería,. 2021)

**Tabla 17***Tamaño de materia prima del proyecto*

<b>Año</b>	<b>Producción de carbonato de Litio (Ton/año)</b>
2024	60000
2025	60000
2026	60000
2027	80000
2028	80000
2029	100000
2030	100000

En base a estas proyecciones y considerando la demanda proyectada del proyecto, además del porcentaje de litio y carbonato de litio los cuales son 7.2% y 38.33%, realizamos la proyección de la demanda de materia prima para nuestro proyecto.

**Tabla 18**

*Proyección de demanda de materia prima*

<b>Año</b>	<b>Dem. BiL (Ton)</b>	<b>Dem. Li (Ton)</b>	<b>Dem. Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (Ton)</b>
2024	1606.382	115.660	615.726
2025	1735.424	124.951	665.188
2026	1864.467	134.242	714.650
2027	1993.509	143.533	764.112
2028	2122.552	152.824	813.574
2029	2251.594	162.115	863.036
2030	2380.637	171.406	912.498

Nota. La demanda de materia prima proyectada corresponde a la demanda total proyectada de Baterías de Litio hasta el 2030

De acuerdo a esto, nuestro tamaño materia prima es de 615.726 Toneladas de Carbonato de Litio para el año 2024 hasta llega a un tamaño de 912.498 Toneladas para el año 2030.

### **15.3. Tamaño - Tecnología**

Un factor importante a la hora de determinar el tamaño de la planta son los factores técnicos. Se debe tener en cuenta la capacidad de los equipos necesarios para el proceso, esto para saber cuánto podemos producir y conocer la cantidad máxima de producto final que podemos obtener; sumado a esto, la elección correcta del tipo de batería que se procesara es de suma importancia a la hora de determinar el tamaño de producción.

Para esta etapa, consideramos tres tipos de tecnologías usadas en función del tipo de batería y cátodo que se muestra como alternativa a ser fabricada. Esto se evaluará en base a usar la relación de capacidad e inversión en el proyecto.

**Tabla 19***Tipos de tecnologías de fabricación*

	<b>Tipo</b>	<b>Inversión (m U\$)</b>	<b>Capacidad (Ton)</b>	<b>Indicador (Ton/\$)</b>
<b>Opción A</b>	LCO	50	5000	0.100
<b>Opción B</b>	NMC	91	13000	0.143
<b>Opción B</b>	NCA	160	17500	0.109

**Nota.** Comparación de tamaño tecnología de tres diferentes tipos de baterías de ion litio. Datos tomados de (M. Obaya et.al, 2021).

Como se puede apreciar, de acuerdo a los datos obtenidos la opción más adecuada es el tipo de batería NMC, aunque este factor no es el único que se debe considerar al momento de elegir la tecnología adecuada de fabricación, ya que factores como la disponibilidad de materias primas secundarias y tecnología de fabricación pueden influir considerablemente.

**Tabla 20***Tecnología de producción del proyecto*

	<b>Tipo de batería</b>	<b>Capacidad (Ton)</b>	<b>Capacidad energética (GWh)</b>	<b>Celdas de batería <sup>a</sup></b>
Tecnología B	NMC	578.297	2.4096	1285053

<sup>a</sup> Considerando un peso de celda de 55.6 gr, obtenemos la cantidad de producción de celdas para el 1er año de producción

#### **15.4. Tamaño-Punto de Equilibrio**

El punto de equilibrio se establece cuando en el cálculo los ingresos cubren exactamente los gastos fijos y variables, en otras palabras, cuando se logra vender lo mismo que se gasta no obteniéndose ganancias. Este valor nos ayuda a determinar el mínimo tamaño de planta.

**Tabla 21***Costos y gastos fijos y variables*

<b>Costos y gastos fijos</b>	<b>Año 2026</b>	<b>Costos variables</b>	<b>Año 2026</b>
Gastos generales	\$ 42659.3	Materiales directos	\$ 1751378.9
Administrativos y ventas	\$ 93712.5	Equipamiento	\$ 252600.0
Energía y servicios	\$ 304.709.4	Mano de obra	\$ 435183.0
Margen	\$ 30470.9	Lanzamiento	\$ 75438.0
I&D	\$ 60941.9	<b>Total costos variables</b>	<b>\$ 2 514 599.9</b>
<b>Total costos y gastos fijos</b>	<b>\$ 532 494.0</b>		

Considerando una batería estándar de 1 KWh de capacidad y un precio base de \$150 y en base a las tablas de costos, el punto de equilibrio se establece en 20314 packs de baterías. Se debe saber que el precio de cada batería dependerá del voltaje, capacidad y ensamblaje de cada tipo de batería, la cual depende del número de celdas que contenga y la unión en serie o paralelo de la misma. Adicional a esto, solo se está calculando el costo variable unitario del 2026.

## 16. ASPECTOS TECNICOS DEL PROYECTO

### 16.1. Datos técnicos del producto

El diseño que se propone es la fabricación de las baterías de ion litio tipo NMC (cátodo níquel-manganeso-cobalto) en celdas cilíndricas, las cuales serán ensambladas para formar los módulos de carga que formarán parte del pack de batería adecuada, esto a pedido de los clientes y de acuerdo a la capacidad energética que alimentara la batería ensamblada.

Se brinda una descripción del producto final que se ofrecerá

- Nombre del producto: Baterías de Ion Litio tipo NMC 18650
- Nombre comercial: Batería de litio
- Definición del producto: La batería de litio sirven como almacenamiento de energía para ser utilizado en la movilidad o funcionamiento de equipos electrónicos, móviles e industriales.
- Peso bruto: 100 gr <sup>a</sup>
- Peso neto: 55.6 gr <sup>b</sup>
- Empaques: Baterías conformada por packs, estos formados por módulos que son la unión de celdas de Ion- litio

<sup>a</sup> peso bruto de la celda más la cubierta exterior del módulo y pack de batería

<sup>b</sup> peso neto de la parte interna de la celda (cátodo, ánodo, electrolito, separador y carcasa de celda.)

**Tabla 22***Parámetros de celda ion litio*

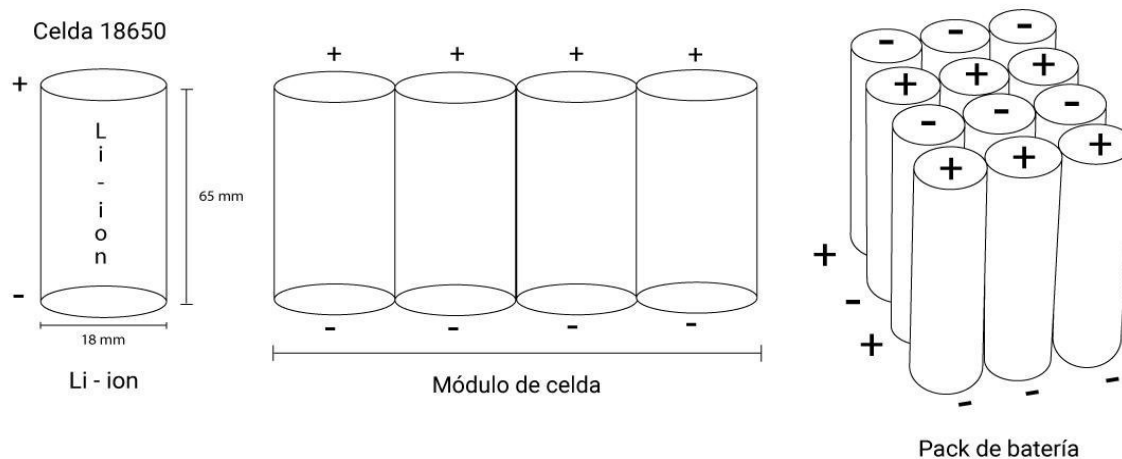
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valores</b>
Longitud	Milímetro (mm)	18 mm
Diámetro	Milímetros (mm)	65 mm
Voltaje nominal	Voltios (V)	3.7 V
Voltaje de corte	Voltios (V)	3.0 V
Voltaje de carga máxima	Voltios (V)	4.2 V
Intensidad de carga	Ampere (Amp)	4.2 Amp
Intensidad de descarga	Ampere (Amp)	0.5 Amp
Intensidad de carga rápida	Ampere (Amp)	1.3 Amp
Capacidad	Mili ampere (mA)	2500- 2600 mA
Temperatura	Grados centígrados (°C)	0 – 45°C
Temperatura de descarga	Grados centígrados (°C)	-20 – 60°C

*Nota.* Elaboración propia en base a datos recopilados de celdas estándar del tipo NMC

Como se mencionó anteriormente, las celdas deben ser conectadas en serie y paralelo para formar el pack de baterías requerido, el voltaje de batería se obtiene de la conexión en serie de todos los módulos mientras que el amperaje final se obtiene de las celdas conectadas en paralelo. En la figura 13 se muestra un diseño del modelo de celdas conectadas en serie y paralelo, desde su conexión en módulos hasta su ensamblaje en el pack final.

### Figura 13

*Diseño de celda, módulo y pack de batería*



*Nota.* Elaboración propia con referencia a *Google imágenes (2021)*

Para el ensamblaje final del pack de batería, esta dependerá del uso que se le dé, sea para la electromovilidad de vehículos livianos, equipos electrónicos o almacenamiento de energía directa. Para poder establecer datos técnicos del producto final se tomará como referencia el ensamblaje de una batería estándar con parámetros calculados en base a los modelos existentes. En el cuadro 23 se muestra los parámetros para un pack de baterías estándar con parámetros para ese ensamblaje



**Tabla 23***Parámetros del pack de batería*

Cátodo	NMC 532
Ánodo	Grafito
Numero de celdas por packs	104
Numero de celdas por modulo	13
Numero de módulos por pack	8
Energía total del pack, Wh	1000.48
Capacidad de la celda, Ah	2.6
Capacidad del Pack, Ah	20.8
Voltaje nominal del pack, V	48.1
Masa del pack, Kg	10.4

*Nota. Parámetros del pack. Elaboración propia en base al modelo de (Tech Brant, 2019)*

## **16.2. Tecnologías existentes**

El componente principal dentro del cátodo es el litio, la cual se proporciona en forma de carbonato e hidróxido principalmente. Dentro del país la fuente principal se encuentra siendo explorada en forma de mineral Espodumena, del cual se extrae litio tipo carbonato, la cual es la

forma más usada a nivel industrial. Este carbonato es requerido en grado batería, con un 99.5 % de pureza para que pueda rendir dentro de nuestro sistema.

Las tecnologías principales para la producción se diferencian en el tipo de cátodo que se encontrara en la pila, cátodos como los de tipo LFP, LCO, LMO, NMC Y NCA son las más usadas, estas se diferencian por el contenido de litio en el cátodo y por los tipos de precursores o acompañantes metálicos dentro del cátodo, entre los cuales destacan: Níquel, Cobalto, Manganeso y Aluminio. En la tabla 24 se muestran una comparativa de cada tipo de cátodo.

**Tabla 24**

*Tipos de cátodos y características*

<b>CATODO</b>	<b>% Li</b>	<b>Precursores</b>	<b>Capacidad Energética (Wh/Kg)</b>	<b>Usos</b>
<b>LFP</b>	4.2- 4.6 %	Fosfato de hierro	90 - 120	Herramientas portátiles, vehículos eléctricos
<b>LCO</b>	7.2 – 10%	Oxido de cobalto	150 - 190	Celulares, laptops, cámaras
<b>LMO</b>	3.6- 4.0 %	Oxido de manganeso	100 - 135	Equipos médicos, herramientas de trabajo
<b>NMC</b>	8.2 – 10 %	Níquel manganeso oxido de cobalto	140 - 200	Bicicletas eléctricas, equipos médicos, vehículos eléctricos
<b>NCA</b>	7.2 – 10%	Níquel cobalto oxido de aluminio	200 - 250	Equipos médicos, industriales, vehículos eléctricos

*Nota.* Elaborado en base a datos de diferentes fuentes.

En base a esto, seleccionamos el cátodo NMC para nuestro proceso, debido al porcentaje de litio elevado, capacidad energética y usos que se le dará al producto final.

### **16.3. Especificaciones de calidad y normas técnicas**

Para la elaboración de una ficha técnica del producto, se toma las recomendaciones de las distintas empresas productoras a nivel mundial de baterías tipo NMC, las cuales presentan algunas características similares en cuanto a las especificaciones y algunas otras que se diferencian principalmente en la elaboración del cátodo, tamaño de celda y voltaje.

En base a nuestra disponibilidad cercana y proceso seleccionado, se presenta el modelo de un cuadro con especificaciones específicas y técnicas del producto que se realizara

**Tabla 25**

*Ficha técnica del producto*

Nombre del producto	Celda de Ion Litio NMC 18650		Desarrollado por:	Saúl León T.
Función	Almacenamiento de energía eléctrica		Verificado por:	Saúl León T.
Insumos requeridos	Grafito, Oxido LNMC, electrolito, láminas de cobre y aluminio, carcasas.		Autorizado por:	Saúl León T.
Costo del producto	5 - 300 USDS		Fecha:	03/10/23
Características del producto	Medida	Tolerancia	Medio de control	Técnica de inspección
Modelo	INR 18650 NMC		Vista	Muestreo
Voltaje nominal	3.7 V	$\pm 0.01$ v	Voltímetro	Muestreo
Capacidad Nominal	2600 mA	< 99.00 %	Amperímetro	Muestreo
Dimensiones	65 mm x 18 mm	$\pm 0.1$ mm	Medidor	Muestreo
Peso	55.6 gr x celda	$\pm 0.01$ gr	Balanza industrial	Muestreo
Recargable	Si			Muestreo
Estilo	Tapa plana		Vista	Muestreo
Temperatura de carga	0 a 45°C	$\pm 0.1$ °C	medidor de temperatura	Muestreo
Temperatura de descarga	-20 a 60°C	$\pm 0.1$ °C	medidor de temperatura	Muestreo
Voltaje de corte de descarga	3 V	$\pm 0.01$ V	Voltímetro	Muestreo
Max. Descarga continua	4.2 v	$\pm 0.01$ v	Voltímetro	Muestreo
Corriente de carga estándar	4.2 Amp	$\pm 0.01$ Amp	Amperímetro	Muestreo
Ciclo de vida	1000 – 2000 ciclos	$\pm 10$ ciclos		Muestreo
Energía específica	150 – 220 Wh/Kg	$\pm 10$ Wh/Kg		Muestreo

#### **16.4. Proceso de producción general**

La producción de baterías de litio cuenta con tres etapas principales: Preparación de los precursores de electrodos, Manufacturas de las celdas y ensamblaje de las baterías, de estas etapas la que involucra mayores costos y diseño es la preparación de precursores, de acuerdo a las concentraciones adecuadas de materias primas y a volúmenes que se establecerán más adelante.

En la primera etapa consideramos usar Níquel, Manganeso y Cobalto como precursores del cátodo que acompañarán al litio, en la segunda etapa láminas de cobre y aluminio para el ánodo y cátodo respectivamente y en la última etapa las celdas serán conectadas en serie y paralelo para lograr el voltaje y capacidad de acuerdo a cada tipo de batería que se requiera.

#### **16.5. Selección del proceso de producción**

La producción inicia con la preparación de electrodos, en este caso el LMNC en el cátodo, cuya proporción de metales es lo más importante a considerar, ya que esta brinda características distintivas a la misma. De igual forma la preparación del ánodo de grafito, así como la mezcla del electrolito LiPF<sub>6</sub> y su disolvente

El proceso inicia con la mezcla de las sales metálicas en proporción NMC - 532, la cual pasará a un reactor de agitación continua en el que se le agregará agua de amonio e hidróxido de sodio y con el producto obtenido se lleva este a un mezclador de alta velocidad junto con el litio carbonato en un ambiente rico en oxígeno a un 80% de volumen, obteniéndose en esta primera parte el óxido metálico requerido en el cátodo. Para esta etapa el control de temperatura debe establecerse en 60°C y el nivel de pH deben estar regulados a un valor de entre 11 – 12.

La segunda parte consta del ensamblaje de celdas, la cual consta de dos fases: la preparación de la lámina de electrodos y el ensamblaje de las celdas de iones de litio; ambas

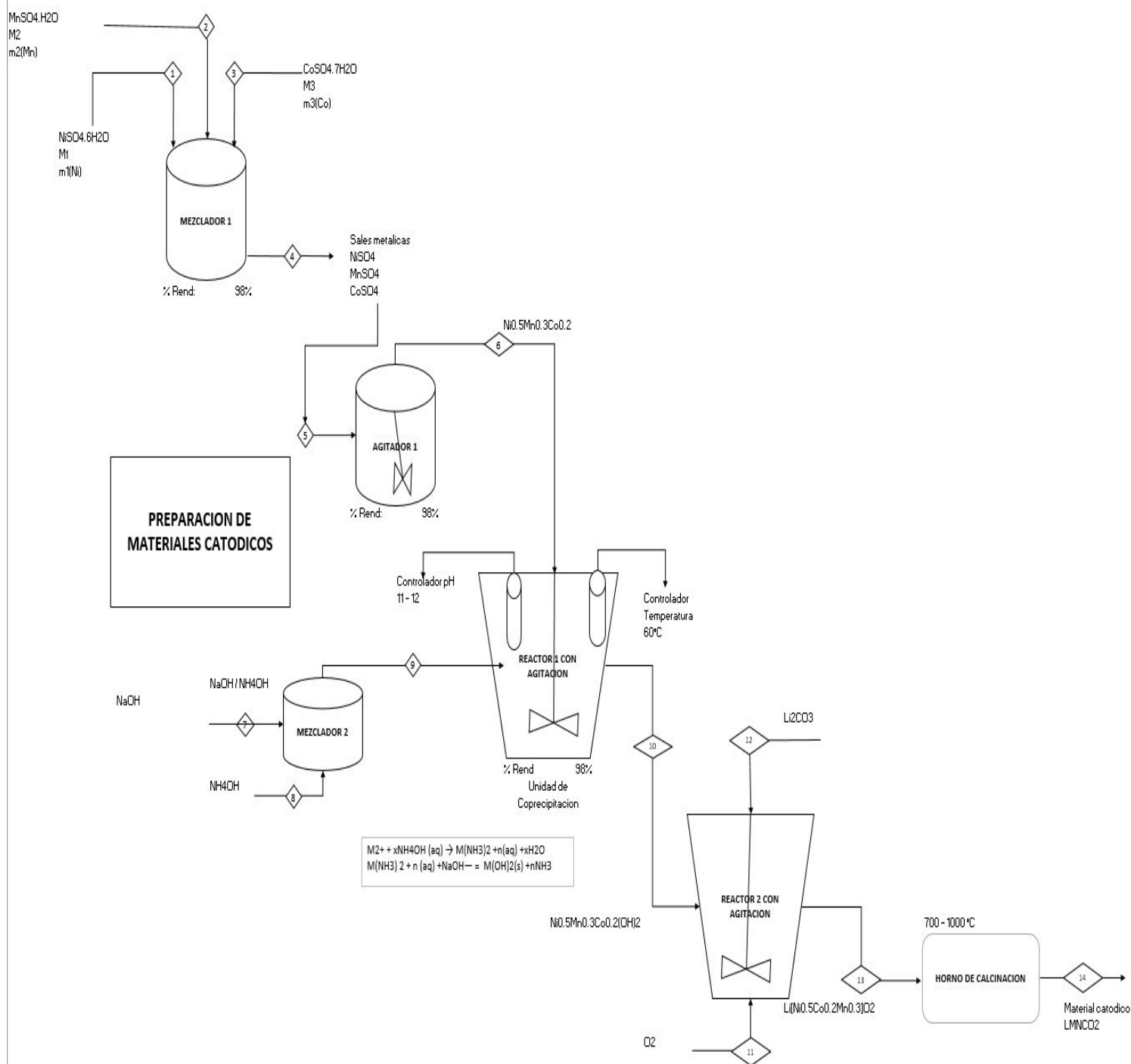
fases constan del mezclado de materiales activos, cubrimiento de las láminas para crear el electrodo, calentar y enrollar estos mismos; luego cortar las láminas y soldar los colectores, enrollar las láminas al núcleo de la celda, probar la integridad de la celda y secar al vacío.

La última parte consta del armado de la batería, la cual consta de la formación y sellado de la batería y la prueba de esta; esta parte involucra la formación de las celdas en serie y paralelo para dar el voltaje y capacidad adecuado, soldadura y fijación de los módulos, colocación de los cables de alimentación y sellado de la carcasa, activar la batería y envolver con PVC para el aislamiento; luego de esto realizar las pruebas correspondientes de capacidad.

En la figura 14 se muestra un diseño del proceso de operaciones a establecer para la primera etapa de preparación del material catódico LMNC.

Figura 14

## Proceso de preparación cátodo LMNC



Nota. Elaboración propia mediante el modelo de Argonne nacional laboratorio, 2021

## 16.6. Especificación detallada de maquinaria y equipos

Se presenta la propuesta de equipos y maquinarias a usar durante nuestro proceso de producción. Datos técnicos e imágenes son obtenidos del proveedor AOTELEC.

<b>Nombre del equipo</b>	<b>Mezclador industrial PAM series</b>
Capacidad	20 – 10500 Lt
Potencia del motor	1.1 – 90 Kw
Dimensiones (m)	1.68 x 1.90



<b>Nombre del equipo</b>	<b>Reactor industrial agitador y calefactor interno</b>
Capacidad	10000 Lt
Procesamiento	8000 Lt – Kg/hora
Dimensiones (m)	2.00 x 3.00

<b>Nombre del equipo</b>	<b>Horno de calcinación</b>
Dimensiones	2 x 15 m
Fuente de calor	De gas
Temp. máxima	1000 °C



<b>Nombre del Equipo</b>	<b>Máquina de sellado hidráulico de batería cilíndrica</b>
fuerza motriz	Prensado manual hasta 5T
Presión de prensado	80 -1000 kg/cm <sup>2</sup>
Dimensiones	330*240*400mm
Peso	38kg



<b>Nombre del Equipo</b>	<b>Prensa hidráulica de rollo a rollo</b>
Voltaje	380V 3KW
fuerza de rodadura	máx. 25T
Velocidad mecánica	6m/min
Tipo de prensado	hidráulico
motor de laminación	Motor de frecuencia variable de CA

<b>Nombre del Equipo</b>	<b>Máquina de soldadura por puntos</b>
Modelo	YDA-10KA
Potencia máxima consumible	300W
Potencia de entrada	monofásico 200-240VAC 50/60Hz
Dimensiones (mm)	199*326*412








---

<b>Nombre del producto</b>	<b>Máquina neumática de sellado<sup>75</sup></b>
----------------------------	--

---

Fuente de alimentación	220V / 50Hz
------------------------	-------------

Energía	120w
---------	------

Presión de sellado	10~150kg/cm <sup>2</sup>
--------------------	--------------------------

Dimensión	290*205*330mm
-----------	---------------

Peso	34kg
------	------

---



---

<b>Nombre</b>	<b>Máquina de inyección de electrolitos</b>
---------------	---

---

Energía	1 200 W
---------	---------

Voltaje	CA 208 - 240 V 50/60 Hz Monofásico
---------	------------------------------------

Presión de sellado de la celda de la bolsa	70 kg*f max
--	-------------

Tamaño	750*470*650 mm
--------	----------------

---




---

<b>Nombre del producto</b>	<b>Soldador de mesa con lengüeta por puntos</b>
----------------------------	---

---

Voltaje	208-240 V CA, 50/60 Hz
---------	------------------------

energía	15kva
---------	-------

grosor de la pestaña	0.2 - lengüeta de 0.5 mm de espesor
----------------------	-------------------------------------

Talla	Mesa: 810×610×790 mm maquina: 319x210×310 mm
-------	---

---



<b>Nombre del producto</b>	<b>Ranuradora cilíndrica</b>
Voltaje	fase única 208 - 240 V CA, 50/60 Hz
energía	máx. 200w
productividad	400 ranuras/hora
producto Talla	ranurado: 660×260×460mm caja: 340×220×340mm
peso	65kg



<b>Nombre del Equipo</b>	<b>Probador integral de batería</b>
Fuente de alimentación	CA220V/50Hz
Energía	2000W
Voltaje sin carga	0-100A
Tamaño	850*700*920mm

<b>Nombre del Equipo</b>	<b>Soldador de punto de descarga</b>
tensión de trabajo	208-240v AC, 50/60hz
potencia de salida	1kw
Dimensiones	800x 580x 1200 mm
Peso neto	50 kg





Nombre	Crimpadora de soporte de piso
tensión de trabajo	380v AC $\pm 10\%$ , 50hz, trifásico
Consumo de energía	4kw
fuerza de ranurado	6kgf/cm <sup>2</sup>
Dimensiones	1200* 690* 1765 mm
Peso neto	800 libras

### Nombre del Equipo

### Analizador de prueba y descarga



número de canales	512 canales
rango de voltaje constante	3~4.5v
fuentes de alimentación de trabajo	trifásico, AC380V $\pm 5\%$ , 50hz,
dimensión	1440*500*1840mm
peso de la máquina	250 kg



Nombre	Clasificador de baterías y pegador de papel aislante
modelo	mucho- mf-480-05c
potencia de entrada	CA 220V +10% 50Hz
eficiencia de producción	3800 piezas por hora
tamaño del equipo	2000*950*1500 (mm)

<b>Nombre</b>	<b>Soldador automático por puntos</b>
modelo	mucho- ist-5000
potencia de entrada (v)	3 fases AC380V ± 10% 50 / 60hz
celda con carga máxima	300 piezas (20*15)
dimensión global	980*1260*1700 (mm)



<b>Nombre del producto</b>	<b>Probador de resistencia</b>
N ° de Modelo.	AOT-RV 200
Rango de medición	resistencia interna 2-200mΩ/voltaje 0-19.99V
Midiendo el tiempo	100mS
Exactitud	±1mΩ ±0.01V



<b>Nombre y modelo</b>	<b>Cortadora de electrodos de batería AOT-STM-500</b>
voltaje de la fuente	CA 110V-220V, 50HZ
poder	800W
velocidad de corte	10m / min
Dimensión	610 * 610 * 1100 mm
peso	200 kg






---

<b>Nombre y modelo</b>	<b>Máquina de recubrimiento de electrodos de batería continua aot-ccm-300</b>
------------------------	---

---

voltaje de fuente	ac 380v, 50hz
máximo poder	9000w
velocidad de recubrimiento	100 mm-600 mm
peso	500kg
dimensión	2800 * 800 * 900 mm

---



---

<b>Nombre y modelo</b>	<b>Máquina de prensado de rodillos térmicos de 200 mm aot-hrp-h150-200</b>
------------------------	--

---

tensión de trabajo	110v / 220v ac monofásico seleccionable
potencia	6000w
dimensión del rodillo	150 mm (diámetro) x 200 mm (ancho)
velocidad de prensa rodante	0-6.5 m / min ajustable

---




---

<b>Nombre y modelo</b>	<b>máquina de soldadura por puntos de batería cilíndrica aot-ps250</b>
------------------------	--

---

Potencia	15kva
entrada	220v ac / 50hz
presión laboral	0.5-0.8mpa
Peso neto	30 kg
dimensión	400* 220* 360 mm

---



<b>Nombre y modelo</b>	<b>bobinadora manual aot-mwm-90c</b>
tensión de trabajo	ac110v / 220v, 50 / 60hz
poder	40w
velocidad de bobinado	0 - 170 rpm ajustable
Dimensiones	360* 310* 280mm
Peso neto	20 kg



<b>Nombre y modelo</b>	<b>Ranuradora de batería cilíndrica semiautomática aot-gc650</b>
voltaje	110v-220v ac, 50 / 60hz monofásico
poder	140w
dimensión	600 * 450 * 350 mm
peso	68kg



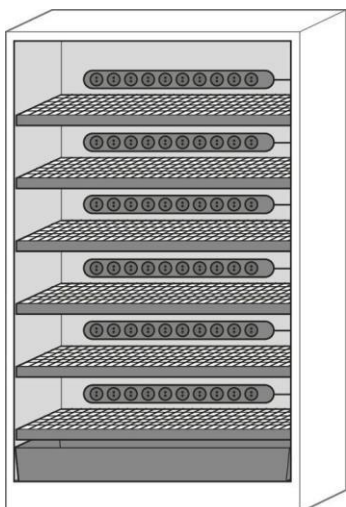
<b>Nombre y modelo</b>	<b>máquina de sellado hidráulico aot-hsm650</b>
fuerza motriz	prensado hidráulico manual hasta 5t
manómetro	0-3500 psi (0-250 kg / cm ^ 2)
Dimensiones del producto	330x 240x400 mm
Peso neto	28kg





<b>Nombre</b>	<b>Secador de electrodos</b>
Capacidad	10 kg
Voltaje	220 V
Dimensiones	190x165x890 mm
Temperatura	50-150°C
Potencia	235 W

<b>Nombre</b>	<b>Agitador industrial</b>
Modelo	Schrader
Capacidad	500 Lts
Dimensiones	1010x800x2440 mm
Temperatura	50-150°C

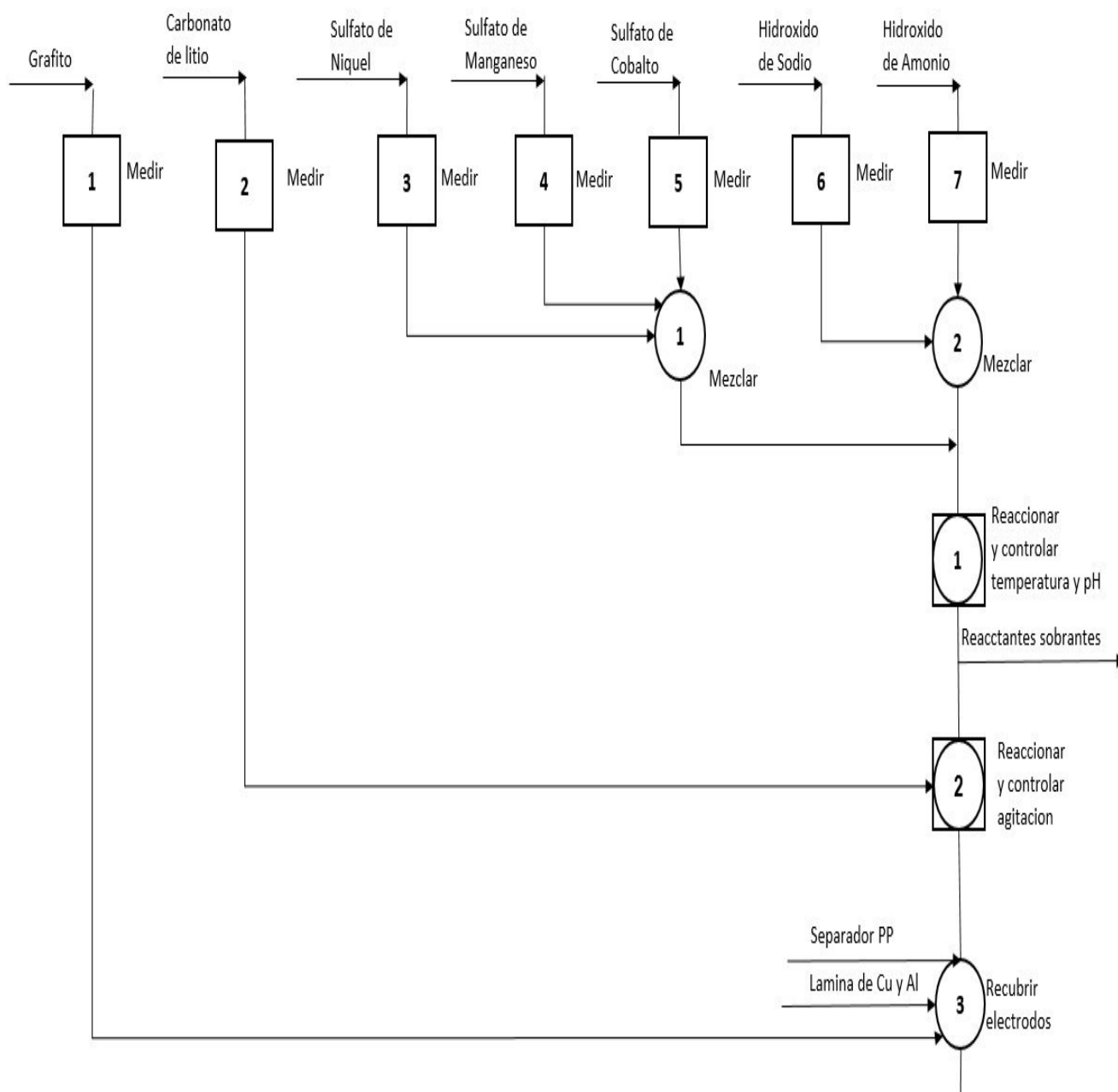


<b>Nombre</b>	<b>Armario para baterías</b>
Modelo	Smartstore - pro
Capacidad	500 Lts
Dimensiones	1200x615x2224 mm
Temperatura	50-150°C

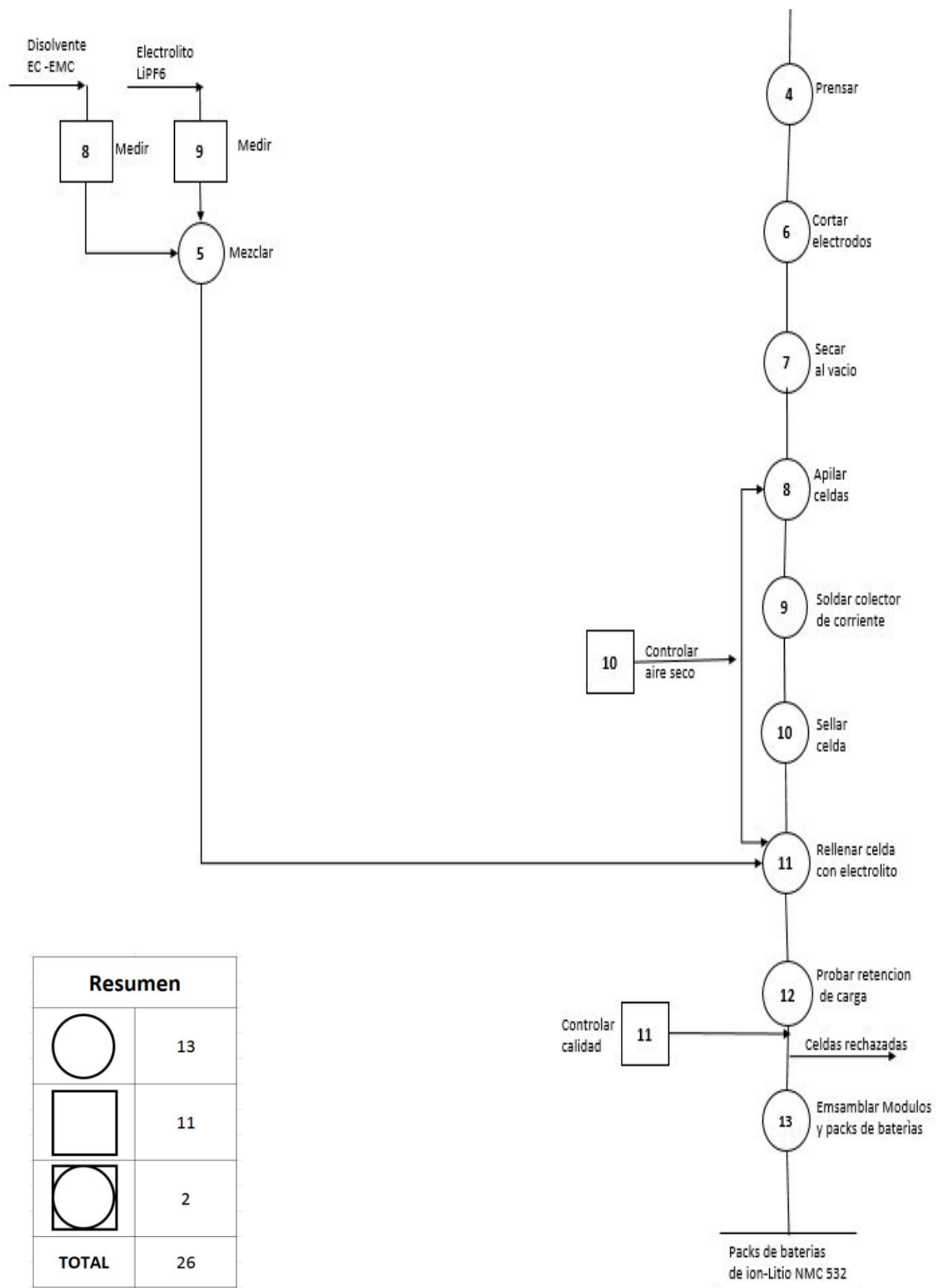
### 16.7. Diagrama de operaciones del proceso




En base a la tecnología seleccionada y a los procesos involucrados, se presenta un diagrama de operaciones del proceso (DOP) para nuestra fabricación del producto

#### DOP para la producción de baterías de ion litio cátodo NMC 532







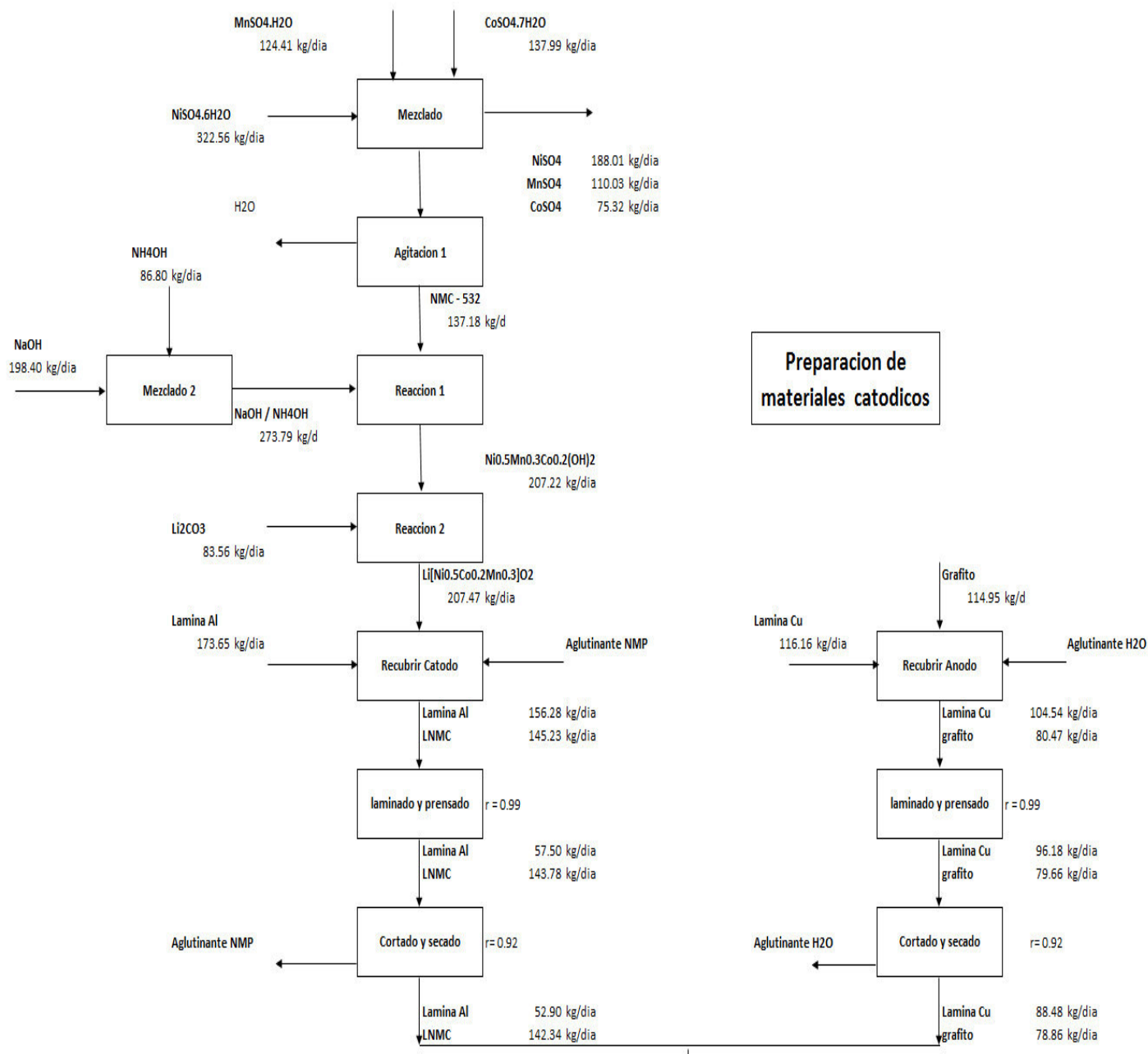
Resumen	
	13
	11
	2
<b>TOTAL</b>	<b>26</b>

## 16.8. Balance de materiales en diagrama de bloques

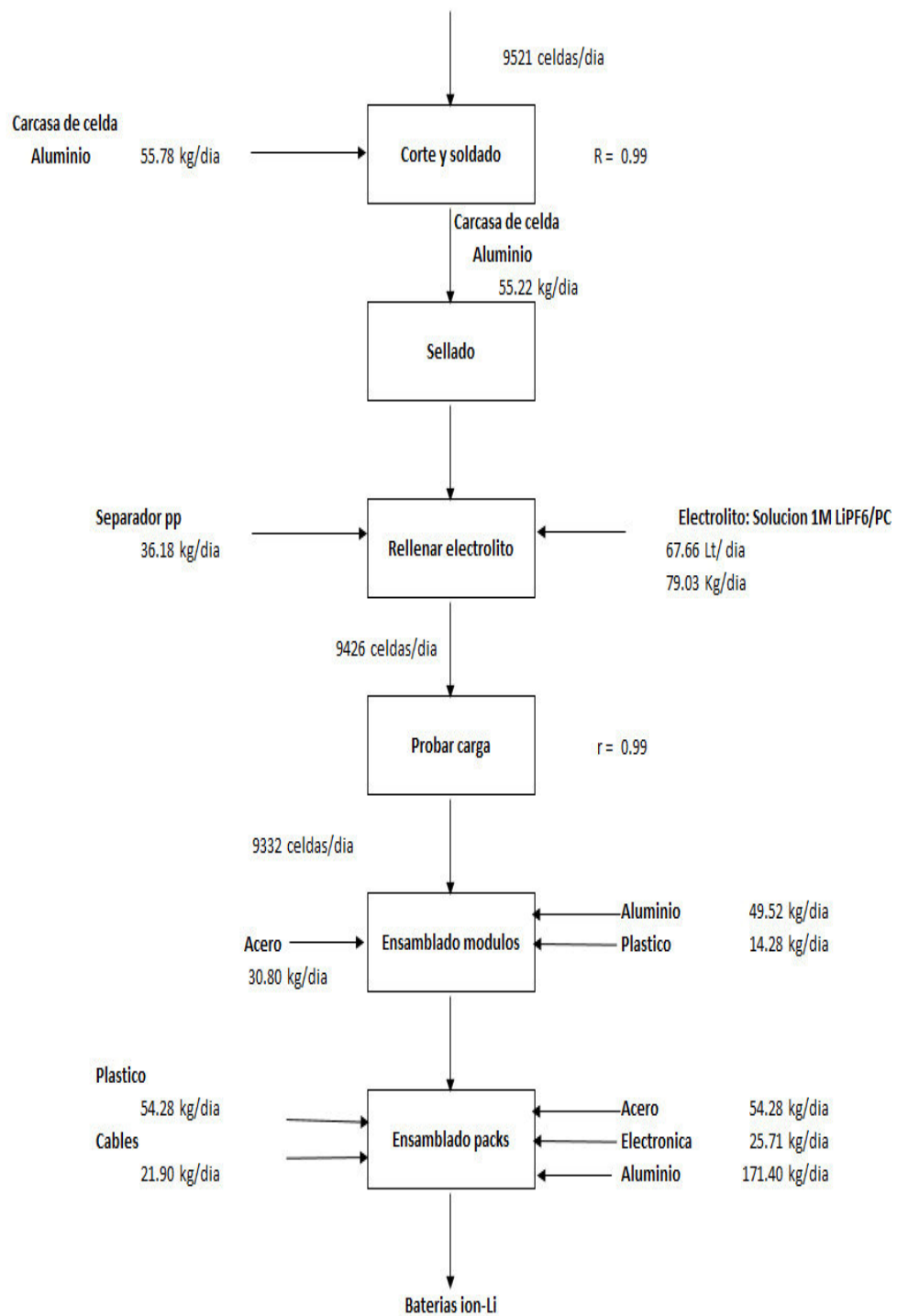
En esta sección, se formula un modelo de bloques con datos en entrada y salida en peso en base a la producción que se quiere lograr y los materiales a utilizar

**Figura 15**

*Balance en masa de materiales del proceso*



### Ensamblaje de celdas y packs de batería



A manera de resumen, se presenta la tabla 26 con la cantidad de materiales a utilizar durante todo el proceso, considerando kilogramo de material por día de trabajo, estableciendo un rendimiento de 99% a 95% de acuerdo a procesos de producción similares

**Tabla 26***Resumen de cantidad de materiales requeridos*

Partes de la celda		Porcentaje	Peso (kg/día)	
Sistema externo	Exterior sistema de batería	34.40%	Acero	54.28
			Electrónica	25.71
			Aluminio	171.40
			plástico	54.28
			cables	21.90
	Exterior del modulo	10.00%	Aluminio	49.52
			plástico	14.28
			Acero	30.80
			Aluminio	49.52
			Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	83.56
Celda	Cátodo	20.30%	NiSO <sub>4</sub> .6H <sub>2</sub> O	322.56
			CoSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	137.99
			MnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	124.41
			NH <sub>4</sub> OH	86.80
			NaOH	198.40
	Ánodo	17.40%	Cobre	104.54
			Grafito	80.47
			Aluminio	55.78
	Carcasa de celda	5.80%	Aluminio	55.78
			Comp. Volátiles	79.03
Electrolito separador y otros	12.10%	separador	36.18	

### 16.9. Requerimientos de maquinaria

Para calcular la cantidad de máquinas a utilizar, ya sea en la parte de preparación de materiales catódicos y en la parte de ensamblaje, se relacionará las capacidades de procesamiento con la capacidad de procesamiento de cada máquina. En el caso de mezcladores y reactores, la capacidad está determinada por el requerimiento del proceso

$$\# \text{ Maquinas} = \frac{\text{Capacidad} * \frac{\text{HM}}{\text{Unidad}}}{\frac{\text{NHP}}{\text{NHR}} * \frac{\text{NHE}}{\text{NHP}} * \frac{\text{NHR}}{\text{año}}}$$

En base a esto, se procede a realizar el cálculo de la cantidad de máquinas a usar durante el proceso

**Tabla 27**

*Requerimiento de maquinarias del proceso*

Proceso	QE(kg)	Capacidad (Und/HM)	Tiempo (HM/unid)	Días disponibles por año	U	E	#Maq Calc	#Maq
<b>Mezclado 1</b>	182510.64	600	0.002				1.41	2
<b>Agitación 1</b>	116491.44	600	0.002				0.90	1
<b>Reacción 1</b>	128222.64	600	0.002				0.99	1
<b>Reacción 2</b>	90723.36	300	0.002				0.70	1
<b>Mezclado 2</b>	88982.4	300	0.002				0.69	1
<b>Recubrimiento</b>	191015.76	400	0.004				2.96	3
<b>Laminado</b>	151794.24	250	0.004				2.35	3
<b>Prensado</b>	151794.24	250	0.004				2.35	3
<b>Cortado</b>	117658.32	200	0.004				1.82	2
<b>Secado</b>	117658.32	200	0.004				1.82	2
<b>Corte</b>	178242.48	300	0.003	312	0.90	0.92	2.07	3
<b>Soldado</b>	178242.48	300	0.003				2.07	3
<b>Sellado</b>	2970552 celdas	4000	0.0002				2.30	3
<b>Relleno</b>	2970552 celdas	4000	0.0002				2.30	3
<b>Prueba</b>	2940912 celdas	10000	0,0002				2.28	3
<b>Ensamblado Modulo</b>	2911584 celdas	10000	0.0002					3
<b>Ensamblado Pack</b>	2911584 celdas	10000	0.0002					3

Se propone trabajar en dos turnos por día de 9 horas, 6 días a la semana, 52 semanas al año. El factor tiempo útil estará determinado en  $0.90(NHP/NHR= U=0.90)$ , este ya descuenta tiempos de parada de marcha, mantenimiento, etc. Partimos de una eficiencia de  $0.92 (NHE/NHP = E= 0.92)$  considerando el rendimiento de trabajo. Se debe remarcar la producción está planteada para inicio en 2026, el cual sería el año de inicio de la producción.

#### **16.10. Requerimientos de mano de obra**

Como tal, el diseño de un sistema de producción de baterías de litio requiere una alta tecnología y automatización; sin embargo, debemos tener en cuenta la participación de personal calificado dentro de las diferentes etapas de producción, ocupando funciones de supervisión y control de la producción de las diferentes maquinarias del proceso. Como mínimo, consideramos contar con dos personas encargadas para cada subproceso, además de dos jefes de producción encargados de las dos etapas principales. En total, consideramos 30 colaboradores para la etapa de preparación de materiales catódicos y 50 colaboradores para el ensamblado, los cuales se repartirán en dos turnos de 9 horas cada uno.

## 16.11. Cálculo de la capacidad de producción

Tabla 28

*Capacidad de producción por proceso*

Actividad	Material entrante (Kg)	Capacidad procesada	#Maq	Días al año	U	E	CO	Factor
Mezclado 1	182510.64	600	2				310003.2	0.589
Agitación 1	116491.44	600	1				155001.6	0.752
Reacción 1	128222.64	600	1				155001.6	0.827
Reacción 2	90723.36	300	1				77500.8	1.171
Mezclado 2	88982.4	300	1				77500.8	1.148
Recubrimiento	191015.76	400	3				310003.2	0.616
Laminado	151794.24	250	3				193752	0.783
Prensado	151794.24	250	3				193752	0.783
Cortado	117658.32	200	2				103334.4	1.139
Secado	117658.32	200	2				103334.4	1.139
Corte	178242.48	300	3	312	0.90	0.92	232502.4	0.767
Soldado	178242.48	300	3				232502.4	0.767
Sellado	2970552 celdas	4000	3				3100032	0.958
Relleno	2970552 celdas	4000	3				3100032	0.958
Prueba	2940912 celdas	10000	3				7750080	0.379
Ensamblado Modulo	2911584 celdas	10000	3				7750080	0.376
Ensamblado Pack	2911584 celdas	10000	3				7750080	0.376

De acuerdo a las consideraciones establecidas, los procesos resaltados en amarillo presentan una capacidad operativa por debajo de la requerida; adicionalmente, los resaltados en verde presentan una capacidad muy por encima de la requerida.

Se procederá a recalcular considerando para estos procesos variar el número de máquinas consideradas o cambiando capacidad

**Tabla 29**

*Reconsideración de capacidad operativa*

<b>Actividad</b>	<b>Material entrante (Kg)</b>	<b>Capacidad procesada</b>	<b>#Maq</b>	<b>días por año</b>	<b>U</b>	<b>E</b>	<b>CO</b>	<b>Factor</b>
<b>Reacción 2</b>	182510.64	600	1				310003.2	0.585
<b>Mezclado 2</b>	116491.44	600	1				155001.6	0.574
<b>Corte</b>	128222.64	200	3				155001.6	0.759
<b>Secado</b>	90723.36	200	3				77500.8	0.759
<b>Prueba</b>	2940912 celdas	10000	2	312	0.90	0.92	7750080	0.569
<b>Ensamblado Modulo</b>	2911584 celdas	10000	2				7750080	0.564
<b>Ensamblado Pack</b>	2911584 celdas	10000	2				7750080	0.564

Al proceso de reacción y mezclado se considera aumentar la capacidad del proceso aumentando el tamaño de la máquina, a los procesos de corte y secado adicionar una máquina y a la parte final de ensamblaje se le está quitando una máquina para optimizar la eficiencia de la producción.

### **16.12. Programa de producción**

De acuerdo al punto 11.3 se estableció una proyección de demanda de acuerdo a la cantidad de baterías exportadas desde el año 2019 al 2023; Nuestra capacidad de producción considera por una parte esta proyección de demanda para el año de inicio de operaciones estableciendo una participación de mercado del 10% del total de demanda y a la vez viene



delimitada por la capacidad de producción calculada en base al balance en la línea de producción, ambos valores son comparados en la siguiente tabla

**Tabla 30**

*Demanda y capacidad de producción calculada*

<b>Año 2026</b>	<b>Demanda proyectada</b>	<b>Capacidad de producción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Demanda cubierta</b>
Demanda anual	3107444	2911584	Celda/año	93.70%
Demanda diaria	9966	9332	Celda/día	

Como se aprecia y de acuerdo a nuestros cálculos de capacidad, se llega a cumplir con un 93.7 % de la capacidad inicial proyectada que se quiere cumplir, considerando eficiencias durante el proceso y utilidad operativa.

Tomamos en consideración los tiempos necesarios para la puesta en marcha del programa de producción, por lo que el funcionamiento podría iniciarse a partir del 2026. Tanto la búsqueda de inversionistas, las pruebas preliminares, la adecuación del terreno como la instalación de equipos tardaría un total de dos años, por lo que tomamos como base de la demanda al tercer año proyectado a partir del 2023. La capacidad inicial será de 2911584 celdas anuales, incrementando la capacidad por los cinco años siguientes hasta llegar a una capacidad de 3967728 celdas anuales.

**Tabla 31***Programa de producción periodo 2026 - 2030*

<b>Etapas del proyecto</b>	<b>Construcción</b>	<b>Construcción</b>	<b>Inicio de operación</b>	<b>Operaciones e incremento de capacidad</b>			<b>Operación</b>
Año	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Participación en el mercado nacional	10%	10%	10%	10%	10%	15%	20%
Demanda proyectada	2 677 303	2 892 374	3 107 444	3 322 515	3 537 586	4 503 188	5 951 592
Demanda cubierta			93.70%	93.70%	93.70%	93.70%	95 %
Capacidad productiva			2 911 675	3 113 197	3 314 718	4 219 488	5 654 012
Incremento de capacidad (%)				6.92	6.47	27.30	34.00

*Nota.* Valores de celdas por año producidas

Para el inicio de operación, se considera abarcar el 10 % del total de la demanda con una capacidad de producción de 93.70 % en el año 1 de operación. Para el año 5 de operación se pretende poder abarcar el 15% de la demanda total con una capacidad de producción elevada hasta el 95%. Estos valores serán tomados como referencia al momento de calcular la inversión requerida

### **16.13. Requerimientos de materiales**

Los materiales principales requeridos vienen demarcados por el proceso de producción y la necesidad de la materia prima evaluada en el balance de materiales en toda la línea del proceso.

En la tabla 31 se detalla las cantidades a usar de materiales por cada año de producción tomando como base el año uno

**Tabla 32**

*Cantidad anuales de materiales requeridos*

REQUERIMIENTO DE MATERIALES	Año				
	2026	2027	2028	2029	2030
Sulfato de níquel	100640.05	107606.77	11473.50	145848.26	19534.95
Sulfato de Manganeso	38815.04	41501.98	44188.92	56251.03	75375.71
Sulfato de Cobalto	43054.11	46034.49	49014.88	62394.31	83607.64
Carbonato de litio	26070.65	27875.37	29680.09	37781.77	50627.12
Hidróxido de sodio	61900.09	66185.08	70470.06	89706.05	120205.05
Hidróxido de Amonio	27081.29	28955.97	30830.65	39246.4	52589.71
Grafito	35964.86	38347.58	40830.29	51975.61	69646.70
Lamina de aluminio	54177.62	57928.02	61678.42	78514.59	105208.62
Lámina de cobre	36240.44	38749.15	41257.86	52519.89	70376.04
PVDF/NMP (Lt)	20073.22	21462.77	22852.32	29090.25	38980.59
Agua (Lt)	4044.69	4324.68	4604.67	5861.6	7854.47
Carcasa de Aluminio	17404.11	18608.89	19813.68	25222.15	33797.39
Separador PP	11288.66	12070.11	12851.56	16359.61	21921.68
LiPF6/PC 1 M	21109.92	21109.92	21109.92	21109.92	21109.92
Cubierta de acero	9608.23	10273.35	10938.47	13924.31	18658.41
Conector de Aluminio	15449.22	16518.68	17588.14	22389.12	30001.16
Cubierta de plástico	4456.51	4765.00	5073.50	6458.40	8654.18
Cubierta de acero	16934.72	18107.02	19279.31	24541.92	32885.88
Comp. Electrónicos	8021.71	8577.01	9132.30	11625.12	15577.52
Conector de aluminio	53478.07	57180.05	60882.02	77500.8	103850.16
Cubierta de plástico	16934.72	18107.02	19279.31	24541.92	32885.88
Cables	6833.31	7306.34	7779.37	9902.88	13269.74

*Nota.* Valores obtenidos en base al balance de materiales elaborado (en kg)

### 16.14. Disposición y requerimientos de planta

La planta de producción deberá contar con servicios para el personal operativo, tanto como servicios para equipos, servicios auxiliares y control para los materiales. En el cuadro 32 se muestra los servicios a considerar

**Tabla 33**

*Servicios a contar dentro de las instalaciones*

<b>Servicios</b>	<b>Disposición de servicios</b>
Servicios para el personal	- Baños para hombres y mujeres
	- Comedor para el personal
	- Vías de acceso
	- Protección en caso de incendios
	- Tópico de atención medica
	- EPP's
Servicios para equipos y maquinarias	- Iluminación
	- Mantenimiento preventivo
Control del material	- Control de calidad
	- Control de producción
	- Control de rechazos y desperdicios
Servicios auxiliares	- Abastecimiento de agua
	- Instalaciones eléctricas

*Nota.* Servicios requeridos de acuerdo a la norma ISO 17025 requisito 5.3 "Instalaciones y condiciones de servicios"

#### **16.14.1. Calculo de las áreas de producción**

Para establecer el área de cada etapa del proceso requerida y considerando la etapa del proyecto inicial, se utilizará el método Guerchet, para poder calcular la superficie requerida de cada maquinaria. Se determinará las diferentes capacidades de almacenaje de materiales de la planta

**Tabla 34***Almacenaje de materiales de producción*

Proceso	Unidad	Material	capacidad anual 2026		almacenaje 25%	Envase
Preparación de materiales catódicos	25 kg	Sulfato de níquel	100640.05	4026	1006	sacos
		Sulfato de Manganeso	38815.04	1553	388	sacos
		Sulfato de Cobalto	43054.11	1722	431	sacos
		Hidróxido de sodio	61900.09	2476	619	sacos
	100 kg	Carbonato de litio	26070.65	26	7	sacos
	50 kg	Hidróxido de Amonio	27081.29	542	135	galones
	200 kg	Grafito	35964.86	180	45	sacos
	50 kg	Lamina de aluminio	54177.62	1084	271	rollos
		Lámina de cobre	36240.44	725	181	rollos
	200 kg	PVDF/NMP	20073.22	100	25	barril
Ensamblaje de baterías	5 g	Carcasa de Aluminio	17404.11	3480822	870206	carcasas
	25 kg	Separador PP	11288.66	452	113	rollos
	200 kg	LiPF6/PC 1 M	21109.92	106	26	barril
	10 g	Cubierta de acero	9608.23	960823	240206	cubiertas
	10 g	Conector de Aluminio	15449.22	1544922	386231	conectores
	20 g	Cubierta de plástico	4456.51	222826	55706	cubiertas
	50 g	Cubierta de acero	16934.72			
		Comp. Electrónicos	8021.71			
	200 g	Conector de aluminio	53478.07	84674	21168	paquetes
		Cubierta de plástico	16934.72			
25 kg	Cables	6833.31	273	68	rollos	

**Nota.** Se considera una capacidad de 25% con respecto al total anual.

Tomamos en consideraciones dos tipos de almacenaje: una para la materia prima de la producción de materiales catódicos las cuales ocupan volúmenes mayores y otra con los componentes de ensamblaje final los cuales ocupan menos espacio.

Con esto datos, procedemos a establecer el tamaño de cada área de almacenaje

**Tabla 35**

*Determinación de áreas de almacenaje*

Material	Largo	Ancho	Almacén	N	n	Ss	Sg	Se	St	Ssxn <sup>h</sup>	Ss x n
Sulfato de níquel	0.85	0.55	1006	1	1	94.10	94.10	55.63	243.82	79.98	94.10
Sulfato de Manganeseo	0.85	0.55	388	1	1	36.29	36.29	21.45	94.04	30.85	36.29
Sulfato de Cobalto	0.85	0.55	431	1	1	40.26	40.26	23.80	104.31	34.22	40.26
Hidróxido de sodio	0.85	0.55	619	1	1	57.88	57.88	34.21	149.97	49.20	57.88
Carbonato de litio	0.95	1.40	7	1	1	1.73	1.73	1.02	4.49	1.65	1.73
Hidróxido de Amonio	0.50	1.10	135	1	1	14.89	14.89	8.80	38.59	7.45	14.89
Grafito	0.90	0.30	45	1	1	2.43	2.43	1.44	6.29	2.18	2.43
<b>TOTAL ALMACEN 1</b>									<b>641.51</b>		
Lamina de aluminio	1.00	1.00	271	2	1	10.84	21.67	9.61	42.11	10.84	10.84
Lamina de cobre	1.00	1.00	181	2	1	7.25	14.50	6.43	28.17	7.25	7.25
PVDF/NMP	0.60	1.10	25	1	2	0.66	0.66	0.39	1.72	0.79	1.32
Carcasa de Aluminio	0.02	0.07	870206	2	2	10.18	20.36	9.03	39.57	0.37	20.36
Separador PP	0.90	0.60	113	2	1	2.44	4.88	2.16	9.48	2.19	2.44
LiPF6/PC 1 M	0.60	1.10	26	2	1	0.70	1.39	0.62	2.71	0.42	0.70
Cubierta de acero	0.05	0.06	240206	2	2	14.41	28.82	12.78	56.02	1.44	28.82
Conector de Aluminio	0.05	0.06	386231	3	1	11.59	34.76	13.70	60.05	0.58	11.59
Cubierta de plástico	0.05	0.06	55706	2	1	6.68	13.37	5.93	25.98	0.33	6.68
Cubierta de acero	0.50	0.80	84674	2	1	6.77	13.55	6.01	26.33	3.39	6.77
Comp. Electrónicos	0.01	0.01	21168	2	1	0.02	0.04	0.02	0.08	0.000	0.02
Conector de aluminio	0.01	0.01	21168	2	1	0.02	0.04	0.02	0.08	0.000	0.02
Cubierta de plástico	0.01	0.01	21168	2	1	0.02	0.04	0.02	0.08	0.000	0.02
Cables	0.50	0.30	68	3	1	0.41	1.23	0.48	2.12	0.205	0.41
<b>TOTAL ALMACEN 2</b>									<b>294.50</b>	<b>Hem</b>	<b>0.2</b>
										<b>Hee</b>	<b>0.68</b>
										<b>k</b>	<b>0.30</b>

*Nota.* Ss = superf. estática; Sg= superf. gravitacional; Se= Superf. evolutiva.

Se determina que las áreas mínimas de almacenaje son 641.51 m<sup>2</sup> para el almacenaje de materia prima de materiales catódicos y de 294.50 m<sup>2</sup> para los materiales de ensamblaje de celdas y baterías. Calculamos el tamaño por proceso de las etapas de producción.

**Tabla 36***Determinación de áreas por proceso*

AREAS	Materiales # /Equipos	L	A	H	N	n	Ss	Sg	Se	St	Ssxn	h n
Preparación de materiales	Reactor (2)	2	2	3	2	2	24.00	48.00	69.32	141.32	144.00	48.00
	Mezclador (4)	1.68	1.68	1.9	2	2	21.45	42.90	61.95	126.30	81.51	42.90
electrodicos	Agitador (1)	1.01	0.8	2.44	2	2	1.97	3.94	5.69	11.61	9.62	3.94
Recubrimiento de electrodos	Recubridor (3)	0.28	0.8	0.9	1	1	0.60	0.60	1.16	2.37	0.54	0.60
	Bobinador (3)	0.36	0.31	0.28	2	1	0.09	0.19	0.27	0.55	0.03	0.09
Evaporación de solventes	Calcinador (1)	10	2	2	2	1	40.00	80.00	115.53	235.53	80.00	40.00
Prensado de electrodos	Prensador (3)	2	1.5	1	1	1	9.00	9.00	17.33	35.33	9.00	9.00
Corte de electrodos	Cortador (3)	0.61	0.61	1.1	1	1	1.23	1.23	2.36	4.82	1.35	1.23
Secado de electrodos	Secador (3)	0.19	0.165	0.89	2	1	0.08	0.17	0.24	0.49	0.07	0.08
Apilamiento de celdas	Clasificador	2	0.95	1.5	2	2	2.85	5.70	8.23	16.78	8.55	5.70
Soldador de colectores	Soldador (3)	0.199	0.326	0.412	2	1	0.08	0.16	0.23	0.47	0.03	0.08
Sellado de celda	Sellador (3)	0.33	0.24	0.4	1	1	0.10	0.10	0.18	0.37	0.04	0.10
Rellenado de celda	Inyectado (3)	0.75	0.47	0.65	2	1	0.69	1.37	1.99	4.05	0.45	0.69
Sellado final de celda	Sellador (3)	0.29	0.205	0.33	1	1	0.06	0.06	0.11	0.23	0.02	0.06
Prueba de carga	Analizador (2)	1.44	0.5	1.84	1	1	2.65	2.65	5.10	10.40	4.88	2.65
Control de calidad	Probador (1)	0.85	0.7	0.92	1	1	0.55	0.55	1.05	2.15	0.50	0.55
Ensamblaje de módulos	Ensamblador (3)	0.319	0.21	0.31	2	1	0.06	0.12	0.18	0.37	0.02	0.06
Ensamblaje de Baterías	Crimpadora (2)	1.2	0.69	1.765	2	1	2.92	5.85	8.44	17.21	5.16	2.92
	Soldador (2)	0.4	0.22	0.36	2	1	0.06	0.13	0.18	0.37	0.02	0.06
Área de celdas rechazadas	Anaqueles (3)	1.2	0.615	2.224	1	1	4.92	4.92	9.48	19.33	10.95	4.92
Almacén de producto final	Anaqueles (3)	1.2	0.615	2.224	1	1	4.92	4.92	9.48	19.33	10.95	4.92
<b>TOTAL</b>										<b>649.39</b>	<b>Hem</b>	2.10
											<b>Hee</b>	2.18
											<b>k</b>	0.96

De acuerdo a la tabla, se determina el área mínima de 649.39 m<sup>2</sup> para todos los procesos. Finalmente, determinados la dimensión de la planta considerando áreas adicionales.

**Tabla 37***Determinación de áreas de planta*

AREAS DE LA PLANTA	L	A	N	n	Ss	Sg	Se	St	Ssxn <sup>h</sup>	Ss x n
Servicios	5.4	3.5	2	1	18.90	37.80	12.51	69.21	47.25	18.90
Tópico	4	4	1	1	16.00	16.00	7.06	39.06	40.00	16.00
Área de calidad	5	3	1	1	15.00	15.00	6.62	36.62	37.50	15.00
Mantenimiento	4	3	1	1	12.00	12.00	5.30	29.30	26.40	12.00
Oficinas administrativas	13.6	13.6	1	1	184.96	184.96	81.64	451.56	462.40	184.96
Comedor	10.8	5.3	1	1	57.24	57.24	25.27	139.75	143.10	57.24
Almacén P.T	8.5	2.35	1	1	19.98	19.98	8.82	48.77	49.94	19.98
Almacén M.P 1	15	43						645.00		
Almacén M.P 2	14.5	20.4						294.50		
Producción electrodos								517.68		
Ensamblaje celdas	10	6.2	1	1	62.55	62.5473	27.61	152.70	156.37	62.55
Ensamblaje Baterías	10	6.9	1	1	69.16	69.1574	30.53	168.84	172.89	69.16
<b>AREA TOTAL</b>								<b>2592.99</b>	<b>Hem</b>	0.55
									<b>Hee</b>	2.49
									<b>k</b>	0.22

*Nota.* Áreas de almacenaje establecidos en base a los valores establecidos en la tabla 34 y 35; las demás áreas fueron establecidas en proporción a ello.

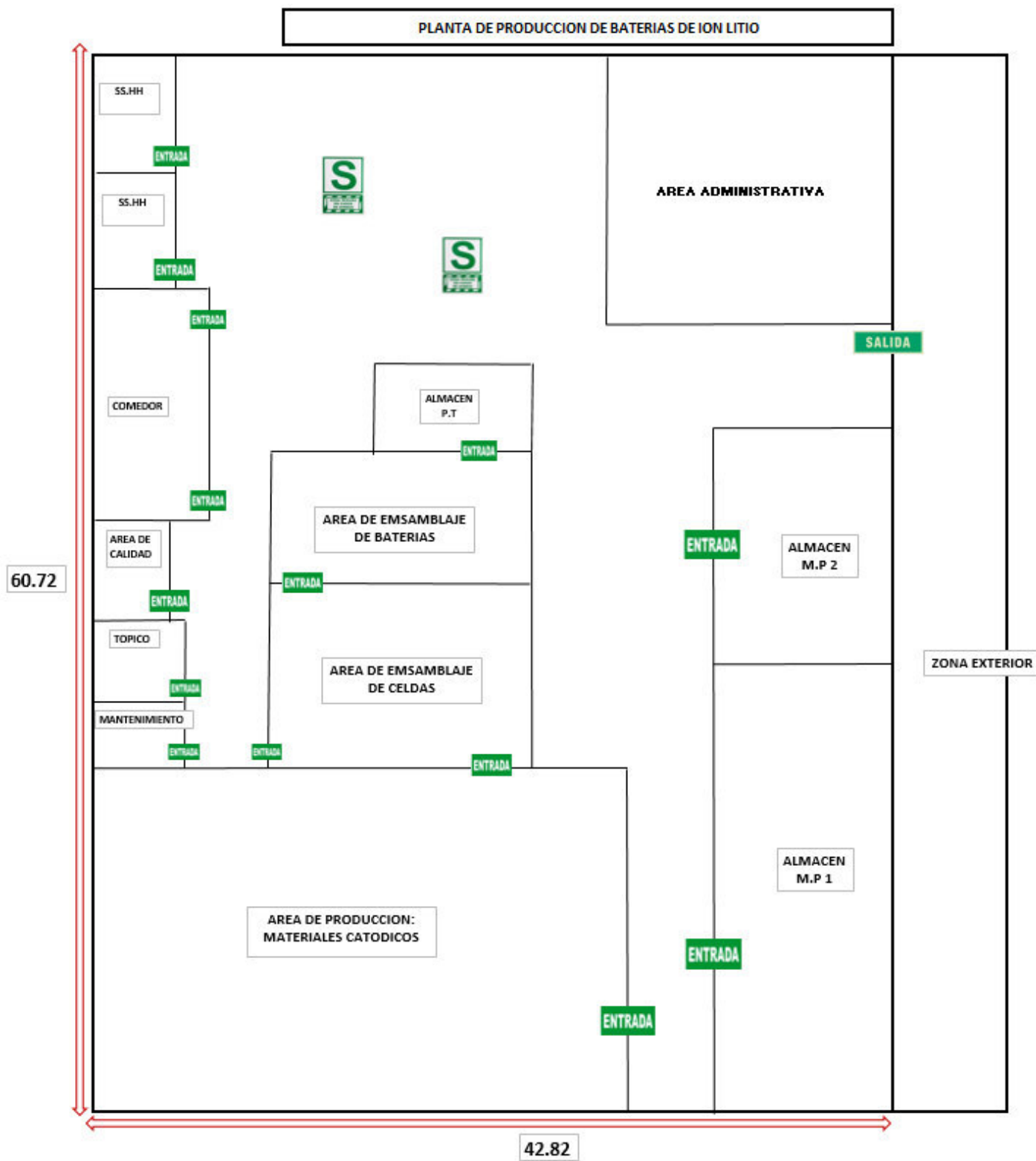
Establecemos un área de 2592.99 m<sup>2</sup> para toda nuestra planta; Con el fin de obtener una mejor distribución y movilidad de operarios se determina un área de 2600 m<sup>2</sup> (60.72m x 42.82m).

En la figura 16 se presenta una distribución final de todas las áreas a funcionar en operaciones



Figura 16

Distribución final de áreas del proyecto



### 16.15. Cronograma: Hasta la puesta en marcha

**Figura 17**

*Cronograma de operaciones del proyecto*

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	Duración (días)	Mar-24	Abr-24	May-24	Jun-24	Jul-24	Ago-24	Set-24	Oct-24	Nov-24	Dic-24	Ene-25	Feb-25	Mar-25	Abr-25	May-25	Jun-25	Jul-25	Ago-25	Set-25	Oct-25	Nov-25	Dic-25	Ene-26	
Consideraciones previas	60		x	x																					
Busqueda de inversionistas	60				x	x																			
Estudio de mercado detallado	30						x																		
Presentación de proyecto	30							x																	
Análisis previo de operaciones	60								x	x															
Compra de materiales para pruebas	30										x														
Pruebas preliminares de materiales	20											x													
Cotización de terreno	21												x												
Cotización de equipos	30													x											
Cotización de materiales	30													x											
Pruebas preliminares	30														x										
Remodelación de infraestructura	60															x	x								
Instalación eléctricas	20																	x							
Compra y traslado de equipos	20																		x						
Mejoramiento de servicios	20																			x					
Instalación de maquinaria	30																				x				
Instalación de área administrativa	15																					x			
Instalación de comedor	15																					x			
Instalación de SS.HH	15																						x		
Instalación de otras áreas	15																						x		
Señalización de las áreas	20																								x
Pruebas finales	10																								x
Inicio de operaciones	-																								x

*Nota.* Elaboración propia

De acuerdo a nuestro cronograma tomamos como referencia el inicio de la presentación del proyecto a mediados del 2024, con lo cual la implementación del proyecto tardaría año 9 meses, dando inicio a la puesta en marcha a finales del 2025 e inicios del 2026. Para la evaluación económica se tomará en cuenta el inicio en 2026.

## 17. ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

En esta sección se realizará el análisis económico con el fin de determinar la viabilidad económica del proyecto. La inversión en este tipo de proyectos conlleva un cierto nivel de riesgo, en el que el objetivo final es otorgarles valor agregado a las materias primas a utilizar y obtener beneficios económicos a largo plazo

Como tal, en esta sección se realiza un análisis en línea base de los costos totales de operación, costo de insumos, equipamiento, construcción, ensamblaje del producto y valores de venta a considerar.

### 17.1. Suministro y Costos

#### 17.1.1. Salarios

En función a la cantidad de operadores y equipo de trabajo que se asumió en el punto 15.10 y en función al salario mínimo vital y el costo del empleado para una empresa en el país se da a conocer el costo de la mano de obra a considerar en la operación

**Tabla 38**

*Costos de salarios anuales*

Función	Salario mensual (\$)	Salario anual	# personas	TOTAL				
				2026	2027 <sup>a</sup>	2028	2029	2030
Operador	265	4730.25	80	378420	389772.6	401465.778	413509.751	425915.044
Supervisor	470	8389.5	4	33558	34564.74	35601.6822	36669.7327	37769.8246
Jefes	650	11602.5	2	23205	23901.15	24618.1845	25356.73	26117.4319
Administrativos	525	9371.25	10	93712.5	96523.875	99419.5913	102402.179	105474.244
			<b>TOTAL</b>	<b>528895.5</b>	<b>544762.4</b>	<b>561105.2</b>	<b>577938.4</b>	<b>595276.5</b>

*Nota.* Coste evaluado en función del coste de trabajador para el país (*revista de consultoría, 2021*)

<sup>a</sup> reajuste del 3% anual considerando aumentos de sueldo e inflación.

### 17.1.2. Insumos

En esta parte, detallamos los costos de los insumos para la preparación de materiales catódicos, materiales de celda y ensamblaje final contemplados en el balance de materiales.

**Tabla 39**

*Costos de insumos y materiales anuales*

MATERIALES		COSTO ANUALES <sup>a</sup>				
<b>materiales catódicos</b>	\$/kg	2026	2027	2028	2029	2030
Sulfato Ni	2.5	251600.1	274397.3	29257.4	371913.1	49814.1
Sulfato Mn	0.4	15526.0	16932.8	18029.1	22950.4	30753.3
Sulfato Co	5.0	215270.6	234775.9	249975.9	318211.0	426399.0
Li2CO3	12.0	312847.8	341194.5	363284.3	462448.9	619675.9
Hidróxido NH4	0.3	18570.0	20252.6	21563.8	27450.1	36782.7
Hidróxido Na	0.4	10832.5	11814.0	12578.9	16012.5	21456.6
<b>Materiales activos del electrodo negativo</b>						
Grafito	0.7	25175.4	27380.2	29152.8	37110.6	49727.7
<b>Electrolito y separador</b>						
LiPF6/ PC	14.35	302927.4	330375.2	351764.6	447784.6	600026.0
aglutinante NMP	2	40146.4	20957.6	22314.5	28405.6	38063.2
separador PP (\$/m2)	15	169329.9	252735.8	269098.5	342553.5	459017.7
<b>Laminas colectoras de corriente</b>						
cobre colector (-)	\$/m2	2.0	72480.9	79048.3	84166.0	107140.6
aluminio colector (+)	1.2	65013.1	70903.9	75494.4	96101.9	128775.4
<b>Ensamblaje</b>						
Carcasa de Aluminio	3.5	60914.4	66433.7	70734.8	90043.1	120656.7
Cubierta de acero	3	28824.7	31436.5	33471.7	42608.4	57094.7
Conector de Aluminio	1	15449.2	16849.1	17939.9	22836.9	30601.2
Cubierta de plástico	0.5	2228.3	2430.2	2587.5	3293.8	4413.6
Cubierta de acero	3	50804.2	55407.5	58994.7	75098.3	100630.8
Comp. Electrónicos	5	40108.6	43742.8	46574.7	59288.1	79445.4
Conector de aluminio	0.2	10695.6	11664.7	12419.9	15810.2	21185.4
Cubierta de plástico	0.5	8467.4	9234.6	9832.4	12516.4	16771.8
Cables	5	34166.6	37262.3	39674.8	50504.7	67675.7
<b>TOTAL</b>		<b>1751378.9</b>	<b>1955229.5</b>	<b>1818910.8</b>	<b>2650082.4</b>	<b>3102534.0</b>

*Nota.* Costo de materiales de la batería. Precios sacados de: AliExpress, Alibaba, Aotelec

<sup>a</sup>Se considera un aumento anual de precio del 2% considerando un aumento de precios estable

### 17.1.3. Equipamiento

**Tabla 40**

*Costos de equipamientos*

Maquinarias	Cantidad	Precio/ Unidad \$	Costo (USD)
Mezclador industrial	4	5600	22400
Reactor industrial	2	12500	25000
Agitador	1	10500	10500
Recubridor de electrodos	3	2500	7500
Bobinado de electrodos	3	1000	3000
Horno de calcinación	1	6000	6000
Laminador de electrolitos	3	8000	24000
Prensador	3	1000	3000
Cortador de electrodos	3	3300	9900
Soldador de colectores	3	2600	7800
Clasificador de celdas	1	5000	5000
Secador	3	2500	7500
Sellador de celdas	3	13000	39000
Crimpadora de baterías	2	9000	18000
Soldador de baterías	2	7500	15000
Inyector de electrolito	3	6000	18000
Analizador de carga y descarga	2	9000	18000
Probador de celda	1	3000	3000
Probador de carga	1	10000	10000
<b>Total</b>			<b>252600</b>

**Nota.** Fuente de los precios: *Alibaba*

### 17.1.4. Terrenos

**Tabla 41**

*Costo de terreno del proyecto*

Costo (\$/m2)	627.69
Tamaño de operación (m2)	2600
Costo total (\$)	1 631 000

**Nota.** Precio de terreno en la locación del parque industrial de Arequipa. Fuente:

*adondevivir.com*

### 17.1.5. Costos de construcción

Para evaluar los costos de construcción, se toma como base la R.M 425-2022 VIVIENDA con respecto a los valores unitarios de construcción (ver anexo 1)

En base a estos valores, se hace una evaluación preliminar del costo por metro cuadrado de la construcción considerando muros, columnas, techos, pisos, baños e instalaciones eléctricas y tomando los valores de materiales más predominantes del total.

**Tabla 42**

*Costos de construcción del proyecto*

ZONAS DE CONSTRUCCION DE PLANTA	TIPO	Costo x m2	Tamaño m2	TOTAL \$ 2023	TOTAL \$ 2025 <sup>a</sup>
Año 2023					
Muros y columnas	C	74.98			
Techos	D	33.71			
Pisos	G	14.33			
Puertas y ventanas	F	21.16	2593	577561.36	624690.37
Revestimientos	F	21.70			
Baños	D	9.01			
Instalaciones eléctricas	C	47.85			
<b>TOTAL COSTO X m2</b>		222.74			

*Notas.* Costos evaluados en función a los valores de costo para cada etapa de construcción en 2023. (Ver anexo 1)

<sup>a</sup> Valor en base a la proyección de alza de precios del 4 % para la construcción en 2025 determinado por el *Régimen de precios unitarios (ministerio de vivienda, 2023)*.

## 17.2. Estructura de costos del pack de baterías

### 17.2.1. Estructura de costo del pack

De acuerdo a los costos obtenidos, se muestra la tabla 40 que muestra el porcentaje de costos por pack de batería.

**Tabla 43***Estructura del costo del pack de baterías*

<b>MATERIALES DEL PACK</b>	<b>% costo</b>
Materiales de Celda	63.4%
Materiales de modulo y pack	10.6%
Mano de obra	18.4%
Gastos de lanzamiento	0.0%
Costos de terreno	0.0%
Gastos Generales <sup>a</sup>	1.4%
Gastos Generales, Administrativos	4.0%
Investigación y desarrollo <sup>a</sup>	2.2%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Estructura planteada para el primer año de operaciones.

<sup>a</sup> Precios considerados en base a la evaluación de proyectos del *modelo Batpac, 2021*

Se evidencia como los costos de materiales para la celda son los que mayor porcentaje ocupan. En este apartado no consideramos costos del terreno ni gastos de lanzamiento, ya que la estructura se verá alterada por estos mismos, pero que deberán ser considerados en gastos anuales.

### **17.2.2. Costo de materiales de celda**

**Tabla 44***Estructura de costos del material de celda*

<b>MATERIALES DE CELDA</b>	<b>% Costo Mat. Celda</b>	<b>% Costo pack</b>
Material del Cátodo	55.0%	34.9%
Material del Ánodo	1.7%	1.1%
Electrolito	20.2%	12.8%
Separador	11.3%	7.2%
Colector de cte. Cu	4.8%	3.1%
Colector de cte. Al	4.3%	2.7%
Aglutinante	2.7%	1.7%
<b>TOTAL</b>	<b>100.0%</b>	<b>63.4%</b>

*Nota.* Porcentajes en base a los precios calculados del proceso.

La inversión mayor del costo total de la celda, corresponde a la elaboración del material catódico, que representa el 55 % del costo total de la celda. A su vez, este costo corresponde a un 34.9% del costo total del pack de batería, teniendo una participación de más de un tercio en el costo final del producto.

### **17.2.3. Costo del material activo del cátodo**

**Tabla 45**

*Estructura de costos del material activo catódico*

MATERIALES DEL CATODO	%Costo Mat. Act. Cat.	% Costo Mat. Celda	% Costo pack
Li	33.9%	20.9%	13.2%
Ni	27.3%	16.8%	10.6%
Mn	1.7%	1.0%	0.7%
Co	23.4%	14.4%	9.1%
Otros materiales	3.2%	2.0%	1.2%
Margen	10.5%	6.5%	4.1%

*Nota.* porcentaje establecidos conforme al análisis de precios y cantidades requeridos.

La inversión mayoritaria corresponde al litio usado en el cátodo, ocupando un 33.9% y teniendo en cuenta a las materias primas establecidas dentro del proceso. Hay que resaltar que se está considerando para el cálculo el precio internacional de carbonato de litio, pudiendo este ser menor debido a alianzas estratégicas y disminuciones en el costo por el proceso a realizar de parte de la empresa productora de la misma en la zona de Macusani, Puno.

A diferencia de otras tecnologías catódicas en la que el precio del cobalto es el más predominante, al disminuir su participación y porcentaje de uso en el proceso considerado, su porcentaje de costo ocupa el tercer lugar teniendo una participación de solo 23.4%, lo cual corresponde un ahorro de costo hasta este nivel de análisis.

### **17.3. Evaluación de la inversión**

De acuerdo a los valores obtenidos para la inversión necesaria del proyecto, se muestra la tabla 46 con las cantidades de inversión anual:



**Tabla 46***Inversión anual del proyecto*

	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>
	Año -1	Año 0	Año1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Área a construir</b>	0.25	1.0					
<b>Costo de terreno</b>	407750.0	1223250.0					
<b>Costo de construcción</b>	156172.6	468517.8					
<b>Equipamiento</b>			252600.0	25260.0	27786.0	30564.6	33621.1
<b>insumos y materiales</b>			1751378.9	1955229.5	2081815.8	2650082.4	3102534.0
<b>mano de obra</b>	14098.1	42294.2	528895.5	544762.4	561105.2	577938.4	595276.5
<b>Costos de transporte <sup>a</sup></b>	8458.8	25376.5	52832.5	54945.8	57143.6	59429.4	61806.6
<b>Energía y servicios <sup>a</sup></b>	11278.5	33835.4	400000.8	416000.8	432640.9	449946.5	467944.4
<b>capital de trabajo <sup>a</sup></b>	12406.3	37218.9	503900.7	524056.7	545019.0	566819.8	589492.5
<b>Inversión total</b>	<b>641180.0</b>	<b>1923540.0</b>	<b>3489608.4</b>	<b>3558145.2</b>	<b>3756662.0</b>	<b>4402888.3</b>	<b>4940393.9</b>

*Nota.* Valores anuales de inversión evaluados previamente

<sup>a</sup> Valores establecidos en base a lo calculado y siguiendo la proporción del modelo *Batpac*

(*Battery Performance and Cost model, Argonne national laboratory*)

#### **17.4. Análisis operacional**

El análisis de operaciones considera analizar los 5 primeros años de operación, aunque se proyecta una vida útil del proyecto de 25 a 30 años. Asumimos como tal un precio base inicial para el pack de baterías de 150 USD/kWh con una reducción anual del 2% de acuerdo al estudio de (Gaete, 2017) considerando una reducción anual del precio del pack; se asume también un capital de trabajo, costo de energía y costo de transporte del 14.44%, 10,15% y 1.51% respectivamente, de acuerdo a las consideraciones del modelo *Batpac*. También se asume una inversión en investigación y desarrollo del 2.2% anual, la cual forma parte de los gastos de celda, pudiendo estos reducir los costos fijos y variables.

El análisis de operaciones para los primeros 5 años se muestran en la tabla 47. En base a ello se procederá a evaluar el TIR antes de impuestos.

**Tabla 47**

*Análisis de operaciones anuales (2026- 2030)*

Año	INGRESOS ANUALES					Energía/pack KWh	Capacidad diaria KWh	Capacidad anual MWh
	Celdas/ día	pack/ día	celdas/año	pack/año	precio pack <sup>a</sup>			
2026	9332	90	2911584	27996	\$ 150.00	\$ 4,199,400.0	89.77	28.01
2027	9978	96	3113136	29934	\$ 144.00	\$ 4,310,496.0	95.99	29.95
2028	10624	102	3314688	31872	\$ 138.24	\$ 4,405,985.3	1.00	102.20
2029	13524	130	4219488	40572	\$ 132.71	\$ 5,384,326.3	130.10	40.59
2030	18122	174	5654064	54366	\$ 127.40	\$ 6,926,336.3	174.33	54.39

*Nota.* El valor actual se estableció en base al precio mundial de batería tomando como referencia el valor de almacenaje de ion litio (*Veritrade, 2023*)

<sup>a</sup> Se asume una disminución del precio en 2% debido a la disminución mundial del precio

El cálculo del análisis operacional se muestra en la figura 18

## Figura 18

### Análisis Operacional

ANÁLISIS OPERACIONAL									
Años			2026	2027	2028	2029	2030		
PARAMETROS DEL METODO			Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5		
<b>Ventas</b>	<b>Energía del Pack (kWh)</b>	<b>1</b>	<b>\$ 4,199,400.0</b>	<b>\$ 4,400,298.0</b>	<b>\$ 4,591,480.3</b>	<b>\$ 5,727,906.3</b>	<b>\$ 7,521,820.1</b>		
Precio pack	Precio base 2026 (USD/kWh)	\$ 150.00	\$ 150.0	\$ 147.0	\$ 144.1	\$ 141.2	\$ 138.4		
Pack de baterías producidas			\$ 27,996.0	\$ 29,934.0	\$ 31,872.0	\$ 40,572.0	\$ 54,366.0		
Ingreso por venta	Reducción del precio anual	2%	\$ 4,199,400.0	\$ 4,400,298.0	\$ 4,591,480.3	\$ 5,727,906.3	\$ 7,521,820.1		
<b>Gastos Variables (USD)</b>	<b>Reducción por I&amp;D al año 4</b>	<b>3%</b>	<b>\$ 2,514,599.9</b>	<b>\$ 2,503,843.2</b>	<b>\$ 2,650,811.8</b>	<b>\$ 3,597,314.0</b>	<b>\$ 4,062,332.7</b>		
Materiales			\$ 1,751,378.9	\$ 1,955,229.5	\$ 2,081,815.8	\$ 2,570,580.0	\$ 3,009,458.0		
Equipamiento			\$ 252,600.0	\$ 25,260.0	\$ 27,786.0	\$ 560,600.2	\$ 577,418.2		
Costo de mano de obra	Costo promedio (USD/mes)	\$ 461.7	\$ 435,183.0	\$ 448,238.5	\$ 461,685.6	\$ 54,384.3	\$ 55,472.0		
Gastos de Lanzamiento	Porcentaje de acuerdo a BATPAC	3%	\$ 75,438.0	\$ 75,115.3	\$ 79,524.4	\$ 411,749.5	\$ 419,984.5		
<b>Gastos Fijos</b>	<b>Reducción por I&amp;D al año 4</b>	<b>2%</b>	<b>\$ 532,494.0</b>	<b>\$ 533,968.8</b>	<b>\$ 562,075.3</b>	<b>\$ 709,951.0</b>	<b>\$ 777,721.1</b>		
Gastos generales		1.40%	\$ 42,659.3	\$ 42,529.4	\$ 44,980.4	\$ 59,266.4	\$ 66,768.0		
Gastos Administrativos y ventas			\$ 93,712.5	\$ 96,523.9	\$ 99,419.6	\$ 100,354.1	\$ 103,364.8		
Gasto energía y servicios		10%	\$ 304,709.4	\$ 303,781.2	\$ 321,288.7	\$ 423,331.2	\$ 467,375.7		
Otros gastos	Margen	1%	\$ 30,470.9	\$ 30,378.1	\$ 32,128.9	\$ 42,333.1	\$ 46,737.6		
Investigación y desarrollo		2%	\$ 60,941.9	\$ 60,756.2	\$ 64,257.7	\$ 84,666.2	\$ 93,475.1		
Analisis Operacional		Año -1	Año 0						
EBITDA			\$ 1,152,306.0	\$ 1,362,485.9	\$ 1,378,593.2	\$ 1,420,641.2	\$ 2,681,766.3		
Inversion en terreno		\$ 407,750.0	\$ 1,223,250.0						
Inversion de construcción		\$ 156,172.6	\$ 468,517.8						
costo de trabajo inicial		\$ 46,241.7	\$ 138,725.0	\$ 503,900.7	\$ 513,978.7	\$ 524,258.3	\$ 534,743.5	\$ 545,438.3	
<b>Flujo de Caja antes de Impuestos</b>			\$ -610,164.2	\$ -1,830,492.7	\$ 648,405.3	\$ 848,507.2	\$ 854,334.9	\$ 885,897.8	\$ 2,136,327.9
<b>TIR Antes de Impuestos</b>	<b>Resultado</b>	<b>25%</b>							

*Nota.* Elaborado en Excel en base al modelo de (Jesam, 2017)

### 17.5. Depreciación

El edificio utiliza el método de depreciación acelerada con un período de depreciación de 20 años y el período de depreciación del equipamiento es de 5 años. La depreciación se considera como tal en un 20%.

### 17.6. Estado de resultados

Para el cálculo de resultados se debe tomar como referencia la tasa impositiva de 29.5% aplicada de acuerdo a norma para las empresas industriales como la nuestra (*El peruano, 2022*). Como tal este impuesto podría verse reducido ya que estamos desarrollando innovación y tecnología para el país, con lo cual proponemos establecer un IR de 14.75% de acuerdo a los beneficios tributarios del CTI.

## 17.7. Van y TIR del proyecto

En la figura 19 se determina el VAN y TIR luego de impuestos, considerando la depreciación de equipo y edificación y la consideración de impuestos en industrias de CIT.

**Figura 19**

*Calculo de VAN y TIR después de impuestos*

PARAMETROS DEL METODO	Años	ESTADO DE RESULTADOS							
		Año -1	Año 0	Año 1	2026 Año 2	2027 Año 3	2028 Año 4	2029 Año 5	2030
EBITDA				\$ 648,405.3	\$ 1,362,485.9	\$ 1,378,593.2	\$ 1,420,641.2	\$ 2,681,766.3	
Depreciación				\$ 129,681.1	\$ 245,247.47	\$ 220,574.91	\$ 198,889.77	\$ 321,811.95	
EBIT				\$ 518,724.3	\$ 1,117,238.5	\$ 1,158,018.3	\$ 1,221,751.5	\$ 2,359,954.3	
EBT				\$ 518,724.3	\$ 1,117,238.5	\$ 1,158,018.3	\$ 1,221,751.5	\$ 2,359,954.3	
Impuestos	Considerando descuento CTI		14.75%	\$ 76,511.8	\$ 164,792.7	\$ 170,807.7	\$ 180,208.3	\$ 348,093.3	
Ganancias despues de impuestos		\$ -610,164.2	\$ -1,830,492.7	\$ 442,212.4	\$ 952,445.8	\$ 987,210.6	\$ 1,041,543.1	\$ 2,011,861.0	

TIR	24%
VAN	\$ 1,462,912.85
tasa dscto	9.90%

PROYECTO VIABLE

*Nota.* Se estableció un WACC a partir del informe de (González, 2021) que establece un WACC para la industria de 9.9 %

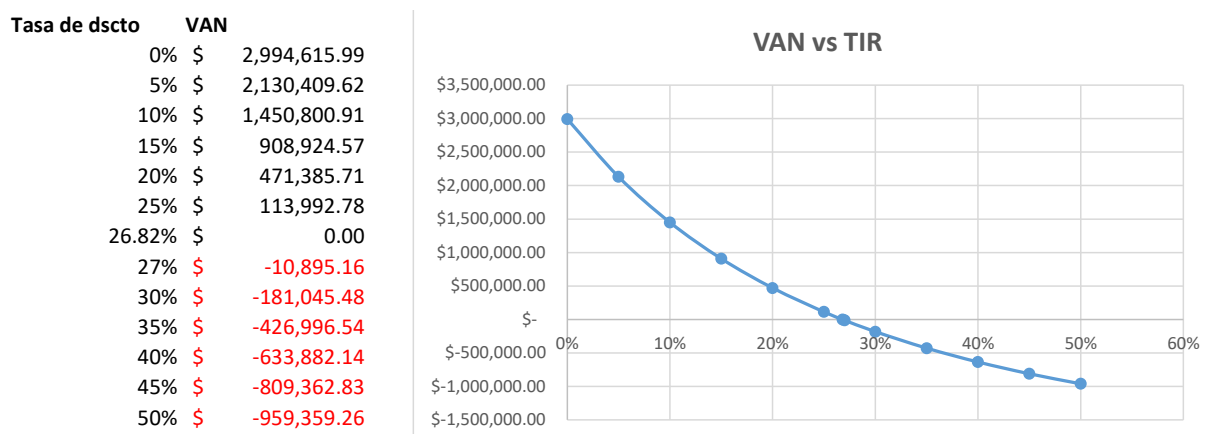
Luego de las consideraciones y en base al análisis que establecemos a este nivel de evaluación del proyecto, obtenemos un TIR y VAN favorables, lo cual hace viable el proyecto hasta este nivel.

### 17.7.1. Análisis de Sensibilidad

A partir del VAN y TIR calculados, realizamos un análisis de sensibilidad para evaluar q la variabilidad del proyecto con respecto a la inversión. Primero realizamos la variación de la tasa de descuento para evaluar hasta qué punto es viable económicamente el proyecto, esto se aprecia en la figura 20

**Figura 20**

*Variación del VAN con respecto a la tasa de descuento*



Se establece un TIR mínimo de 26.82% que vuelve cero nuestro retorno neto, valores superiores a estos hacen negativo el proyecto e inviable.

Luego, se procede a analizar la sensibilidad del VAN con respecto a la disminución de ingresos y aumento de egresos tal como se muestra en la figura 21

**Figura 21**

*Sensibilidad del VAN con disminución de ingresos y aumento de egresos*

	VAN		Ingresos								
	\$	915,698.84	0%	-2%	-4%	-6%	-8%				
<b>Egresos</b>	0%	\$	1,462,912.8	\$	1,072,079.7	\$	681,246.6	\$	290,413.5	\$	-100,419.6
	1%	\$	1,306,531.9	\$	915,698.8	\$	524,865.7	\$	134,032.6	\$	-256,800.5
	2%	\$	1,150,151.1	\$	759,318.0	\$	368,484.9	\$	-22,348.2	\$	-413,181.3
	3%	\$	993,770.2	\$	602,937.1	\$	212,104.0	\$	-178,729.1	\$	-569,562.2
	4%	\$	837,389.4	\$	446,556.3	\$	55,723.2	\$	-335,109.9	\$	-725,943.0
	5%	\$	681,008.5	\$	290,175.4	\$	-100,657.7	\$	-491,490.8	\$	-882,323.9
	6%	\$	524,627.7	\$	133,794.6	\$	-257,038.5	\$	-647,871.6	\$	-1,038,704.7
	7%	\$	368,246.8	\$	-22,586.3	\$	-413,419.4	\$	-804,252.5	\$	-1,195,085.6
	8%	\$	211,866.0	\$	-178,967.1	\$	-569,800.2	\$	-960,633.3	\$	-1,351,466.4
	9%	\$	55,485.1	\$	-335,348.0	\$	-726,181.1	\$	-1,117,014.2	\$	-1,507,847.3
	10%	\$	-100,895.7	\$	-491,728.8	\$	-882,561.9	\$	-1,273,395.0	\$	-1,664,228.1

Como se muestra, el proyecto aumenta hasta un 9% de aumento de egresos y hasta un 6% de disminución de ingresos.

## 17.8. Resumen de resultados

**Tabla 48**

*Resumen de resultados y precio del pack al año 1*

<b>Resultados</b>	
TIR antes de impuestos	25%
VAN	\$ 1,462,912.85
TIR del capital propio	24%
Precio Pack x año <sup>a</sup>	\$ 150.00

<sup>a</sup> Pack establecido en 1 kWh como diseño estándar de 108 celdas por pack.

## 18. IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL DEL PROYECTO

### 18.1. Análisis en línea base de Impactos ambientales

Una vez establecido el proceso de operaciones del proyecto, debemos tener en cuenta los posibles impactos y aspectos ambientales más significativos que se generan en el proceso. La tabla 49 muestra los impactos ambientales evaluados en un primer momento, así como acciones a considerar para mitigar el impacto.

**Tabla 49**

*Matriz en línea base de impactos ambientales*

Entrada	Proceso	Salidas	Aspectos ambientales	Impactos ambientales	Componente afectado	Acción de prevención
Carbonato de litio	Explotación del mineral	Litio grado batería	Destrucción de hábitats Contaminación de agua	Suelos, agua, aire	Territorio, masas de agua, atmosfera	Buena gestión y evaluación ambiental
Metales precursores del cátodo	Reacción	Reactivos en exceso sin reaccionar	Generación de residuos sólidos	Contaminación de suelos Emisión de gases de efecto invernadero	Suelos Aire, atmosfera	Almacenamiento adecuado y uso en proceso Control ambiental adecuado
Materiales catódicos y anódicos	Refinación de materia prima	Productos químicos tóxicos	Uso significativo de energía	Contaminación de agua y suelos	Suelos, agua	Correcto reciclaje de desechos sólidos del proceso
Materiales de ensamblaje	Ensamblaje de celda	Residuos de materiales de ensamblaje	Generación de residuos contaminantes	Reducción de la huella de carbono	Capa de ozono, atmosfera	Impulso del uso de energías renovables
Almacenamiento de energía	Uso del pack de batería	Menos uso de las energías fósiles	Gases de efecto invernadero	Contaminación de aire y agua Desecho en vertederos	Atmosfera, fuentes de agua	Método de reciclaje eficientes y sostenibles.

## 18.2. Análisis del Impacto social del proyecto

El análisis del impacto social se centra en el desarrollo tecnológico e innovación que puede ser realizada a través de un enfoque multidisciplinario que incluya los impactos que se detallan en la tabla 50 así como los aspectos que deben ser considerados

**Tabla 50**

*Impactos sociales del proyecto*

<b>Impactos sociales</b>	<b>Aspectos a considerar</b>
<b>Análisis de la Cadena de Valor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudiar cómo la planta se integrará en la cadena de valor nacional e internacional del litio y baterías.</li> <li>- Evaluar las capacidades existentes en el país en términos de minería, procesamiento de minerales, manufactura y reciclaje.</li> </ul>
<b>Desarrollo de Capital Humano:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Considerar el efecto de la planta en la educación local y nacional, especialmente en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM).</li> <li>- Evaluar la necesidad de programas de capacitación y educación técnica especializada.</li> </ul>
<b>Impacto en la Innovación Local:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Investigar el potencial de la planta para incentivar la creación de startups y empresas de base tecnológica.</li> <li>- Estudiar las posibilidades de colaboración con universidades y centros de investigación.</li> </ul>
<b>Análisis de Política Pública:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar cómo las políticas nacionales y regionales pueden apoyar o inhibir el crecimiento tecnológico.</li> <li>- Determinar si existen incentivos para la investigación y desarrollo (I+D) y la innovación en el sector energético.</li> </ul>
<b>Inclusión Social y Desarrollo Comunitario:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Considerar el impacto en el empleo local, tanto directo como indirecto.</li> <li>- Evaluar el impacto en el desarrollo de infraestructura local y calidad de vida.</li> </ul>
<b>Sostenibilidad y Medio Ambiente:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudiar las prácticas de sostenibilidad en el proceso de producción y cómo estas pueden influir en la percepción pública y la aceptación de la tecnología.</li> </ul>
<b>Transferencia Tecnológica:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar las oportunidades para la transferencia de tecnología y conocimiento hacia el país.</li> <li>- Considerar el efecto en la capacidad del país para desarrollar tecnologías propias.</li> </ul>



---

<b>Impacto en la Industria Local</b>	- Analizar cómo la instalación de la planta puede estimular la industria local a través de la demanda de servicios y productos.
<b>Efecto en el Mercado Laboral:</b>	- Evaluar cómo la demanda de trabajadores calificados puede afectar el mercado laboral existente. - Considerar la posibilidad de "fuga de cerebros" hacia la planta, en detrimento de otras industrias locales.
<b>Integración Económica Regional</b>	- Analizar cómo la planta puede influir en el equilibrio económico regional y en la integración con economías vecinas.

---

Para realizar estas evaluaciones, se deben emplear herramientas como Estudios de Impacto Ambiental y Social, análisis de costo-beneficio, encuestas a comunidades locales, entrevistas y foros de discusión con expertos. Es vital que esta evaluación sea transparente y participativa, involucrando a todos los grupos de interés para identificar preocupaciones y expectativas, y para trabajar en planes de acción que maximicen los beneficios sociales y tecnológicos mientras se minimizan los posibles impactos negativos.

## **19. Análisis de Resultados para la Evaluación de la Relación entre las Variables Independientes, sobre la Variable dependiente.**

De los resultados obtenidos se puede observar la influencia de cada una de las variables independientes en la variable dependiente, tal como a continuación se detalla:

### **19.1. Influencia de la Demanda en la Viabilidad de la Instalación de una Planta Productora de Baterías de Litio en el Perú.**

El desarrollo hecho en el trabajo muestra que la demanda de baterías de litio se incrementa cada día en el país y en todo el mundo siendo la demanda proyectada positiva por la variabilidad de usos que tiene este tipo de forma de energía, por tal motivo esta variable afecta a la variable dependiente de manera directamente proporcional.

### **19.2. Influencia de la Localización de la Planta en la Viabilidad de la Instalación de una Planta Productora de Baterías de Litio en el Perú.**

Para la localización de la planta se han tomado en cuenta diversos factores de tipo geográfico, de acceso a la zona minera, a los diferentes servicios, el impacto ambiental y social que va a traer el funcionamiento de la planta productora de baterías de litio, por lo que los resultados muestran que la relación de esta variable con la variable dependiente es positiva.

### **19.3. Influencia del Factor Técnico en la Viabilidad de la Instalación de una Planta Productora de Baterías de Litio en el Perú.**

En cuanto a la tecnología descrita para la producción de las baterías de litio es favorable, por cuanto existen diversas tecnologías que se pueden desarrollar con diversos rendimientos y probados en otros países con éxito, sin contar el mejoramiento de los procesos químicos que se pueden lograr en el futuro mediante estudios de investigación considerando los postulados de la química verde. Mediante este trabajo se muestra la relación entre la variable técnica del proceso químico industrial y su incidencia en la viabilidad de la instalación de una planta productora de baterías de litio en el Perú.

### **19.4. Influencia del Factor Económico en la Viabilidad de la Instalación de una Planta Productora de Baterías de Litio en el Perú.**

El requerimiento de recursos económicos económico y su incidencia favorable en la viabilidad de la instalación de una planta productora de baterías de litio en el Perú es viable considerando los estudios económicos desarrollados en este trabajo, mediante la evaluación favorable del TIR y el VAN del proyecto.

## 20. CONCLUSIONES

Para determinar la influencia del factor demanda dentro de la viabilidad del proyecto, se toma como datos iniciales: la demanda mundial de baterías de litio, la demanda nacional del producto y se procede a evaluar una participación de mercado inicial para los primeros 5 años de la operación. Con esto, se realiza una proyección de la demanda futura del producto hasta el año 2030 y esto es fundamental para poder delimitar el tamaño de producción inicial que será parte del factor técnico a evaluar.

En cuanto a la influencia del factor localización en el proyecto, usamos el criterio de evaluación de factores de macro y micro localización para realizar una comparación entre las alternativas de localización, en las cuales consideramos como factores claves la cercanía a la materia prima, la accesibilidad al lugar, servicios del lugar y localización estratégica. Se logra determinar a la ciudad de Arequipa como mejor ubicación para la implantación de nuestro proyecto en esa región, de acuerdo a la evaluación de factores que resultan más favorables, como la cercanía a la materia prima y a la fuente de explotación del mineral clave del producto. Además, se considera como un factor a futuro la salida a la costa que presenta la región, haciéndola ideal para potenciales exportaciones del producto.

En cuanto al factor técnico, el proceso de fabricación de la batería es la del cátodo NMC-532, la cual es de los tipos de cátodos más elaborados y más rentables, además de tenerse un equilibrio entre la estabilidad del producto y los costos de producción disminuidos producto de la disminución del cobalto en el proceso. Respecto a las principales materias primas a usar, el carbonato de litio a usar será en explotado en puno, mientras que el resto de materias serán importados en primera instancia al igual que componentes para el ensamblado final.

la determinación de la tecnología de producción, se basa en la elección del cátodo de celda y de la proporción de materiales en esta, con lo cual se determina la cantidad de materiales e insumos a usar en el proceso.

La evaluación del factor económico, indica en inicio un VAN y un TIR favorables de acuerdo a las consideraciones de precios tomados para el terreno, la construcción, insumos y maquinarias del proyecto y capital de trabajo. Dado esto, el proyecto presenta una viabilidad favorable para poder seguir siendo desarrollado, tomando en consideración el análisis de sensibilidad, que nos ayuda a delimitar hasta qué punto se presenta favorable si los ingresos y egresos variaran y hasta qué punto se sigue presentando favorable este mismo.

## 21. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS A FUTURO

Se recomienda poder realizar un análisis de mercado más detallado, para poder determinar en mayor medida el tipo y capacidad de baterías más demandadas. Asimismo, un desarrollo de un plan de marketing más elaborado para reevaluar la participación de mercado de nuestro proyecto.

A pesar de que existe la oportunidad de darle valor agregado a la materia prima, existen dificultades en cuanto al abastecimiento de cobalto de regiones extranjeras que permiten el trabajo infantil y condiciones de trabajo no dignas.

Se recomienda poder hacer la evaluación de viabilidad teniendo en cuenta otro tipo de tecnología catódica ya que esta es la que más influye en la tecnología, además de tener en cuenta la proporción de materiales en esta misma, con la intención de volverla más rentable y hacerla más viables en cuanto a lo técnico.

La evaluación de la oferta de productos intermedios, ya sea el material catódico como materia prima o la celda unitaria, para poder ser vendidas se podría evaluar para la maximización de ingresos, teniendo en cuenta que estos productos son también demandados para la fabricación de baterías.

Es importante tener en cuenta también los factores medioambientales y sociales a la hora de determinar la viabilidad del proyecto, esto con el objetivo de garantizar la sostenibilidad en el tiempo de nuestra tecnología propuesta. Un análisis ambiental y social en el desarrollo del proyecto es importante para evaluar el nivel de impacto del proyecto en el ambiente y en la sociedad del país.

## 22. BIBLIOGRAFIA

cooperacion informa. (27 de abril de 2023). *cooperacion.org.pe*. Obtenido de cooperacion.org.pe: <https://cooperacion.org.pe/puno-pobladores-acuerdan-no-explotar-litio-si-no-se-industrializa-primero/>

Editor General, Tiempo Minero. (29 de septiembre de 2022). *Tiempo Minero*. Obtenido de Tiempo Minero: <https://camiper.com/tiempominero-noticias-en-mineria-para-el-peru-y-el-mundo/peru-apunta-a-la-produccion-local-de-baterias-de-litio/>

Jhonny Torre, et. al. (septiembre de 2019). *Caracterización sobre ocurrencias de minerales de Litio*. Obtenido de repositorio ingemmet: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2371>

Todd Gillespie. (30 de noviembre de 2021). *Bloomberg NEF [grafico]*. Obtenido de BNN Bloomberg: <https://www.bnnbloomberg.ca/even-the-battery-boom-can-t-escape-world-s-supply-chain-woes-1.1688957>

iproup. (2020). *Litio América Latina*. Obtenido de Litio América Latina: <https://lithiumcongress.com/es/el-futuro-de-la-produccion-mundial-de-baterias-de-litio-lo-que-se-viene-para-2020/#:~:text=El%20mercado%20mundial%20de%20las,Jap%C3%B3n%20y%20Corea%20del%20Sur.>

*Universidad Nacional de La Plata*. (22 de Julio de 2022). Obtenido de Universidad Nacional de La Plata: <https://unlp.edu.ar/institucional/produccion/planta-de-baterias-de-litio-31007/>

M. Obaya y M. Céspedes, “Análisis de las redes globales de producción de baterías de ion de litio: implicaciones para los países del triángulo del litio”, *Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/58)*, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021.

B. Jones, F. Acuña y V. Rodríguez, “Cadena de valor del litio: análisis de la cadena global de valor de las baterías de iones de litio para vehículos eléctricos”, *Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/86)*, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021.

V. Quintero, “Baterías de Ion Litio: Características y Aplicaciones”, *Revista de I+D Tecnológico*, vol. 17, no. 1, pp. (no modificar), 2021.

Gonzalo Perez. (2022). *Imporalia*. Obtenido de Importar baterías de litio desde China: <https://www.imporalia.com/importar-baterias-de-litio-desde-china/#:~:text=Todas%20las%20bater%C3%ADas%20de%20litio,estipuladas%20en%20el%20pa%C3%ADs%20importador.>

Nota de prensa. (8 de noviembre de 2022). *Gobierno del Perú*. Obtenido de Gobierno del Perú: <https://www.gob.pe/institucion/produce/noticias/667576-produce-impulsa-la-industrializacion-y-lanza-la-primera-politica-nacional-de-desarrollo>

Quintero, Vanessa et.al. (2021). *Revista de I+D tecnológico*. Obtenido de Baterías de ion litio: características y aplicaciones.

Cochilco. (2020). *cochilco.cl*. Obtenido de <https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Produccio%CC%81n%20y%20consumo%20de%20litio%20hacia%20el%202030%20edicio%CC%81n%202021%20versi%C3%B3n%20def.pdf>

Farge I., E. (6 de noviembre de 2020). *LinkedIn*. Obtenido de EL LITIO Y SU INDUSTRIALIZACION EN PERU, (PROPUESTA): <https://es.linkedin.com/pulse/el-litio-y-su-industrializacion-en-peru-propuesta-edmundo-farge-inga>

Benjumea, J. (2020). *Estudio de prefactibilidad sobre la implementación del uso de baterías de litio para equipos*. Medellín: Universidad EAFIT, Escuela de Administración, Maestría en Gerencia de proyectos.

Coquis, R. (2016). *Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta para la fabricación de celdas de electrolisis*. Lima, Lima: Univesidad de Lima.

Dong, H. e. (2019). *A Review on Synthesis and Engineering of Crystal Precursors Produced Via Coprecipitación for multicomponent Lithium-Ion battery Cathode materials*. Universidad de Virginia, Departamento de ingeniería química: CrystEngComm.

*Energías renovables* . (7 de diciembre de 2022). Obtenido de Energías Renovables: <https://www.energias-renovables.com/almacenamiento/los-precios-de-las-baterias-de-iones-20221207>

ENERGY, R. (14 de Abril de 2021). Obtenido de Recuperado 28 de enero de 2022: <https://www.rystadeenergy.com/newsevents/news/press-releases/millions-of-electric-vehicles-may-face-production-delays-from-2027-as-lithium-mining-capacity-lags/>

Gaete, A. J. (2017). *Plan de negocios para la manufactura de baterías de litio en Chile*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

Godiel, J. (2021). *La creciente demanda de las baterías de litio*. Lima, Silicon Technology: CITE energía.

González, A. (2021). *Estimación del costo promedio ponderado de capital (WACC) para servicios industriales*. Lima: CORPAC.

Jesam, A. (2017). *Plan de negocios para la manufactura de baterías de litio en Chile*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.



Ochoa, E. T. (2020). *Modelado de proceso de coprecipitación NMC como material catódico*. Obtenido de Anyflip, Reporte Metalúrgico: <https://anyflip.com/uuca/ihny/basic>

Reddy, M. v. (2020). Obtenido de Brief History of early Lithium-Battery Development. Materials: <https://doi.org/10.3390/ma13081884>

Schteingart, D. (Octubre de 2021). *Consejo para el cambio estructural- Ministerio de desarrollo productivo de la Nación*. Obtenido de Del litio a la batería: análisis del posicionamiento argentino .

Taquichiri, A. e. (2020). *Análisis técnico-económico de sistemas fotovoltaicos de gran potencia integrados con baterías de iones de litio para condiciones de gran altitud*. Revista ingeniería.

Victoria Fuentes. (5 de Abril de 2022). *Motor pasión*. Obtenido de Motor pasión: <https://www.motorpasion.com/futuro-movimiento/precio-paquetes-baterias-se-ha-desplomado-2010-catodo-sigue-siendo-parte-cara>

Benjumea, J. (2020). *Estudio de prefactibilidad sobre la implementación del uso de baterías de litio para equipos*. Medellín: Universidad EAFIT, Escuela de Administración, Maestría en Gerencia de proyectos.

Coquis, R. (2016). *Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta para la fabricación de celdas de electrolisis*. Lima, Lima: Univesidad de Lima.

Dong, H. e. (2019). *A Review on Synthesis and Engineering of Crystal Precursors Produced Via Coprecipitación for multicomponent Lithium-Ion battery Cathode materials*. Universidad de Virginia, Departamento de ingeniería química: CrystEngComm.

*Energías renovables* . (7 de diciembre de 2022). Obtenido de Energías Renovables: <https://www.energias-renovables.com/almacenamiento/los-precios-de-las-baterias-de-iones-20221207>

ENERGY, R. (14 de Abril de 2021). Obtenido de Recuperado 28 de enero de 2022: <https://www.rystadeenergy.com/newsevents/news/press-releases/millions-of-electric-vehicles-may-face-production-delays-from-2027-as-lithium-mining-capacity-lags/>

Gaete, A. J. (2017). *Plan de negocios para la manufactura de baterias de litio en chile*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

Godiel, J. (2021). *La creciente demanda de las baterias de litio*. Lima, Silicon Technology: CITE energía.

González, A. (2021). *Estimación del costo promedio ponderado de capital (WACC) para servicios industriales*. Lima: CORPAC.

Jesam, A. (2017). *Plan de negocios para la manufactura de baterías de litio en Chile*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

Ochoa, E. T. (2020). *Modelado de proceso de coprecipitacion NMC como material catodico*. Obtenido de Anyflip, Reporte Metalurgico: <https://anyflip.com/uuca/ihny/basic>

Reddy, M. v. (2020). Obtenido de Brief History of early Lithium-Battery Development. Materials: <https://doi.org/10.3390/ma13081884>

Schteingart, D. (Octubre de 2021). *Consejo para el cambio estructural- Ministerio de desarrollo productivo de la Nación*. Obtenido de Del litio a la batería: análisis del posicionamiento argentino .

Taquichiri, A. e. (2020). *Análisis técnico-económico de sistemas fotovoltaicos de gran potencia integrados con baterías de iones de litio para condiciones de gran altitud*. Revista ingeniería.

Victoria Fuentes. (5 de Abril de 2022). *Motor pasion*. Obtenido de Motor pasion: <https://www.motorpasion.com/futuro-movimiento/precio-paquetes-baterias-se-ha-desplomado-2010-catodo-sigue-siendo-parte-cara>

Aranda, I. (2019). La planta de baterías de litio en Bolivia: de la caja negra a la apertura del paquete tecnológico. *Revista de Ciencias Sociales*, 10(36), 57-74. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional. Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes

<http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/3519>

*Nieto E., Andrea. (2017). Universidad de Chile. (Chile). "Plan de negocios para la manufactura de baterías de litio en Chile."*

*Atencio Ravello., Edgar Bryan et.al. (2021) Universidad de Lima. (Perú). Estudio de prefactibilidad de una empresa productora de hidróxido de litio a base de carbonato de litio*

## 23. ANEXOS

**Anexo 1:** planilla de cálculo (Schteingart, 2021) (Benjumea, 2020) para evaluar la capacidad de voltaje, amperaje y capacidad de almacenaje de energía del pack de batería

Equipamento	Potencia máxima	1.000 W	
	Potencia média	300 W	
	Tensão Nominal	12,8 V	
	Tensão máxima	17 V	
	Corrente máxima	5,0 A	
	Corrente média	23,4 A	
	Celula	Tensão nominal	3,7 V
		Tensão máxima	3,5 V
		Tensão mínima	2 V
		Capacidade	2600 mAh
Saída máxima		5.000 mA	
Celula		9,6 Wh	

- Para separar as casas decimais, use "virgula" e não "ponto"  
 - Visando proteger a planilha eu deixei algumas celulas bloqueadas. Caso Você queira editar, crie uma cópia para você.  
 - Peço para que não destrua as formulas protegidas, para que eu não seja obrigado a bloquear a planilha toda.  
 - Caso você tenha alguma dúvida, deixe nos comentários do video do YouTube:  
<https://youtu.be/AEz9T3bA5AE>

Opções de packs	Baterias em S	13	Baterias em S	13	Baterias em S	13	Baterias em S	13	Baterias em S	13
	Baterias em P	8	Baterias em P	9	Baterias em P	10	Baterias em P	11	Baterias em P	12
	Total de baterias	104	Total de baterias	117	Total de baterias	130	Total de baterias	143	Total de baterias	156
	Tensão nominal	48,1 V	Tensão nominal	48,1 V	Tensão nominal	48,1 V	Tensão nominal	48,1 V	Tensão nominal	48,1 V
	Tensão máxima	45,5 V	Tensão máxima	45,5 V	Tensão máxima	45,5 V	Tensão máxima	45,5 V	Tensão máxima	45,5 V
	Tensão mínima	26,0 V	Tensão mínima	26,0 V	Tensão mínima	26,0 V	Tensão mínima	26,0 V	Tensão mínima	26,0 V
	Capacidade pack	20,8 Ah	Capacidade pack	23,4 Ah	Capacidade pack	26,0 Ah	Capacidade pack	28,6 Ah	Capacidade pack	31,2 Ah
	Corrente máxima	40,0 A	Corrente máxima	45,0 A	Corrente máxima	50,0 A	Corrente máxima	55,0 A	Corrente máxima	60,0 A
	Pack	1.000 Wh	Pack	1.126 Wh	Pack	1.251 Wh	Pack	1.376 Wh	Pack	1.501 Wh
	Autonomia média	3,3 h	Autonomia média	3,8 h	Autonomia média	4,2 h	Autonomia média	4,6 h	Autonomia média	5,0 h

Opções de packs	Baterias em S	12	Baterias em S	12	Baterias em S	12	Baterias em S	12	Baterias em S	12
	Baterias em P	8	Baterias em P	9	Baterias em P	10	Baterias em P	11	Baterias em P	12
	Total de baterias	96	Total de baterias	108	Total de baterias	120	Total de baterias	132	Total de baterias	144
	Tensão nominal	44,4 V	Tensão nominal	44,4 V	Tensão nominal	44,4 V	Tensão nominal	44,4 V	Tensão nominal	44,4 V
	Tensão máxima	42,0 V	Tensão máxima	42,0 V	Tensão máxima	42,0 V	Tensão máxima	42,0 V	Tensão máxima	42,0 V
	Tensão mínima	24,0 V	Tensão mínima	24,0 V	Tensão mínima	24,0 V	Tensão mínima	24,0 V	Tensão mínima	24,0 V
	Capacidade pack	20,8 Ah	Capacidade pack	23,4 Ah	Capacidade pack	26,0 Ah	Capacidade pack	28,6 Ah	Capacidade pack	31,2 Ah
	Corrente máxima	40,0 A	Corrente máxima	45,0 A	Corrente máxima	50,0 A	Corrente máxima	55,0 A	Corrente máxima	60,0 A
	Pack	924 Wh	Pack	1.039 Wh	Pack	1.154 Wh	Pack	1.270 Wh	Pack	1.385 Wh
	Autonomia média	3,1 h	Autonomia média	3,5 h	Autonomia média	3,8 h	Autonomia média	4,2 h	Autonomia média	4,6 h

## Anexo 2: Cuadro de Valores Unitarios Oficiales de Edificación

para la costa – R.M 425 – 2022 - VIVIENDA

VALORES POR PARTIDAS EN SOLES POR METRO CUADRADO DE AREA TECHADA							
	ESTRUCTURAS		ACABADOS				INSTALACIONES ELECTRICAS Y SANITARIAS (7)
	MUROS Y COLUMNAS (1)	TECHOS (2)	PISOS (3)	PUERTAS Y VENTANAS (4)	REVESTIMIENTOS (5)	BAÑOS (6)	
<b>A</b>	ESTRUCTURAS LAMINARES CURVADAS DE CONCRETO ARMADO QUE INCLUYEN EN UNA SOLA ARMADURA LA CIMENTACIÓN Y EL TECHO, PARA ESTE CASO NO SE CONSIDERA LOS VALORES DE LA COLUMNA N°2	LOSA O ALIGERADO DE CONCRETO ARMADO CON LUCES MAYORES DE 6 M. CON SOBRECARGA MAYOR A 300 KG/M2	MARMOL IMPORTADO, PIEDRAS NATURALES IMPORTADAS, PORCELANATO.	ALUMINIO PESADO CON PERFILES ESPECIALES MADERA FINA ORNAMENTAL (CAOBA, CEDRO O PINO SELECTO) VIDRIO INSULADO. (1)	MARMOL IMPORTADO, MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) BALDOSA ACÚSTICO EN TECHO O SIMILAR.	BAÑOS COMPLETOS (7) DE LUJO IMPORTADO CON ENCHAPE FINO (MÁRMOL O SIMILAR)	AIRE ACONDICIONADO, ILUMINACIÓN ESPECIAL, VENTILACIÓN FORZADA, SIST. HIDRONEUMÁTICO, AGUA CALIENTE Y FRÍA, INTERCOMUNICADOR, ALARMAS, ASCENSOR, SISTEMA BOMBEO DE AGUA Y DESAGUE.(5) TELÉFONO.
	<b>651.42</b>	<b>338.72</b>	<b>240.34</b>	<b>257.10</b>	<b>324.44</b>	<b>115.06</b>	<b>410.02</b>
<b>B</b>	COLUMNAS, VIGAS Y/O PLACAS DE CONCRETO ARMADO Y/O METÁLICAS.	ALIGERADOS O LOSAS DE CONCRETO ARMADO INCLINADAS	MARMOL NACIONAL O RECONSTITUIDO, PARQUET FINO (OLIVO, CHONTA O SIMILAR), CERÁMICA IMPORTADA MADERA FINA.	ALUMINIO O MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) DE DISEÑO ESPECIAL, VIDRIO TRATADO POLARIZADO (2) Y CURVADO, LAMINADO O TEMPLADO	MARMOL NACIONAL, MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) ENCHAPES EN TECHOS.	BAÑOS COMPLETOS (7) IMPORTADOS CON MAYÓLICA O CERÁMICO DECORATIVO IMPORTADO.	SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA POTABLE, ASCENSOR TELÉFONO, AGUA CALIENTE Y FRÍA.
	<b>387.55</b>	<b>232.87</b>	<b>200.40</b>	<b>227.52</b>	<b>259.12</b>	<b>82.20</b>	<b>241.16</b>
<b>C</b>	PLACAS DE CONCRETO E=10 A 15 CM ALBAÑILERÍA ARMADA, LADRILLO O SIMILAR CON COLUMNAS Y VIGAS DE AMARRE DE CONCRETO ARMADO	ALIGERADO O LOSAS DE CONCRETO ARMADO HORIZONTALES.	MADERA FINA MACHIHEMBADA TERRAZO.	ALUMINIO O MADERA FINA (CAOBA O SIMILAR) VIDRIO TRATADO POLARIZADO. (2) LAMINADO O TEMPLADO	SUPERFICIE CARAVISTA OBTENIDA MEDIANTE ENCOFRADO ESPECIAL, ENCHAPE EN TECHOS.	BAÑOS COMPLETOS (7) NACIONALES CON MAYÓLICA O CERÁMICO NACIONAL DE COLOR.	IGUAL AL PUNTO "B" SIN ASCENSOR.
	<b>281.18</b>	<b>162.96</b>	<b>129.68</b>	<b>166.00</b>	<b>214.46</b>	<b>53.67</b>	<b>179.45</b>
<b>D</b>	LADRILLO, SILLAR O SIMILAR, SIN ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO, DRYWALL, O SIMILAR INCLUYE TECHO (6)	CALAMINA METÁLICA FIBROCEMENTO SOBRE VIGUERÍA METÁLICA.	PARQUET DE 1cm., LAJAS, CERÁMICA NACIONAL, LOSETA VENECIANA 40x40, PISO LAMINADO.	VENTANAS DE ALUMINIO PUERTAS DE MADERA SELECTA, VIDRIO TRATADO TRANSPARENTE (3)	ENCHAPE DE MADERA O LAMINADOS, PIEDRA O MATERIAL. VITRIFICADO.	BAÑOS COMPLETOS (7) NACIONALES BLANCOS CON MAYÓLICA BLANCA.	AGUA FRÍA, AGUA CALIENTE, CORRIENTE TRIFÁSICA, TELÉFONO.
	<b>259.72</b>	<b>110.32</b>	<b>106.33</b>	<b>97.36</b>	<b>164.04</b>	<b>32.83</b>	<b>101.68</b>
<b>E</b>	ADOBE, TAPAL O QUINCHA	MADERA CON MATERIAL IMPERMEABILIZANTE	PARQUET DE 2da. LOSETA VENECIANA 30x30 LAJAS DE CEMENTO CON CANTO RODADO.	VENTANAS DE FIERRO PUERTAS DE MADERA SELECTA (CAOBA O SIMILAR) VIDRIO SIMPLE TRANSPARENTE (4)	SUPERFICIE DE LADRILLO CARAVISTA.	BAÑOS CON MAYÓLICA BLANCA PARCIAL.	AGUA FRÍA, AGUA CALIENTE, CORRIENTE MONOFÁSICA, TELÉFONO.
	<b>203.89</b>	<b>50.65</b>	<b>87.94</b>	<b>74.37</b>	<b>136.47</b>	<b>16.10</b>	<b>56.59</b>
<b>F</b>	MADERA (ESTORAQUE, PUMAQUIRO, HUAYRURU, MACHINGA, CATAHUA AMARILLA, COPAIBA, DIABLO FUERTE, TORNILLO O SIMILARES) DRY WALL, O SIMILAR (SIN TECHO)	CALAMINA METÁLICA FIBROCEMENTO O TEJA SOBRE VIGUERÍA DE MADERA CORRIENTE.	LOSETA CORRIENTE, CANTO RODADO, ALFOMBRA	VENTANAS DE FIERRO O ALUMINIO INDUSTRIAL, PUERTAS CONTRAPLACADAS DE MADERA (CEDRO O SIMILAR), PUERTAS MATERIAL MDF o HDF, VIDRIO SIMPLE TRANSPARENTE (4)	TARRAJEO FROTACHADO Y/O YESO MOLDURADO, PINTURA LAVABLE.	BAÑOS BLANCOS SIN MAYÓLICA.	AGUA FRÍA, CORRIENTE MONOFÁSICA, TELÉFONO
	<b>127.14</b>	<b>40.46</b>	<b>71.82</b>	<b>57.51</b>	<b>81.38</b>	<b>13.68</b>	<b>36.78</b>
<b>G</b>	PIRCADO CON MEZCLA DE BARRO.	SIN TECHO	LOSETA VINÍLICA, CEMENTO BRUÑADO COLOREADO, TAPIZÓN.	MADERA CORRIENTE CON MARCOS EN PUERTAS Y VENTANAS DE PVC O MADERA CORRIENTE	ESTUCADO DE YESO Y/O BARRO, PINTURA AL TEMPLE O AGUA.	SANITARIOS BASICOS DE LOSA DE 2da. FIERRO FUNDIDO O GRANITO.	AGUA FRÍA, CORRIENTE MONOFÁSICA SIN EMPOTRAR.
	<b>74.91</b>	<b>0.00</b>	<b>53.72</b>	<b>33.89</b>	<b>60.45</b>	<b>9.40</b>	<b>21.67</b>
<b>H</b>			CEMENTO PULIDO, LADRILLO CORRIENTE, ENTABLADO CORRIENTE.	MADERA RÚSTICA.	PINTADO EN LADRILLO RÚSTICO, PLACA DE CONCRETO O SIMILAR.	SIN APARATOS SANITARIOS.	SIN INSTALACION ELECTRICA NI SANITARIA.
	<b>****</b>	<b>****</b>	<b>29.03</b>	<b>16.94</b>	<b>24.18</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>I</b>			TERRA COMPACTADA	SIN PUERTAS NI VENTANAS.	SIN REVESTIMIENTOS EN LADRILLO, ADOBE O SIMILAR.		
	<b>****</b>	<b>****</b>	<b>6.39</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>****</b>	<b>****</b>

EN DIVISION ADMINISTRATIVA EL VALOR DEL M2 EN EL A BARRIO DEL CERRO