

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA PROYECTO DE SUSTENTABILIDAD
ENERGÉTICA A TRAVÉS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA MEDIANTE TECNOLOGÍA PIEZOELÉCTRICA**

Trabajo de Titulación para optar al Título Profesional
de Ingeniero de Ejecución en GESTIÓN INDUSTRIAL

Alumno:

Elías Daniel Henríquez Henríquez

Profesor Guía:

➤ Dr. Ing. Cristián Ahumada Vera

2023

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

Perseguir tus sueños, estudiar, trabajar, formar una familia, dedicarles tiempo a tus padres, tus hobbies, todo se resume en una conjetura: *“Cuánto estás dispuesto a sacrificar”* y es que, cuando hablamos de desarrollo personal y profesional, siempre debemos tener presente nuestras prioridades donde una primará sobre otra y es ahí donde reside el valor del sacrificio, cuánto estoy dispuesto a dejar de hacer con mi tiempo para perseguir mis sueños y objetivos. Por supuesto jamás he estado solo en este camino y es aquí donde quiero agradecer, además de dedicar todo mi sacrificio, a mi futura familia con mi pareja Carolina Poblete Rojas.

Por otra parte, el infinito amor y respeto que tengo hacia mis padres; por un lado mi Madre, Maritza Henríquez quien, hasta el día de hoy, me ha colmado con su ternura, comprensión y empatía, donde me ha enseñado el valor de las acciones; por otro lado, mi Padre, Gustavo Henríquez, que se ha encargado de guiarme y alumbrar mi camino profesional, de la mano del respeto, el profesionalismo y una fuerte ética profesional; les agradezco infinitamente a ambos, pues sin ellos, estaría muy lejos de ser la persona que soy Hoy.

“El valor de un hombre reside en cuánto es capaz de dar sin recibir nada a cambio”

RESUMEN

KEY WORDS: SUSTENTABILIDAD ENERGÉTICA – TECNOLOGÍA PIEZOELÉCTRICA – CONSUMO – ENERGÍAS RENOVABLES – SCHNEIDER ELECTRIC

El presente estudio lleva por título “Estudio de prefactibilidad técnica y económica para proyecto de sustentabilidad energética a través de generación eléctrica mediante tecnología piezoeléctrica”, que tiene como objetivo principal reducir el consumo de energía de la red proporcionada por la Empresa de distribución (Enel Distribución).

En el Capítulo 1; “Diagnóstico y metodología de evaluación”: se da a conocer el proyecto, los objetivos propuestos, los impactos que tendrá su realización al ser ejecutado, se analiza la situación con y sin proyecto, los criterios y la estructura para su evaluación. Se Plantea Por qué ejecutar este proyecto y qué beneficios se tendrán.

En el Capítulo 2; “Análisis de prefactibilidad de mercado” se detalla el estudio de mercado, oferta y demanda, además de describir las condiciones en las que será aplicado el proyecto en cuestión. Este análisis considera el mercado de generación eléctrica en chila y la participación de energías renovables no convencionales (ERNNC).

Durante el Capítulo 3; “Análisis de prefactibilidad técnica” se evaluarán las diferentes condiciones técnicas y de recursos, considerando el personal especialista necesario para desarrollar de manera eficaz el proyecto y los diferentes medios digitales, herramientas o equipos para lograrlo. En este punto, además, se define una inversión en activos fijos e imprevistos por un total de UF 183,3.

El Capítulo 4; “Análisis de prefactibilidad administrativa, legal, societaria, tributaria, financiera y ambiental” considera la evaluación de todos los aspectos que influyen o podrían influir, tanto de manera positiva como negativa en el estudio del presente proyecto.

En el capítulo 5, se realizará la evaluación económica y financiera; en la tabla a continuación, se puede observar las diferentes variables obtenidas con un financiamiento del 75%, siendo esta la mejor oportunidad de negocio obtenida a través del flujo de caja

FINANCIAMIENTO 75%			
VAN	TIR	PRI	IVAN
316	154,4%	2	6,88

Finalmente, serán señaladas las conclusiones del presente estudio además de la bibliografía con su fuente, que fue utilizada como referencia.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO 1: DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1.1.	DIAGNÓSTICO	4
1.1.1.	Antecedentes generales y específicos del proyecto	4
1.1.2.	Objetivos del proyecto	5
1.1.3.	Antecedentes generales	6
1.1.4.	Antecedentes específicos	7
1.1.5.	Contexto de desarrollo del proyecto	8
1.1.6.	Tamaño del proyecto	9
1.1.7.	Impactos relacionados con el proyecto	9
1.2.	METODOLOGÍA	10
1.2.1.	Definición de la situación sin proyecto	10
1.2.2.	Definición de la situación con proyecto	11
1.2.3.	Análisis de separabilidad	15
1.2.4.	Métodos para medición de beneficios y costos	16
1.2.4.1.	Costos del proyecto	17
1.2.5.	Indicadores	17
1.2.6.	Criterios de evaluación	21
1.2.7.	Estructura de evaluación del proyecto	22

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO

2.1.	Definición del producto	25
2.2.	Análisis de demanda actual y futura	26
2.3.	Variables que afectan la demanda	30
2.4.	Análisis de la oferta actual y futura	31
2.5.	Análisis FODA panel piezoeléctrico en Schneider Electric	35
2.6.	Comportamiento del mercado	36
2.7.	Determinación de niveles de precios y proyecciones	38
2.8.	Análisis de localización	39

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA

3.1.	Descripción y selección del proceso	46
3.2.	Diagrama de flujo del Proceso de Fabricación prototipo	46
3.3.	Balance de masa y energía	47
3.4.	Selección de equipos	48
3.4.1.	Análisis de equipo computacional	48
3.4.2.	Análisis de mobiliario	50
3.4.3.	Análisis de telefonía móvil e internet	51
3.4.4.	Análisis de adquisición de softwares	52
3.4.5.	Proyectos complementarios	53
3.4.6.	Lay Out	53
3.4.7.	Determinación de insumos	55
3.4.8.	Consumos de energía	55
3.4.9.	Programa de trabajo, turnos y gastos del personal	55
3.4.10.	Inversiones en equipos y edificaciones	56

3.4.11.	Inversiones en capital de trabajo	56
3.4.12.	Costos de instalación y puesta en marcha	56
3.4.13.	Costos de Imprevistos	57
3.4.14.	Resumen de Inversiones	57

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD ADMINISTRATIVA, LEGAL, SOCIETARIA, TRIBUTARIA, FINANCIERA Y AMBIENTAL

4.1.	Administrativa	59
4.1.1.	Personal	59
4.1.2.	Estructura organizacional	60
4.1.3.	Sistema de información administrativos	61
4.1.4.	Personal administrativo	61
4.1.5.	Costos del personal	62
4.2.	Legal	62
4.2.1.	Marco legal vigente nacional e internacional	62
4.2.2.	Políticas de desarrollo industrial	65
4.2.3.	Aspectos legales del giro del proyecto	65
4.2.4.	Incentivos	66
4.2.5.	Aspectos laborales	66
4.2.6.	Costos asociados al cumplimiento legal vigente	66
4.3.	Societaria	67
4.3.1.	Relación entre inversionistas	67
4.3.2.	Estructura societaria	67
4.3.3.	Estimación de costos para formar estructura societaria	
4.4.	Tributaria	68
4.4.1.	Sistema tributario	68

4.4.2.	Mecanismo para determinar gastos e impuestos	68
4.5.	Financiera	69
4.5.1.	Fuentes de financiamiento	69
4.5.2.	Inversionistas	69
4.5.3.	Instituciones crediticias	70
4.5.4.	Costos de financiamiento	70
4.6.	Ambiental	70
4.6.1.	Impacto ambiental	71
4.6.2.	Marco legal vigente	71
4.6.3.	Análisis de afluentes	71
4.6.4.	Ajustes a la norma	71

CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

5.1.	Evaluación económica	74
5.2.	Consideraciones	74
5.2.1.	Horizonte de evaluación del proyecto	74
5.2.2.	Tasa de descuento	74
5.2.3.	Moneda	76
5.2.4.	Impuestos	76
5.2.5.	Valor residual	76
5.2.6.	Depreciaciones	77
5.2.7.	Reinversiones	78
5.2.8.	Análisis de riesgo	78
5.3.	Proyecto puro	79
5.4.	Proyecto financiamiento externo al 25%	81
5.5.	Proyecto financiamiento externo al 50%	83

5.6.	Proyecto financiamiento al 75%	85
5.7.	Sensibilización	88
5.7.1.	Sensibilización ingresos	88
5.7.2.	Sensibilización costos	89
	CONCLUSIONES	91
	BIBLIOGRAFIA	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1	Diseño de disco piezoeléctrico	13
Figura 1-2	Características técnicas y traducción	14
Figura 1-3	Diseño de panel piezoeléctrico	15
Figura 2-1	Matriz energética primaria en Chile, 2019	31
Figura 2-2	Densidad de potencia (W) en función de la Tensión (V)	32
Figura 2-3	Análisis FODA panel piezoeléctrico Schneider Electric	36
Figura 2-4	Diagrama de flujo interno para implementación del proyecto	35
Figura 2-5	Capacidad instalada en MW según tipo de energía, Chile 2021	38
Figura 2-6	Límites comuna de Quilicura.	42
Figura 2-7	Cañaveral 32, Quilicura, planta Schneider Electric ex marisio.	42
Figura 3-1	Proceso de fabricación de prototipo	46
Figura 3-2	Notebook corporativo para ingeniería	49
Figura 3-3	Monitor corporativo para ingeniería	49
Figura 3-4	Escritorio home office ikea	50
Figura 3-5	Silla home office ikea	51
Figura 3-6	Teléfono corporativo y plan de datos	51
Figura 3-7	Lay Out oficinas administrativas planta Quilicura	54
Figura 3-8	Lay Out oficinas administrativas MUT	54
Figura 4-1	Organigrama de proyecto	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1	Costo mensual por KWH consumido durante entre enero y diciembre del año 2022.	10
Tabla 2-1	Proyección de ahorro horizonte del proyecto	30
Tabla 2-2	Ahorro mensual por KWH proyectado con 5% de ahorro al 2025	41
Tabla 3-1	Resumen de activos fijos	56
Tabla 5-1	Cálculo valor residual	77
Tabla 5-2	Depreciación de activos	77
Tabla 5-3	Inflación media IPC últimos 10 años	79
Tabla 5-4	Flujo de caja puro	80
Tabla 5-5	Indicadores financiamiento puro	81
Tabla 5-6	Amortización financiamiento al 25%	81
Tabla 5-7	Flujo de caja financiamiento al 25%	82
Tabla 5-8	Indicadores financiamiento al 25%	83
Tabla 5-9	Amortización financiamiento al 50%	84
Tabla 5-10	Flujo de caja financiamiento al 50%	84
Tabla 5-11	Indicadores financiamiento al 50%	85
Tabla 5-12	Amortización financiamiento al 75%	86
Tabla 5-13	Flujo de caja financiamiento al 75%	86
Tabla 5-14	Indicadores financiamiento al 75%	87
Tabla 5-15	Resumen de financiamiento	88
Tabla 5-	Sensibilización VAN según ingresos	88

16

Tabla 5- Sensibilización VAN según egresos

90

17

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico	Demanda de energía eléctrica período 2022	26
2-1		
Gráfico2-	Consumo máximo 2022 VS valor libre y regulado.	27
2		
Gráfico	Crecimiento oferta energía fotovoltaica	33
2-3		
Gráfico	Capacidad instalada en MW según tipo de energía, Chile 2021	38
2-4		
Gráfico	Generación de electricidad en base a energía solar (GWH), 2000 -2020.	39
2-5		
Gráfico	Variación VAN según ingresos	89
5-1		
Gráfico	Variación VAN según egresos	90
5-2		

INTRODUCCIÓN

¿Es la electricidad una de las fuentes de energía más imprescindibles en nuestra vida cotidiana? Por supuesto que sí. En las diferentes sociedades actuales que podamos conocer, la electricidad es fundamental para cumplir con nuestras tareas rutinarias, tanto personales, como laborales; desde hacer café a, incluso, mover toneladas de pasajeros a través de las redes de Metro; suministrar energía para sistemas de iluminación, almacenamiento de datos y equipamiento médico; sin embargo, la electricidad está muy lejos de ser infinita y, su aplicación, considerará valores más altos cada vez. Esto se debe a que, las diferentes metodologías de generación que se utilizan no están siendo suficientes para suministrar energía limpia; a su vez, las largas distancias, pueblos inhóspitos y también grandes ciudades limitan el sistema transmisión de energía eléctrica, influyendo directamente en los valores de esta misma.

Diferentes soluciones energéticas han sido estudiadas e implementadas en las últimas décadas y, en este sentido, hay 2 que predominan fuertemente el mercado de generación en Chile: Solar Fotovoltaica y Eólica. Ambas aportan al sistema SEN (Sistema Eléctrico Nacional) un porcentaje de participación muy alto, correspondiente al 62%, donde un 24,1% es proporcionado por la Generación Solar Fotovoltaica y un 13% por Generación Eólica¹. Esta energía, a través del SEN es transmitida a lo largo de todo el país, donde las regiones de Antofagasta, Bío-Bío, Valparaíso y Región Metropolitana concentran los mayores consumos de energía eléctrica.

Es preciso señalar que, sólo en la Región Metropolitana el consumo promedio por cliente residencial es de 205kWH/Mes, considerando una cuota final de clientes que llega a los 2.666.483. Por otra parte, se debe considerar que solo en dicha región existen 9.822 clientes “libres” quienes, por la cantidad de potencia demandada, tiene la facultad de negociar valores y

¹ Información extraída de: <https://generadoras.cl/generacion-electrica-en-chile>

consumos con la empresa distribuidora²; esto les permite un mayor poder de negociación, además de una flexibilidad en su consumo.

Esta gran demanda de energía supone una gran inversión de recursos económicos mes a mes y es, por tanto, que nace la necesidad de optimizar estos consumos; cabe señalar que, casi la totalidad de los procesos productivos requieren del consumo de energía eléctrica, sin embargo, ¿Qué sucedería si empleamos nuevas tecnologías que permitan generar energía de manera limpia, autónoma y que pueda ser almacenada, además de reducir costos por consumo en las redes de distribución en un largo plazo?

Con estos antecedentes generales, se busca evaluar la prefactibilidad técnica y económica de la implementación de tecnología piezoeléctrica para generar energía eléctrica, considerando el sector industrial cómo mercado principal.

La generación a través de tecnología piezoeléctrica se basa en los fundamentos de polarización de ciertos elementos semiconductores o cristales que, al ser sometidos a una tensión mecánica, aparece una “diferencia de potencial” (Voltaje), además de cargas eléctricas (Corriente). Con esto se busca diseñar un “panel” que permita generar electricidad, considerando el desplazamiento de las personas (Tensión mecánica) y un sistema de almacenamiento, en primera instancia. Dado que la energía generada en estos sistemas es de corriente continua, su implementación podría ser directa para los sistemas que requieren este tipo de corriente tales como: Sistemas de alumbrado, alumbrados de emergencia, sistemas de alarma, señales, equipos electrónicos de baja potencia, entre otros. Cabe señalar que, todos estos sistemas, artefactos, equipos electrónicos o productos donde se pueda emplear esta mejora, son o podrían ser producidos por Schneider Electric.

² Información extraída de: <https://energiaregion.cl/region/RM>

CAPÍTULO 1: DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

En este capítulo, se analizará con mayor detalle situación actual de la empresa Schneider Electric S.A, ubicada en la Región Metropolitana, quienes mantienen una planta de producción ubicada en Quilicura, Santiago, donde destaca un altísimo consumo de energía eléctrica. Por otra parte, establecer una metodología de evaluación a utilizar para realizar este estudio.

1.1. DIAGNÓSTICO

1.1.1. ANTECEDENTES GENERALES Y ESPECÍFICOS DEL PROYECTO

Schneider Electric es una compañía francesa que se fundó durante la Primera Revolución industrial y que hoy en día opera a nivel mundial fabricando diversos artefactos eléctricos, controles para sistemas electrónicos de potencia, almacenamiento de energía, servicios de instalación y mantenimiento de sus propios equipos, además de gestión inmobiliaria.

En Santiago de Chile cuenta con una de sus plantas de producción más grandes a nivel nacional, esta se encuentra ubicada en Av. Cañaveral N°32, Quilicura; esta planta cuenta con 5.500 m² y una capacidad de fabricación anual de 25 millones de piezas para instalaciones domiciliarias en baja tensión, más 350 equipamientos de baja y media tensión donde destacan: Tableros de control, Celdas de media tensión, sistemas inversores, rectificadores, entre otros. En ella también se concentrará el almacenamiento y manejo de cadena logística, donde se incluye el armado de equipos, integración de tableros y productos, además de su packaging para exportación.

La operación de esta planta es de vital importancia para el *Suth Andean Cluster*, donde aproximadamente el 50% de la producción en Chile será destinada a sus filiales en Sudamérica, donde destacan Argentina, Brasil, Colombia, Perú y México.

De esta manera, si se considera la envergadura de sus instalaciones donde principalmente se puede observar una superficie superior a media hectárea y una producción

estimada superior a las 25 millones de unidades al año, se puede inferir que su consumo de energía eléctrica es muy alto, sin embargo, Schneider Electric se ha certificado, a través de la consultora PWC cómo “Cero CO2” donde se consagra cómo una Compañía con Cero emisiones de CO2 en sus procesos y, donde a través de un sistema digital interno, se monitorea el consumo de energía que es 100% renovable, proporcionada por la empresa Enel Distribución. Asimismo, durante el año 2022, la planta Quilicura de Schneider Electric fue calificada como *Waste to Resource*, dado su compromiso con el reciclaje y excelencia en la gestión de residuos, logrando que, al menos un 99% de los recursos puedan ser reutilizados, evitando su destino en vertederos.

Con esta información sobre la mesa, el siguiente paso apunta la Autogeneración a través de tecnología piezoeléctrica, con el fin de alcanzar la sustentabilidad y autonomía energética en el largo plazo, de esta manera se espera obtener una mejor rentabilidad en los procesos, considerando que, a través de su propia generación, podrá reducir los costos asociados al suministro de electricidad proporcionada por Enel Distribución.

1.1.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los objetivos corresponden al desarrollo y aplicación de este sistema de sustentabilidad energética.

1.1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar la prefactibilidad técnica y económica para la implementación de tecnología piezoeléctrica para la planta de producción Schneider Electric Quilicura.

1.1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar y evaluar los recursos necesarios (Tanto técnicos, como humanos) para el estudio de un generador piezoeléctrico, aplicable en las instalaciones de Schneider

Electric que permita rentabilizar los procesos internos a través de una reducción en los costos asociados al consumo de energía eléctrica.

- Proponer un diseño integral que permita la aplicación del prototipo en conjunto de sistemas de respaldos de energía para verificar funcionamiento y aplicabilidad.
- Demostrar viabilidad del proyecto en distintos estudios.

1.1.3. Antecedentes Generales

Considerando la demanda eléctrica requerida por Schneider Electric en su planta Quilicura, este proyecto pretende introducir en la organización una mejora, respecto de las necesidades energéticas y sus consumos para los procesos que trabaja. A su vez y, considerando las políticas internas respectivas del Medioambiente y eficiencia energética, el proyecto también busca aportar al desarrollo de estos temas. La energía eléctrica se ha transformado en una energía vital durante las últimas décadas, debido a esto, año a año aumenta su demanda, tanto en sistemas domiciliarios como en sistemas industriales; dicho esto, se hacen necesarios sistemas de generación independientes, que puedan ser aplicados de manera libre por los consumidores, bajo esta premisa es que nace un concepto de “Generación por tecnología piezoeléctrica” que busca generar electricidad utilizando la energía mecánica (presión) que ejercen los pies al contacto con el piso.

Durante el la evaluación del presente estudio, se evidencia la importancia de las energías renovables no convencionales y, considerando que estas se encuentran con una proyección significativa, se hacen insuficientes al momento de su aplicación, dado que, tal es sabido que los parques eólicos y solares requieren grandes espacios abiertos y ubicaciones geográficas con características que faciliten su implementación, por lo que su aplicación se limita a estas condiciones; la necesidad de desarrollar nuevas tecnologías y que permitan ser más eficientes, respecto del espacio, dimensiones y capacidad que pueden generar, hace que el estudio del fenómeno piezoeléctrico se vea cómo una tecnología con potencial de explotación para generar electricidad, siempre considerando que será utilizado en lugares con una afluencia de público importante, flujo vehicular constante o sistemas de almacenamiento.

1.1.4. Antecedentes Específicos

De la información proporcionada por el área de Sustentabilidad y HSE de Schneider Electric, se ha evidenciado un alto consumo de electricidad y, con ello, una alta fluctuación en la factura mensual de estos servicios, por lo que se hace indispensable un apoyo energético que permita reducir estos costos a través de un sistema de generación independiente.

Como se vio anteriormente, Schneider Electric es una empresa que logra reciclar hasta el 99% de sus recursos; con estos antecedentes y valores ambientales, es posible considerar dichos recursos reciclados para la implementación de nuevos paneles de generación eléctrica.

Aplicando estas características al área comercial, las mismas representan cualidades únicas vs sus competidores en el mercado, permitiendo desarrollar una ventaja competitiva, logrando una mejor diferenciación, a través de dichas cualidades. Por otra parte, se espera:

- **Reducción de costos;** estos respecto de los consumos asociados a energía eléctrica en sus procesos, haciéndolos más eficientes y sustentables.
- **Aporte al medioambiente;** con el desarrollo del prototipo, se espera lograr reutilizar diversos tipos de materiales para emplearlos como recursos en la fabricación de los paneles con tecnología piezoeléctrica.
- **Nuevos mercados;** Schneider Electric predomina y destaca en las áreas de Servicios (Instalación, mantenimiento y programación de sus propios sistemas de potencia), fabricación de productos y gestión inmobiliaria, sin embargo, este nicho muy poco explorado que es la generación piezoeléctrica, le permite ser pioneros un mercado casi inexistente en esta parte del globo.
- **Independencia energética;** en el largo plazo y, considerando que estos proyectos sean exitosos, además de rentables, se podrá desarrollar un plan de independencia energética, donde todo el consumo de electricidad requerido para los diversos procesos de la empresa sea proporcionado por la misma, sin la participación o sujeción de terceros.

1.1.5. Contexto de desarrollo del proyecto

Respecto de la cantidad de recursos energéticos que requieren los procesos de Schneider Electric, el proyecto considera, únicamente, la optimización y eficiencia de los consumos eléctricos, de los cuales cabe destacar que:

- El consumo promedio de electricidad al año 2022 por la planta ubicada en Quilicura corresponde a 109.495 KW/H al mes y, los costos asociados a dicho consumo ascienden a 9.866.668 pesos chilenos al mes.³
- Respecto de los consumos mencionados anteriormente, Schneider Electric forma parte de los clientes “Libres” de Enel Distribución, esto quiere decir que, se determina un consumo promedio máximo al año y se fija una tarifa por cada KW/H consumido, de esta forma, si durante un año no se logró comprometer la cuota máxima solicitada por Schneider, se cobra sólo el consumo registrado, por otra parte, si requiere consumir más energía de la que había solicitado, podrá negociar el valor del KW/H con Enel distribución. Esto representa una gran ventaja para manejar sus costos anualmente, considerando que tienen la posibilidad de negociar las tarifas cada vez que sea necesario y según su demanda energética.
- Finalmente, se debe considerar el factor ambiental que, en la actualidad, se han firmado grandes compromisos entre entidades internacionales para reducir la huella de carbono y el consumo de combustibles fósiles para la utilización de energías. Gran parte de la población ignora que su electricidad es generada a partir de mecanismos impulsados por diferentes combustibles, tales como: Gas, carbón, diésel, entre otros y estos dan origen a diversos conflictos ambientales; debido a este motivo es que cada vez se busca invertir y desarrollar nuevas tecnologías que permitan generación de electricidad a

³ Información proporcionada por el área de Sustentabilidad y HSE Schneider Electric; "Anexo 1 Energy PS".

través de procesos “Limpios”, menos invasivos con la flora y fauna; además que no deterioren o afecten, de alguna forma, la salud de las personas y el medioambiente.

1.1.6. Tamaño del Proyecto

El tamaño del proyecto estará definido por la cantidad de requerimientos y recursos asociados al estudio, desarrollo e implementación de los paneles destinados a generar electricidad.

En principio, se busca desarrollar un panel que tenga la capacidad de generar 220 V y 10 A, donde se pondrá en práctica diferentes consumos y actividades domiciliarias para estudio; si los resultados son alentadores, considerando una aplicación exitosa y estimando una inversión atractiva, se podrá evaluar su factibilidad para aplicar en sistemas que requieran mayores consumos (en cuanto a potencia) y aplicaciones industriales; por otra parte, se podrá considerar su aplicación para generar electricidad y ser almacenada en diferentes tipos de bancos de baterías, unidades de almacenamiento y unidades de respaldo ininterrumpidas (UPS), las cuales podrían ser utilizadas para garantizar la continuidad de diferentes servicios, por ejemplo: cuando la red no logre suministrar la energía necesaria o exista algún tipo de Blackout, donde, en dicho caso, se busca mantener los servicios generales básicos en funcionamiento, además de comunicación, sistemas de alarma o control industrial.

1.1.7. Impactos relacionados con el proyecto

Los principales beneficiados del proyecto serán, en primera instancia, Schneider Electric, quienes formarán parte del desarrollo y prototipo inicial de los paneles piezoeléctricos; posteriormente, estos podrían ser comercializados en el mercado y aplicados en sistemas domiciliarios (Usuarios convencionales). Por otra parte, se espera lograr un:

- **Impacto Ambiental**

- Implementar un nuevo sistema de generación eléctrica que permita la sustentabilidad autónoma de quien desee utilizarla.
- Demostrar que se puede lograr una generación “limpia”, en términos medioambientales” que no afecten el progreso tecnológico.
- Crear consciencia. Frente a la competencia, sobre la evolución a sistemas menos invasivos con el medioambiente, donde se pueden aplicar diferentes metodologías de reciclaje y economía circular.

- **Impacto Económico**

- Se podrán reducir los costos, en cuanto a demanda de energía, suministrada por Enel Distribución, permitiendo la inversión e implementación de nuevos recursos en desarrollar las tecnologías necesarias para el uso de generadores piezoeléctricos.
- Implementar un nuevo sistema de tecnología, en conjunto a todos los elementos electrónicos para su aplicación, abriendo nuevas oportunidades de mercado y adquiriendo una nueva ventaja competitiva.
- Aplicación de un plan integrado que considera la reutilización de recursos para optimizar los objetivos respectivos de la implementación de economía circular.

- **Impacto Tecnológico**

- Aplicación y desarrollo de nuevas tecnologías para la generación de energía eléctrica libre de CO₂.
- Reducción de la demanda eléctrica en la Planta de Schneider Electric respecto de la empresa de distribución Enel.
- Evaluación, avance e integración de nuevos procesos productivos implementado nuevas tecnologías y diseño de ingeniería.

1.2. METODOLOGÍA

1.2.1. DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN SIN PROYECTO

A pesar del gran compromiso ambiental adquirido por Schneider Electric, el consumo de energía eléctrica representa uno de los mayores recursos necesarios y destinados a sus servicios, producción general y trabajos administrativos que, entre otras cosas, significan una gran demanda eléctrica.

Durante el año 2022, se identificó un consumo de: 1.313.944 MWH/Año, según el siguiente detalle (Ver Tabla 1-1)

Tabla 1-1. Costo mensual por KWH consumido durante entre enero y diciembre del año 2022.

MES	N° de factura	KWH	Consumo acumulado	Monto Neto	Monto Total	Anual Total	Tarifa Libre CLP / Kwh	Tarifa regulada CLP/kWh 60.51
ene-22	76416	136.676	136.676	\$ 11.548.404	\$ 13.844.952	\$ 141.625.870	\$ 84,5	\$ 60,51
feb-22	77965	136.251	272.927	\$ 11.775.306	\$ 14.114.497		\$ 86,4	\$ 60,51
mar-22	80114	171.799	444.726	\$ 14.052.780	\$ 16.850.475		\$ 81,8	\$ 60,51
abr-22	82844	121.529	566.255	\$ 9.559.583	\$ 11.437.641		\$ 78,7	\$ 61,51
may-22	85167	123.913	690.168	\$ 10.285.880	\$ 12.303.145		\$ 83,0	\$ 61,51
jun-22	87235	96.117	786.285	\$ 9.171.235	\$ 10.962.596		\$ 95,4	\$ 62,51
jul-22	90067	109.636	895.921	\$ 9.251.580	\$ 10.962.596		\$ 84,4	\$ 62,51
ago-22	92385	124.300	1.020.221	\$ 10.352.280	\$ 12.382.357		\$ 83,3	\$ 63,51
sept-22	94576	100.901	1.121.122	\$ 9.037.997	\$ 10.806.474		\$ 89,6	\$ 63,51
oct-22	97093	61.474	1.182.596	\$ 7.326.014	\$ 8.749.186		\$ 119,2	\$ 64,51
nov-22	99326	111.936	1.294.532	\$ 10.813.016	\$ 12.924.365		\$ 96,6	\$ 65,51
dic-22	101406	19.412	1.313.944	\$ 5.225.940	\$ 6.287.586		\$ 269,2	\$ 65,51
Consumo / año		1.313.944						

Fuente: "Energy PS" Schneider electric, HSE.

Se puede observar que durante el año 2022 los costos asociados a energía eléctrica ascienden a \$141.625.870; se debe recordar que la Planta de producción mencionada en puntos anteriores mantiene un área superior a los 5.000 m².

Año a año, independiente del contrato que se mantenga con la entidad distribuidora de energía (Enel, CGE, entre otras), los valores serán reajustados en función de su utilización, vale decir que, si se fija una demanda máxima de 100.000 KWH/MES, el valor por KWH será de \$70 pesos, sin embargo, si esta demanda es excedida por Schneider Electric, podrá incluir un recargo del 30%; mismo es el caso si excede la demanda contratada; esto explica la diferencia de valores en

la “Tabla 1-1” y sus columnas en color naranja. Al observar con más detalle, se puede identificar que el mes de diciembre de 2022, la demanda fue de. 19.412 KWH y, junto con ella, se alcanzó el valor más alto por KWH, llegando a \$117,37 pesos. De esta manera podemos inferir que, una baja demanda representa un mayor costo y, que este costo, está relacionado directamente con la producción, entendiendo que el mes de diciembre corresponde a un mes “corto”, donde se busca cerrar procesos del año en curso y planificar los meses venideros.

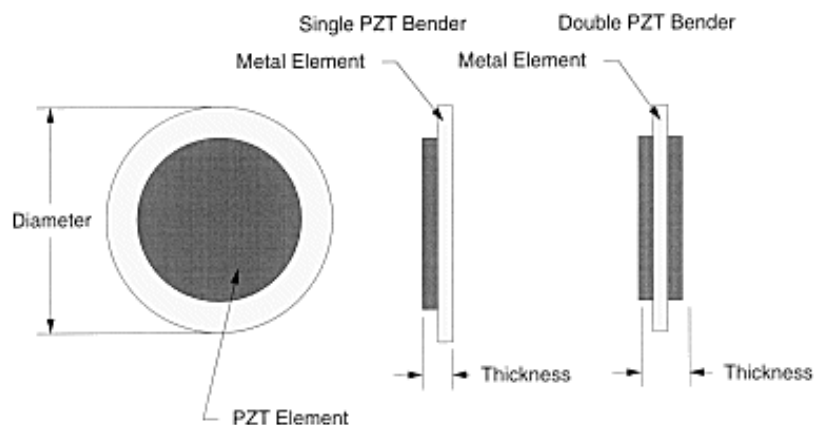
1.2.2. Definición de la situación con proyecto

La primera etapa del proyecto considera el diseño del generador piezoeléctrico tipo baldosa, esta será encargada de captar la energía residual que se obtiene a través de las pisadas de las personas que transitan sobre ella para luego almacenarla en sistemas complementarios que podrían ser bancos de baterías o unidades de poder ininterrumpidas (UPS). Con esto se busca realizar pruebas concretas para identificar cuanta energía es capaz de producir y los tiempos que requiere para luego optimizar el diseño y fabricar uno en concreto.

En el mercado internacional existe la fabricación y venta de pequeñas cerámicas piezoeléctricas, sin embargo, por sí solas no son capaces de proporcionar energía significativa para su aplicación. En el mercado oriental se puede encontrar una gran oferta de estos productos y con valores muy atractivos para estudiantes o profesionales de la ingeniería que se dedican a estos estudios; tal es el caso de la plataforma “AliExpress”, donde se pueden encontrar diferentes cerámicas, laminas o paneles con diferentes características de acuerdo con las necesidades el usuario final. Por otra parte, existen diversos proveedores que se dedican a la fabricación de la cerámica según las especificaciones técnicas del cliente, sin embargo, estas empresas solo se limitan a la fabricación de componentes y no a su integración para fines distintos a la venta de productos.

Bajo este contexto, se hace imprescindible explicar el fenómeno piezoeléctrico para luego estimar cuánta potencia sería capaz de generar cada panel. Este ocurre con diferentes tipos de minerales y, entre ellos, los más comunes corresponden a cristales de cuarzo o

turmalina, por otra parte, existen materiales ferroeléctricos, tales como: tantalato de litio⁴. Nitrato de litio o berlinita; la característica principal de estos materiales corresponde a su capacidad de generar electricidad cuando se someten a una tensión mecánica (Presión), de esta forma se polarizan (Adquieren un polo positivo y un polo negativo) permitiendo el flujo de electrones, originando así una diferencia de potencial (Voltaje) y cargas eléctricas (Corriente). Considerando este fenómeno, las diferentes placas piezoeléctricas que se pueden encontrar en el mercado, están constituidas por: 1 pieza de material piezoeléctrico y 1 pieza de elemento conductor, donde este último suele ser, generalmente, cobre o aluminio; el elemento conductor permite captar la energía generada y transmitirla a un destino funcional.



Fuente: APC International Ltd. – www.americanpiezo.com.

Figura 1-1: Diseño de disco piezoeléctrico.

De la figura 1-1, se explica la construcción y diseño de las placas piezoeléctricas, tal como aquella, existen diferentes modelos y el que se encuentra considerado para este proyecto corresponde a diseño de polígono de 60*30*0.40 (medidas en milímetros, considerando: largo, ancho y espesor, respectivamente).

El proveedor Chino Behose Store, quien distribuye y comercializa sus productos a través de AliExpress, ofrece una “cerámica” piezoeléctrica con las dimensiones mencionadas anteriormente y con las siguientes características:

⁴ El tantalato de litio es un material cristalino con una estructura perovskita, que es conocida por su tendencia a exhibir ferroelectricidad.

产品名称: 传感发电片	Nombre del Producto	Lámina de generación / Sensor
标称频率: 28K	Frecuencia Nominal	28K
陶瓷片材质: PZT5	Material	PZT5 Cobre
负载阻抗: 100Ω	Impedancia	1000 ohm
自由电容: 102nf	Capacitancia	102nf
最大电流输出电流: 8mA	Corriente max. De salida	8 mA (0.008A)
最大输出电压: 20V	Voltaje max. De Salida	20V

Fuente: Behose Store. – es.aliexpress.com.

Figura 1-2: Características técnica y traducción.

Estimando la información anterior, hay 2 variables que permitirán realizar los cálculos necesarios para un diseño preliminar de los paneles piezoeléctricos para Schneider; se definen como:

- Corriente máxima de salida: donde se considera un flujo de corriente de 8 mA.
- Voltaje máximo de salida: que corresponde al voltaje máximo que puede generar cada una de las placas con un máximo de 20 V.

De esta forma se busca una combinación de conexiones entre placas, considerando conexiones en Serie y Paralelo, para lograr un voltaje que se pueda aplicar a sistemas domiciliarios de iluminación y una corriente que garantice la potencia final de salida. Entonces, considerando las variables de los puntos a y b, señalados anteriormente, nace la siguiente ecuación:

$$Np = \frac{V_{dom}}{V_{plac}} \Rightarrow Np = \frac{220V}{20V} = 11$$

Fuente: Elaboración propia.

Ecuación 1-1: Cálculo de placas para panel piezoeléctrico.

Donde: Np corresponde al Número de Paneles; V_{dom} , al Voltaje Domiciliario y V_{plac} al Voltaje de placas (proveedor), dando como resultado un total de 11 placas; para el proyecto

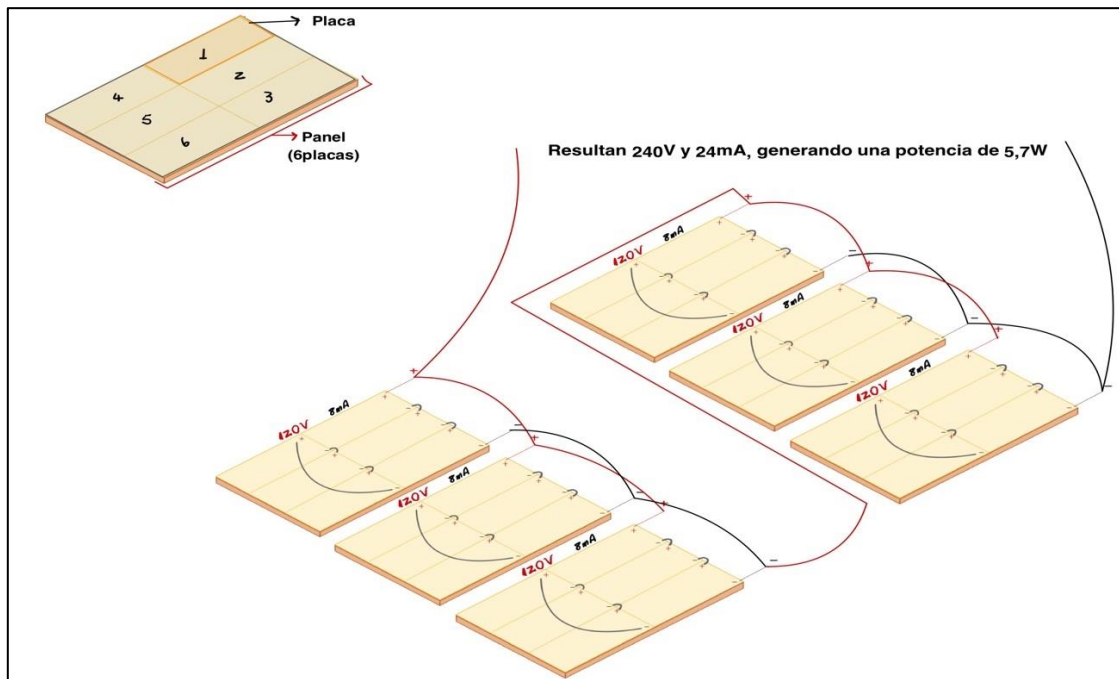
serán consideradas 36 placas, que serán distribuidas de tal manera que, se logre un voltaje cercano a los 240 V y una corriente cercana a los 24 mA, así se podrá obtener un panel cercano a los 5,7 W, según ecuación:

$$Watt = Voltaje (V) \times Intensidad Corriente (A)$$

Fuente: Ley de Ohm.

Ecuación 1-1: Cálculo para potencia máxima del panel.

La distribución de las placas será en 6 paneles, donde cada uno se encontrará conformado por 6 placas; cada panel se encontrará conectado en Serie (Puente entre polo positivo y polo negativo), donde el voltaje correspondiente a cada placa se suma, resultando un máximo de 120 VCC y 8 mA por panel. La próxima conexión contempla 3 paneles, donde se busca alcanzar una corriente de 24 mA, esto se logra a través de una conexión en Paralelo (Conexión de todos los polos positivos, por un lado y, por otro, conexión de todos los polos negativos). Finalmente, se realizará una conexión Serie entre ambos grupos de paneles, para obtener un total de 240 VCC y 24 mA, resultando una potencia cercana a los 5,7 W.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-3: Diseño general de panel piezoeléctrico.

Con este diseño preliminar, se puede proyectar una implementación de 100 paneles, capaces de generar una potencia de 570 W, suficiente para sistemas de alumbrado, comunicaciones y sistemas de emergencia; bajo este concepto, también se puede considerar un sistema de transformación (Aplicación de transformador eléctrico) para elevar el voltaje o la corriente según sea necesario, respecto de la implementación que se busca.

1.2.3. Análisis de separabilidad

En el caso de sistemas de alumbrado, la planta de Schneider Electric cuenta con iluminación LED de bajo consumo (entre 10 y 15 WH), por lo tanto, la capacidad de 100 paneles piezoeléctricos podrá alimentar entre 38 y 45 luminarias LED.

El proyecto también considera la implementación de productos Schneider Electric fabricados directamente en la planta Quilicura, con esto se espera la participación de diferentes departamentos, donde se espera aplicar diferentes metodologías de optimización de recursos, respectivos de la política de sustentabilidad y medioambiente.

Si bien con este proyecto se espera lograr reducir costos asociados al consumo eléctrico, no serán analizados los siguientes puntos:

- Proyección de mercado para fabricación y venta de paneles piezoeléctricos. Sólo se considera cómo sistema complementario para usos que no requieren demasiada explotación o grandes cantidades de energía.
- No se contará con un diseño industrial que permita la conversión de corriente continua a corriente alterna.
- El diseño se encuentra limitado para suministrar energía en caso de emergencia, alumbrado LED, sistemas de comunicación y sistemas de control; estos funcionan principalmente con corriente continua y voltajes cercanos a los 24, 48 o 125 VCC.
- Para el diseño preliminar se espera lograr un panel de 220V y 24 mA, de los cuales se podrán realizar diferentes pruebas con sistemas de iluminación.
- No se considera, como elemento de estudio, la implementación de un sistema de transformación que eleve voltajes o corrientes. Este, considerando que supone un

sistema más sofisticado, también requiere una inversión mucho mayor y que se aleja del proyecto en estudio.

1.2.4. Método para medición de beneficios y costos

De acuerdo con los análisis en la mejora de procesos, serán evaluadas las diferentes características del panel en cuestión y en función de la potencia que serán capaces de generar; con esto, además, se busca determinar el beneficio en “ahorro” respecto de la demanda eléctrica.

Cabe señalar que es un tipo de tecnología muy poco explorada, a nivel mundial y, particularmente, en Chile no se utiliza como tal, salvo en la implementación de sistemas de audio electrónicos y digitales.

1.2.4.1. Costos del Proyecto

Los costos asociados al proyecto serán divididos en inversión inicial, activos fijos, costos fijos y costos variables; los costos fijos corresponden a los costos que se mantienen invariables independientemente del volumen de producción de la empresa. Por ejemplo, el arriendo de un local, remuneraciones, o el pago de impuestos. Respecto de los costos variables, estos son directamente proporcionales a la cantidad de requerimientos que se presenten en un determinado mes.

- Inversión inicial.
- Costos Operacionales.

Reunidos todos los antecedentes financieros, de acuerdo con las inversiones y costos, se realizará el cálculo para la medición de los beneficios y costos, a fin de tener la mayor cantidad de antecedentes e información para tomar una decisión con fundamentos, tanto técnicos como económicos.

1.2.5. Indicadores

Para el presente estudio de prefactibilidad serán utilizados los siguientes indicadores:

- **VAN: Valor Actual Neto**, es un monto que resulta de actualizar todos los pagos o ingresos futuros a una tasa de descuento determinada restando la inversión inicial requerida. Se obtiene mediante la ecuación 1-2.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Fuente: Preparación y evaluación de proyectos, segunda edición, Nassir Sapag.

Ecuación 1-2: **Valor Actual Neto**.

Donde:

- VAN: Valor Actual Neto.
 - I_0 : Inversión Inicial
 - F_t : Beneficio del periodo – Costos del periodo
 - K : Interés tasa de descuento.
 - t : Tiempo, período.
- **TIR: Tasa Interna de Retorno**, corresponde a la tasa de descuento que iguala el valor actual de los flujos de salida de efectivo que se estima con el valor actual de los flujos de

entrada esperados; es decir, es aquella tasa que iguala los flujos de ingresos y egresos provocando que el VAN = 0. Se obtiene mediante la ecuación 1-3.

$$TIR = VAN = 0 = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} - I_0$$

Fuente: Preparación y evaluación de proyectos, segunda edición, Nassir Sapag.

Ecuación 1-3: Tasa Interna de Retorno.

Donde:

- TIR: Tasa Interna de Retorno.
 - Io: Inversión Inicial
 - Ft: Beneficio del periodo
 - i: Interés tasa de descuento.
 - t: Tiempo, período.
- **PRI: Período de Retorno de Inversión**, permite medir el plazo o tiempo que se requiere para que los flujos netos de efectivo correspondientes a una inversión recuperen su costo o inversión inicial. De acuerdo con la ecuación 1-4.

$$PRI = \frac{Io}{BN}$$

Fuente: Preparación y evaluación de proyectos, segunda edición, Nassir Sapag.

Ecuación 1-4: Período de Retorno de Inversión.

Donde:

- Io: Inversión Inicial.
- BN: Beneficios netos anuales.

- **Costo/Beneficio**, pretende determinar cuán conveniente es un proyecto a través de la valoración, en términos monetarios, de todos los costos y beneficios derivados, tanto directa como indirectamente del proyecto en cuestión. Se obtiene mediante la ecuación 1-5.

$$C/B = \frac{VPi}{VPe}$$

Fuente: Preparación y evaluación de proyectos, segunda edición, Nassir Sapag.

Ecuación 1-5: **Costo/Beneficio**.

Donde:

- VPi: Valor presente de los ingresos.
 - VPe: Valor presente de los egresos.
- **IVAN: Índice del Valor Actual Neto**, permite seleccionar proyectos bajo condiciones de racionamiento de capital, es decir, cuando no hay recursos suficientes para implementarlos todos. En este caso, los criterios del VAN y la TIR no son suficientes. Se obtiene a través de la ecuación 1-6.

$$IVAN = \frac{VAN}{Io}$$

Fuente: Preparación y evaluación de proyectos, segunda edición, Nassir Sapag.

Ecuación 1-6: **Índice del Valor Actual Neto**.

Donde:

- VAN: Valor Actual Neto.
- Io: Inversión inicial.

1.2.6. Criterios de evaluación

Considerando que el proyecto será desarrollado de manera interna y que involucra, para su desarrollo, diferentes áreas de la empresa Schneider Electric, se determina que el proyecto corresponde a una evaluación privada. Bajo este concepto se medirán los posibles flujos de ahorro que podrá tener la implementación de tecnología piezoeléctrica en las instalaciones mencionadas anteriormente. Considerando una visión optimista, se espera un ahorro representativo en temas de consumo eléctrico, sin embargo, si se determina que el proyecto no es viable en cuanto a temas económicos (generación de electricidad ineficiente), su implementación podría ser complementaria y utilizada en otras aplicaciones de estudio.

Teniendo esta información en cuenta, los índices financieros mencionados en el punto anterior, serán, además, los criterios de evaluación a utilizar en este estudio de prefactibilidad técnica y económica del proyecto; cabe señalar que, la viabilidad y prefactibilidad de esta propuesta considerará:

- VAN (Valor Actual Neto): El proyecto podrá ser aceptado siempre y cuando su valor sea igual o superior a 0; esto quiere decir que, si el VAN es negativo, el proyecto deberá ser rechazado.
- TIR (Tasa Interna de Retorno): Si este índice es mayor o igual a la tasa de descuento (Interés) este podrá ser aceptado, sin embargo, si se da el caso contrario, un índice negativo, debe ser rechazado.
- PRI (Período de Recuperación de Inversión): Este indica que el proyecto se podrá aceptar el proyecto que recupere, en menores períodos, el capital invertido.
- IVAN (Índice de Valor Actual Neto): Este indicador presenta la relación entre el Beneficio expresado en “VAN” y la inversión inicial. Bajo esta consideración, mientras mayor sea este indicador, más rentable será el proyecto.

El horizonte de evaluación del proyecto considerará un período de 4 años, esto teniendo en cuenta lo acelerado del desarrollo energético y la implementación de nuevas tecnologías; este comenzará a partir del año 2024.

El proyecto también considerará las siguientes evaluaciones económicas:

- a. Proyecto Puro, capital propio.
- b. Proyecto con financiamiento externo del 25%.
- c. Proyecto con financiamiento externo del 50%.
- d. Proyecto con financiamiento externo del 75%

1.2.7. Estructura de evaluación del proyecto

El presente estudio de prefactibilidad considera la siguiente estructura:

- Introducción: Donde el proyecto y tema principal es presentado a través de un contexto, abordando los temas principales y su integración.
- Diagnóstico: Se presentan los antecedentes generales, específicos y cualitativos del proyecto, donde podrá apreciar una visión general del mercado, definiendo objetivos, contexto y tamaño del proyecto.
- Metodología: en este punto se definen las dos situaciones principales para el estudio de prefactibilidad, considerando: Situación Sin proyecto y Situación con Proyecto. Además, se indican los criterios de evaluación del proyecto que serán utilizados.
- Análisis de prefactibilidad de mercado: Indicará las características del proceso, implantación, flujo dentro de la organización, responsabilidades de cada área interna y posibles proyecciones.
- Análisis de prefactibilidad técnica: corresponden a los requerimientos físicos e intangibles, además del personal necesario.
- Análisis de prefactibilidad administrativa, legal, societaria, tributaria, financiera y ambiental: En esta instancia serán definidas la estructura organizacional, perfiles y competencias de la persona disponible. Serán considerados también los aspectos legales laborales, tributarios y costos asociados para cumplir con ellos.
- Evaluación económica: Uno de los puntos críticos; a través de la información obtenida en el estudio de mercado y técnico, se podrán determinar las diferentes inversiones. Por otra parte, se realizará un análisis de la rentabilidad y sensibilidad, con el fin de entregar

las herramientas necesarias a los inversionistas para que tomen la decisión de intervenir o no en el proyecto.

- Conclusiones y recomendaciones: Para finalizar el estudio, se indicará el cumplimiento de los objetivos del proyecto, determinar si es factible su implementación y cuáles serán las variables críticas que considerar.

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO

2. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD DE MERCADO

En este capítulo, serán analizados los diferentes aspectos de un estudio de mercado, profundizando en los aspectos que se consideran relevantes para el desarrollo del proyecto en evaluación.

2.1. Definición del Producto

El producto en estudio corresponde al diseño y posterior integración de un panel piezoeléctrico que permita reducir los consumos de energía eléctrica, al menos, en un 5% anual en la planta de Schneider Electric ubicada en Quilicura. Tal como se ha mostrado anteriormente, este panel busca ser un elemento complementario al sistema eléctrico en general que utiliza dicha planta.

Tal como se puede ver en la tabla 1-1, la demanda de energía eléctrica requerida por la Planta es bastante significativa, por lo que se busca un método que permita, gradualmente, la reducción de esta demanda, comenzando con un 5% anual, respecto de la empresa distribuida Enel Distribución.

Por otra parte, uno de los objetivos principales de Schneider Electric, a nivel global, apunta al desarrollo de un futuro sustentable, aportando a la reducción de la huella de carbono, uso de combustibles fósiles y la implementación de nuevas tecnologías que permitan la continuidad de la economía circular.

Tal como se ilustra en la figura 1-3, se espera que el diseño del panel destinado al estudio sea capaz de generar una potencia cercana a los 5,7 W, sin embargo, el desarrollo de esta tecnología implica estudiar el comportamiento de este, para determinar cuánta energía puede generar, en cuánto tiempo, los costos asociados y el beneficio que traería su aplicación. En la actualidad hay muy poca información disponible sobre la aplicación del fenómeno piezoeléctrico para la generación de energía, la principal información corresponde a noticias de diferentes empresas y entidades que se encuentran realizando estudios similares, sin embargo, es muy poca la que existe respecto de su aplicación, siendo casi nula. Dado esta condición, se

busca integrar un panel como prototipo y estudiar su comportamiento; este estudio de prefactibilidad considera la aplicación del panel en el mejor de los casos como punto de partida.

El progreso de esta tecnología logra ser bastante atractivo para su estudio, considerando la gran circulación de personas en vías públicas, centros comerciales y oficinas de trabajo, lo que ofrece amplias alternativas para su aplicación, además del estudio. A su vez, el mercado Chino ofrece diferentes alternativas, con valores muy convenientes para las placas de generación; Schneider Electric, siendo una empresa de carácter mundial cuenta con una filial en Hong-Kong, lo que representa una gran ventaja para encontrar nuevos proveedores, negociar precios o, en el mejor de los casos, desarrollar sus propias placas piezoeléctricas.

2.2. Análisis de la demanda actual y futura

En relación con la situación actual en la Planta, entre los meses de Enero 2022 y Diciembre 2022 se tuvo una demanda eléctrica promedio de 109.495 KWH, donde los meses con mayor demanda corresponden a enero, febrero y marzo, siendo este último donde se generó un pick en la demanda de energía eléctrica llegando a 171.799 KWH (Ver gráfico 2-1)



Fuente: Elaboración propia, basado en Energy PS Schneider Electric HSE.

Gráfico 2-1: Demanda de energía eléctrica período 2022.

Es normal que el mes de marzo sea el mes con mayor consumo de energía eléctrica, considerando el regreso de vacaciones, inicio de año comercial y puesta en marcha de la producción en su totalidad, sin embargo, en el gráfico 2-2 donde se ilustra de mejor manera la comparación de precios “Libres” respecto de los precios “Regulados”.

Fuente: Elaboración propia, basado en Energy PS Schneider Electric HSE.

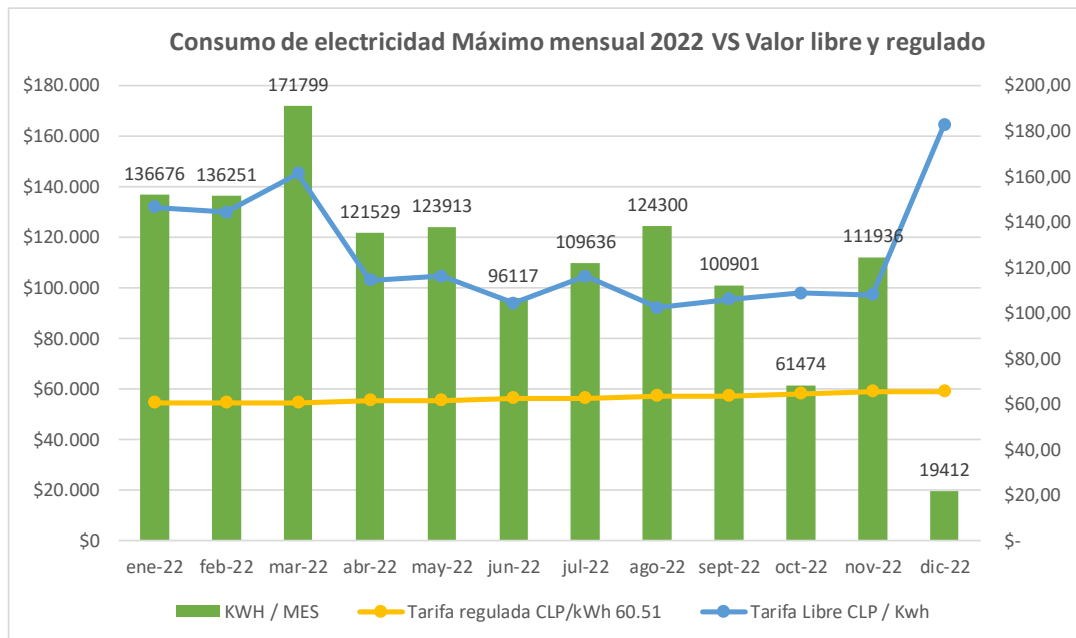


Gráfico 2-2: Consumo máximo 2022 VS valor libre y regulado.

Como se puede apreciar en el Gráfico 2-2, la tendencia correspondiente a “Tarifa libre” es bastante irregular, alcanzando, inclusive, su precio pick en diciembre, donde paradójicamente, se produce la menor demanda de energía; esto se debe a que Schneider Electric es un cliente “Libre” por contrato, donde los precios por KWH pueden variar en función de una negociación previa. En estos casos, el cliente libre estima una demanda anual, parcelada mes a mes, pactando un precio por KWH, sin embargo, si esta demanda difiere de manera considerable, tanto al alza como a la baja, se cobran valores diferentes, esto explica las fluctuaciones en su curva. Por otra parte, la tarifa regulada casi no presenta variaciones durante el año, cerrando cercana a los \$65 por KWH.

A través de la implementación de un sistema de energía complementario se busca reducir esta brecha, permitiendo un cálculo de demanda anual real, considerando que gran parte del suministro eléctrico para sistemas de iluminación puede ser generado a través de estos paneles. Con esto se busca “aplanar la curva” en cuanto a consumos y sus precios respectivos.

Según la información proporcionada por Planta, el cálculo de iluminación para las instalaciones consideró, a lo menos, $5W/m^2$ cuadrado, considerando el área disponible de la planta cercana a los $5.000 m^2$, resultan aproximadamente 1.000 luminarias. Tal como se indicó anteriormente, Schneider Electric utiliza luminarias led de bajo consumo que, en promedio, utilizan 13 WH. Con esta información se procederá a realizar un cálculo aproximado de la demanda eléctrica que requiere el sistema de iluminación.

$$Dtl = Nl \times Pc, \text{ Entonces, } Dtl = 1.000 \times 13 WH = 13.000 WH$$

Fuente: Elaboración propia.

Ecuación 2-1: Demanda total luminarias.

Donde:

- Dtl: Demanda total luminarias.
- Nl: Número de luminarias.
- Pc: Consumo promedio por cada luminaria (WH)

De esta manera se puede inferir que el consumo de luminarias representa una razón del 8% al 12% de las demandas totales mes a mes. Este porcentaje no es menor cuando se traduce a dinero. Tal como se mostró en el punto 1.2.1. en su Tabla 1-1, el valor promedio por KWH durante el año 2022 fue de \$117,37 pesos, por lo tanto, el costo asociado a luminarias será de:

$$13.000 WH \times \$117,37 = \$1.525.810 WH/Mes$$

Fuente: Elaboración propia.

Ecuación 2-2: Valor por KWH.

Por otra parte, si se considera la tabla 1-1, se puede observar que la demanda correspondiente al mes de diciembre 2022 es cercana a los 19.000WH, por lo que se puede deducir que este mes requiere una demanda cercana al 68 % del total sólo para el consumo de luminarias.

En consecuencia y, de acuerdo con el análisis de la información respectiva de la demanda, entre los meses de enero y diciembre del año 2022, este proyecto apunta a ser un sistema complementario para reducir la demanda de energía eléctrica, dado que Schneider Electric al ser un cliente libre tiene muchas fluctuaciones en sus consumos, generando diversos tipos de alzas aplicables a las facturas según el no uso de la electricidad planificada o el exceso de esta.

Dicho esto, cómo se ilustra en la figura 1-3 de la página 15, con 100 paneles se espera una generación de 570 W, con esto se estimará una demanda mensual promedio de 109.495 KWH; si el proyecto apunta a la reducción de un 5%, esto equivale a 5,5 KWH aproximadamente, según la ecuación 2-3:

$$109.495 \text{ WH} \times 5\% = 5.475 \text{ WH}$$

Fuente: Elaboración propia.

Ecuación 2-3: Ahorro esperado en KWH.

Por lo que la cantidad de paneles necesarios se da bajo la ecuación 2-4

$$\frac{5.475 \text{ WH}}{570 \text{ WH}} = 960 \text{ paneles}$$

Fuente: Elaboración propia.

Ecuación 2-4: Cantidad de paneles necesarios para generar el 5%.

La tarifa promedio según tabla 1-1 es de \$104,3 KWH; con esto se podría lograr un ahorro mensual dado por la ecuación 2-5

$$5.475 \text{ WH} \times 104,3 = \$571.042$$

Fuente: Elaboración propia.

Ecuación 2-5: Ahorro esperado en CLP.

El proyecto será evaluado en un horizonte de 4 años, por lo que se espera un ahorro de \$27.410.040, según ecuación 2-6 tabla

$$571.042 \times 48 = \$27.410.040$$

Fuente: Elaboración propia.

Ecuación 2-6: Ahorro esperado a 4 años.

Tabla 2-1. Proyección de ahorro horizonte del proyecto

AHORRO APROXIMADO PROYECTO A 4 AÑOS (VARIACIÓN PROMEDIO DEL 14%)							
AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4	
ENERO	\$571.042	ENERO	\$650.988	ENERO	\$742.126	ENERO	\$846.024
FEBRERO	\$571.042	FEBRERO	\$650.988	FEBRERO	\$742.126	FEBRERO	\$846.024
MARZO	\$571.042	MARZO	\$650.988	MARZO	\$742.126	MARZO	\$846.024
ABRIL	\$571.042	ABRIL	\$650.988	ABRIL	\$742.126	ABRIL	\$846.024
MAYO	\$571.042	MAYO	\$650.988	MAYO	\$742.126	MAYO	\$846.024
JUNIO	\$571.042	JUNIO	\$650.988	JUNIO	\$742.126	JUNIO	\$846.024
JULIO	\$571.042	JULIO	\$650.988	JULIO	\$742.126	JULIO	\$846.024
AGOSTO	\$571.042	AGOSTO	\$650.988	AGOSTO	\$742.126	AGOSTO	\$846.024
SEPTIEMBRE	\$571.042	SEPTIEMBRE	\$650.988	SEPTIEMBRE	\$742.126	SEPTIEMBRE	\$846.024
OCTUBRE	\$571.042	OCTUBRE	\$650.988	OCTUBRE	\$742.126	OCTUBRE	\$846.024
NOVIEMBRE	\$571.042	NOVIEMBRE	\$650.988	NOVIEMBRE	\$742.126	NOVIEMBRE	\$846.024
DICIEMBRE	\$571.042	DICIEMBRE	\$650.988	DICIEMBRE	\$742.126	DICIEMBRE	\$846.024
TOTAL AÑO 1	\$6.852.504	TOTAL AÑO 2	\$7.811.855	TOTAL AÑO 3	\$8.905.514	TOTAL AÑO 4	\$10.152.286

AHORRO APP PROYECTO A 4 AÑOS
\$33.722.159

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Variables que afectan la demanda

Para lograr un buen diseño y desarrollo eficiente del panel piezoeléctrico para una aplicación exitosa, se requiere cumplir con:

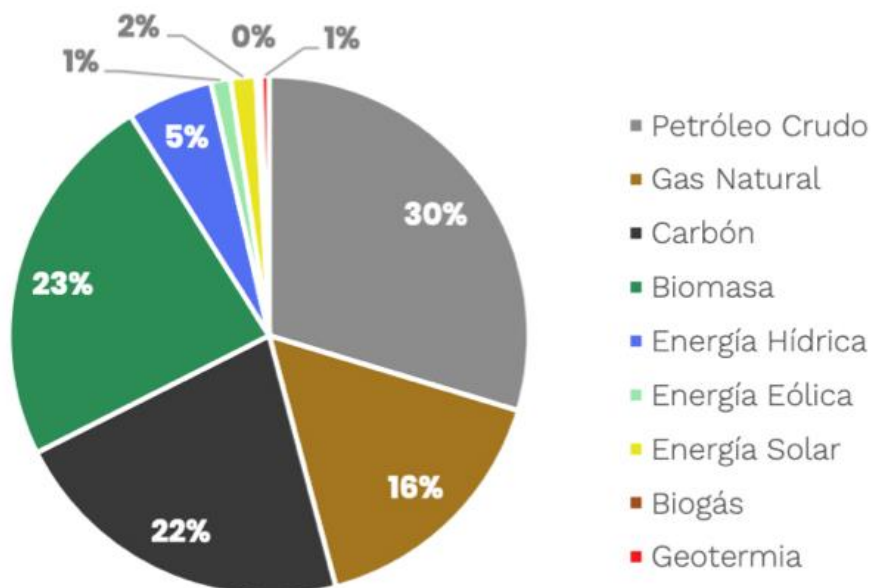
- Una infraestructura con los espacios, equipamiento y recursos necesarios para comenzar el estudio del diseño. Esta infraestructura se encuentra disponible en la Planta de Schneider Electric, por lo que no es necesario invertir en estos temas.
- Encontrar al proveedor correcto, que sea capaz de entregar las placas necesarias en los tiempos indicados, además de contar con un precio atractivo para la compra de estos insumos. Nuevamente, Schneider Electric presente en el mercado Chino, es capaz de evaluar diferentes fabricantes o proveedores, sin embargo, esta es una etapa que

requiere tacto, pues los precios siempre estarán condicionados por la cantidad de insumos que se necesiten o se quieran comprar.

Determinar un valor razonable para la implementación de los paneles piezoeléctricos; estos se encontrarán constituidos por diferentes elementos adicionales que, al momento de integrarlos, formarán el panel en general. En el mercado se pueden encontrar diferentes placas de generación, con valores que fluctúan entre los \$456 y los \$18.000 pesos chilenos; por supuesto su valor depende mucho de la calidad, capacidades y usos de cada placa.

2.4. Análisis de la oferta actual y futura

A pesar de los notables avances en desarrollo de tecnologías de energías renovables no convencionales ERNC (Solar, Eólica, Biomasa, Geotérmica) , en la matriz energética primaria de Chile predominan los recursos fósiles con una representación del 68%, que corresponde a la suma la implementación del petróleo crudo (30%), carbón mineral (22%), y gas natural (16%),⁵el otro 32% corresponde a ERNC (Biomasa, hídrica, solar y eólica), cómo se puede apreciar en la figura 2-1



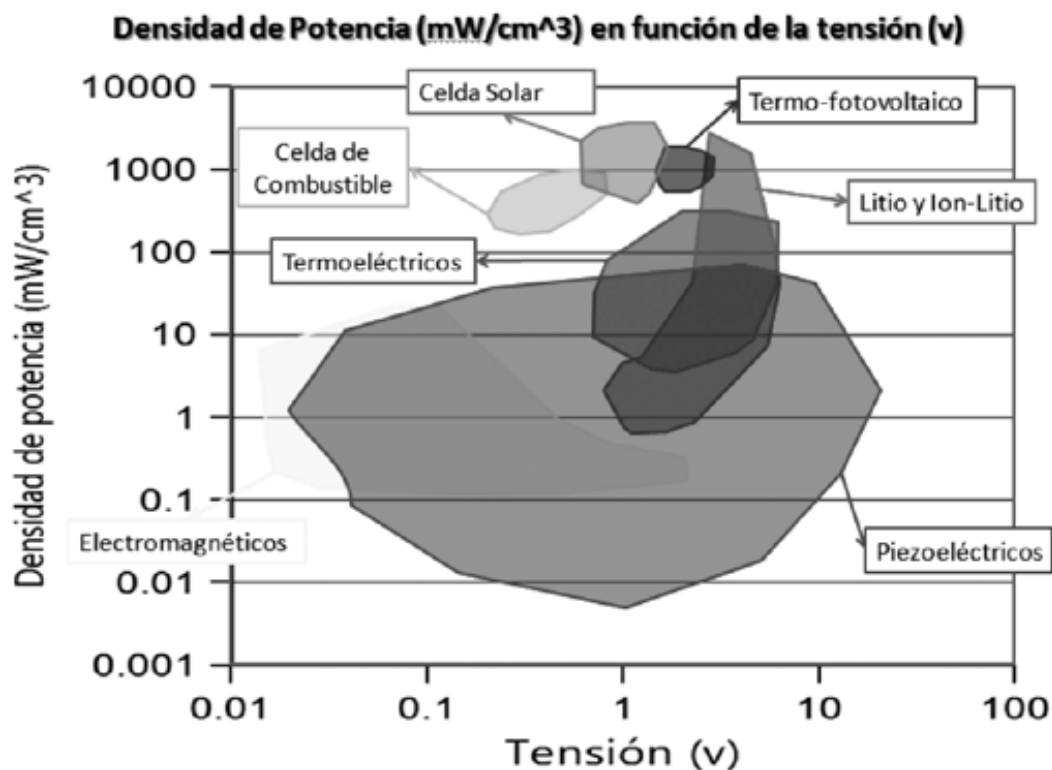
Fuente: Energía abierta, Ministerio de Energía 2020..

⁵ Información obtenida a través de Energía Abierta, Ministerio de Energía, Chile 2021.

Figura 2-1: Matriz Energética primaria en Chile, 2019.

Del total de la capacidad instalada en el sistema Eléctrico Nacional (SEN), el 53% corresponde a generación basada en recursos renovables, es decir, de origen solar, eólico o hídrico. El otro 46,7% corresponde a centrales termoeléctricas que funcionan a través del uso de gas natural, carbón o derivados del petróleo.

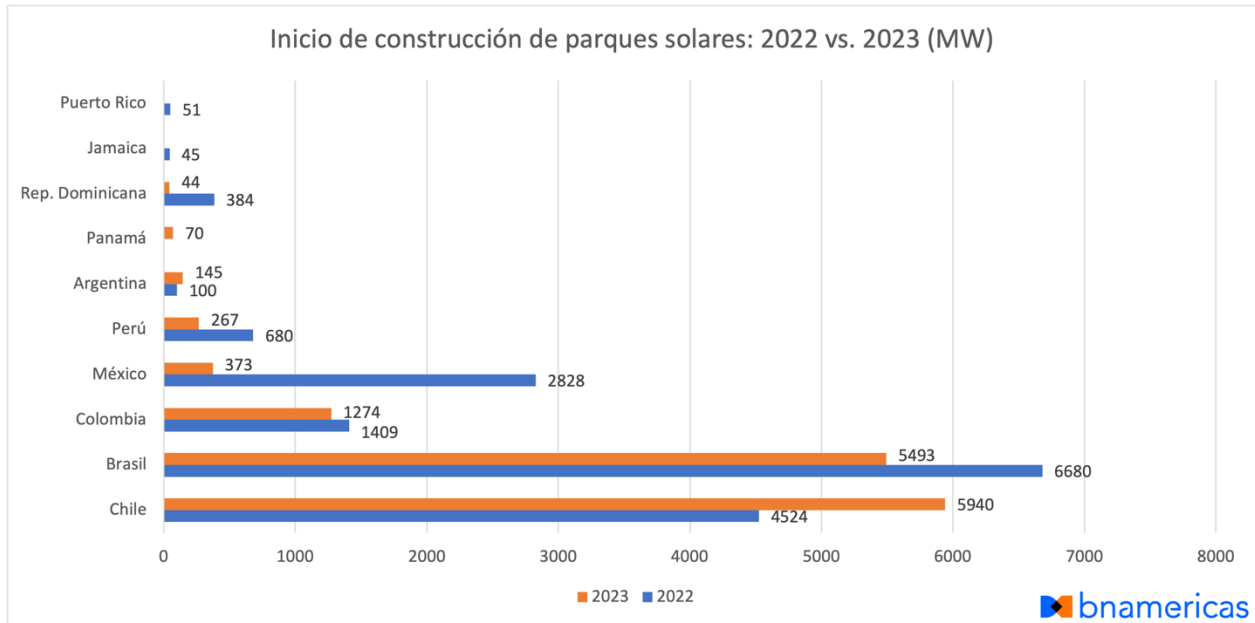
Si bien el concepto de generación piezoeléctrica es muy poco conocido globalmente y no es utilizado en Chile, se puede proyectar cómo una alternativa a las ERNC, considerando siempre que su implementación es complementaria, esto manteniendo presente que los dispositivos piezoeléctricos presentan valores de densidad de potencia comparables con otras tecnologías de generación, como generadores de potencia electromagnética o baterías de litio-ion, no obstante, presentan una menor densidad de potencia que las celdas solares. Ver figura 2-2.



Fuente: Researchgate – Modelación de materiales piezoeléctricos.

Figura 2-2: Densidad de potencia (W) en función de la Tensión (V).

A través de este estudio de prefactibilidad se podrá determinar su viabilidad, capacidad de generación, y eficiencia. Por otra parte, las ERNC se proyectan cada vez más en el mercado energético y, año a año aumenta su oferta tanto en el sector industrial como en el sector residencial; en este sentido, la energía solar fotovoltaica, a la fecha, ha crecido cerca del 30% (MW) en comparación al año 2022, tal como se indica en la figura 2-1



Fuente: Bnamericas – Data insights: Chile.

Gráfico 2-3: Crecimiento Oferta Energía fotovoltaica.

En cuanto al mercado fotovoltaico, si bien ha crecido de manera acelerada, también presenta desventajas claras; el ángulo de montaje en función del Sol debe ser preciso, dado que, si no se encuentra en la triangulación correcta no se podrá obtener el máximo de generación deseada, por otra parte y considerando que gran parte de estos parques se encuentran en el norte del país, el mantenimiento es crucial, dado que los minerales que se encuentran el ambiente, condiciones climáticas y grandes cantidades de polvo, deterioran aceleradamente los componentes que se encuentran montados en la intemperie.

Desde el punto de vista residencial, los sistemas fotovoltaicos pueden ser bastante competitivos, considerando que el usuario final podrá decidir si los excedentes de su generación los aporta a la red (recibiendo un pago por KHW producido, inferior al valor mercado) o almacenarlo en algún sistema complementario; en ambos casos, la decisión corresponderá al cliente, su presupuesto y proyecciones. Esto no quiere decir que los diferentes artículos que componen el sistema sean baratos, por el contrario; a pesar de que gran parte de estos artículos son fabricados en China, mantienen una gran calidad y su implementación requiere de una inversión importante, considerando que todos estos sistemas deben ser instalados por un especialista eléctrico SEC (A, B o C, respecto de la potencia instalada).

Relativo a lo que es la generación piezoeléctrica, no existen artículos o una demanda propiamente tal en Chile y, de acuerdo con el mercado europeo el panorama no es muy diferente; en Holanda existe una discoteca sustentable, esto debido a que, en su pista de baile principal, implementaron un sistema de generación a través del fenómeno piezoeléctrico, cuando las personas se lanzan a la pista de baile, generan electricidad a través de sus movimientos y, bajo este principio se ilumina el área de baile, además de piso e interactuar con las personas, creando combinaciones de luces según sus pasos de baile y combinaciones. Aunque no genera la potencia necesaria para abastecer todo el recinto, si reduce el consumo de la red.⁶

Otro ejemplo, no muy lejano, fueron los conciertos de Coldplay durante su gira 2022, donde contaban con sistemas modulares de baterías y un piso “cinético”; este piso contaba con tecnología piezoeléctrica que, considerando la alta afluencia de público era capaz de cargar las baterías modulares para alimentar sistemas de audio e iluminación durante el concierto. A pesar de que parece reiterativo, este sistema de generación es bastante nuevo, muy poco estudiado y aplicado, pero considerando la acelerada evolución tecnológica y desarrollo digital del siglo XXI, todo parece indicar que es un sistema con proyecciones capaz de apoyar reduciendo la huella de carbono, consiguiendo que, a través de esta generación las diferentes organizaciones o usuarios logren algún tipo de sostenibilidad e independencia energética.

⁶ DESIGNEXPRESS92 – DISCOTECAS SOSTENIBLES

2.5. Análisis FODA panel piezoeléctrico

De acuerdo con la información presentada anteriormente y, considerando la evaluación del proyecto, se realiza el siguiente análisis FODA, ver figura 2-4.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-4: Análisis FODA panel piezoeléctrico Schneider Electric.

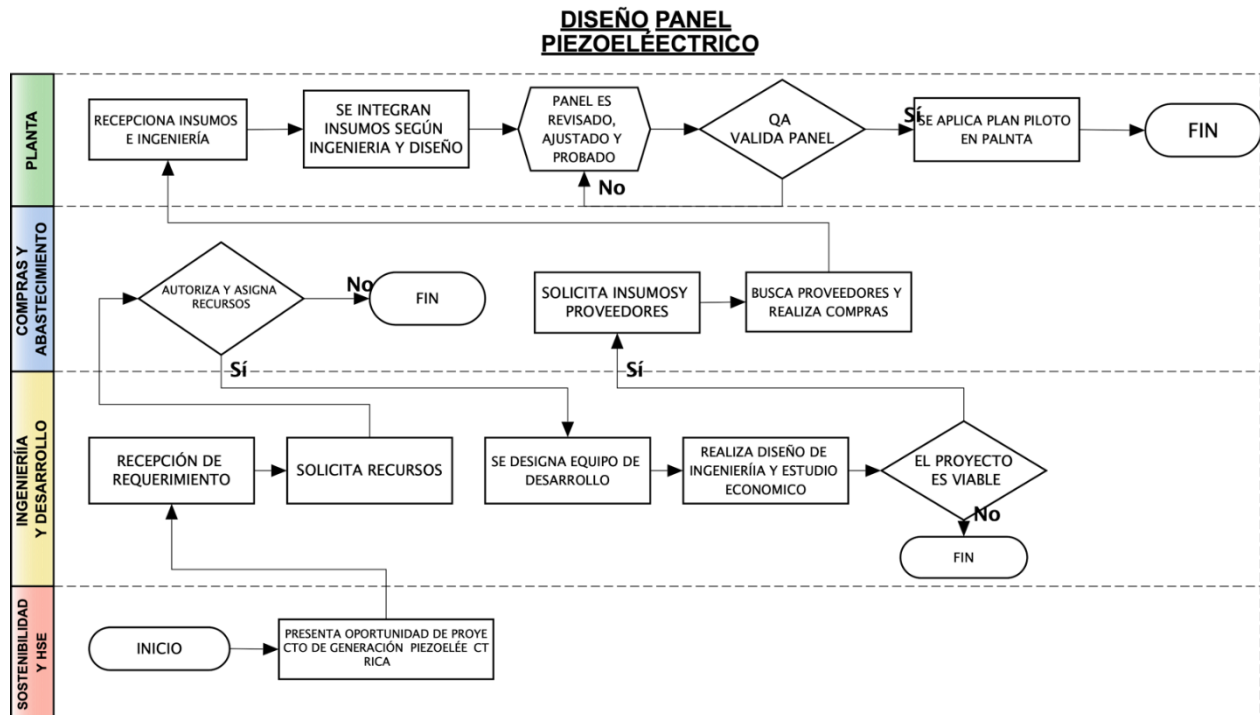
De otro modo, a través del análisis FODA anterior se determinó lo siguiente:

- **Fortalezas:** La principal corresponde al gran reconocimiento y presencia mundial de Schneider Electric, por lo que representa sus altos estándares de

calidad, compromiso con los consumidores y el medioambiente. Así mismo, cuenta con la infraestructura necesaria para desarrollar nuevas tecnologías.

- **Oportunidades:** Teniendo en consideración la alta demanda de energía eléctrica, se pueden establecer nuevas líneas de negocio, sentando un precedente en la aplicación de tecnología piezoeléctrica. Además, las nuevas regulaciones ambientales incentivan el desarrollo y oferta de energías renovables.
- **Debilidades:** considerando que Schneider Electric es una empresa global, sus procesos administrativos son lentos, esto se debe a que, en cada proceso, se requieren revisiones, validaciones y autorizaciones de diferentes áreas y líderes de cada una. Por otra parte, la falta de experiencia en sistemas de generación podría representar un problema en temas de plazos.
- **Amenazas:** el bajo crecimiento, nuevos competidores y nuevas regulaciones son las principales amenazas, dado que es una tecnología que se encuentra en estudio, por lo tanto, quién sea capaz de aplicarla en el menor tiempo es quien tendrá ventaja en el mercado. Así también, las mismas Oportunidades que representan las nuevas regulaciones, estas podrían representar una amenaza.

Actualmente el proceso de desarrollo de paneles piezoeléctricos no existe en Schneider Electric, no obstante, el siguiente flujo entre las áreas internas será considerado para el estudio de prefactibilidad técnica y económica. Ver figura 2-5 .



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-5: Diagrama de flujo interno para implementación del proyecto.

2.6. Comportamiento del mercado

La industria energética, principalmente, generación de electricidad con bajo impacto ambiental se encuentra en un crecimiento constante, inclusive, se podría decir que su crecimiento es exponencial, esto considerando las diferentes formas que existen hoy en día para generar electricidad a través de la transformación de otras energías. En este sentido las ERNC llevan la delantera, considerando que cuentan con tecnología de vanguardia para su implementación, tienen un bajo impacto ambiental y se encuentran adelantadas a las regulaciones para reducir la huella de carbono. A pesar de esto, existe un tipo de generación que destaca por sobre los demás, y esto se debe a las cualidades geográficas que presenta Chile

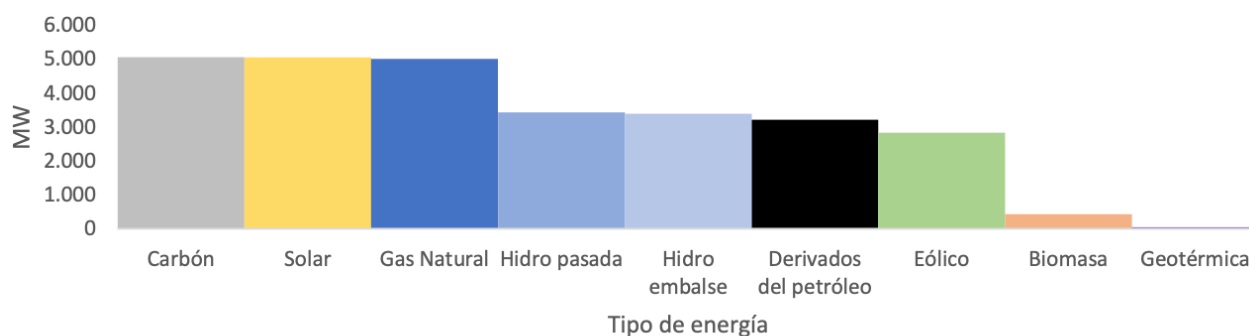
a lo largo de todo su territorio; la generación fotovoltaica solar que, al año 2021, fue capaz de generar, en términos prácticos, la misma capacidad que el Carbón. Ver figura 2-6 y Gráfico 2-4.

Tipo de energía	Capacidad Instalada [MW]	Participación Relativa [%]
Renovable	15.198	53,3%
Hidro-embalse	3.395	11,9%
Hidro-pasada	3.435	12,1%
Biomasa	430	1,5%
Eólico	2.835	9,9%
Solar	5.058	17,8%
Geotérmica	45	0,2%
No renovable	13.297	46,7%
Gas Natural	5.016	17,6%
Carbón	5.064	17,8%
Derivados del petróleo	3.217	11,3%
Total	28.495	100,0%

Fuente: Energía abierta, Ministerio de Energía 2021.

Figura 2-6: Capacidad instalada en MW según tipo de energía, Chile 2021.

Este análisis también puede verse graficado a continuación. Ver Gráfico 2-4



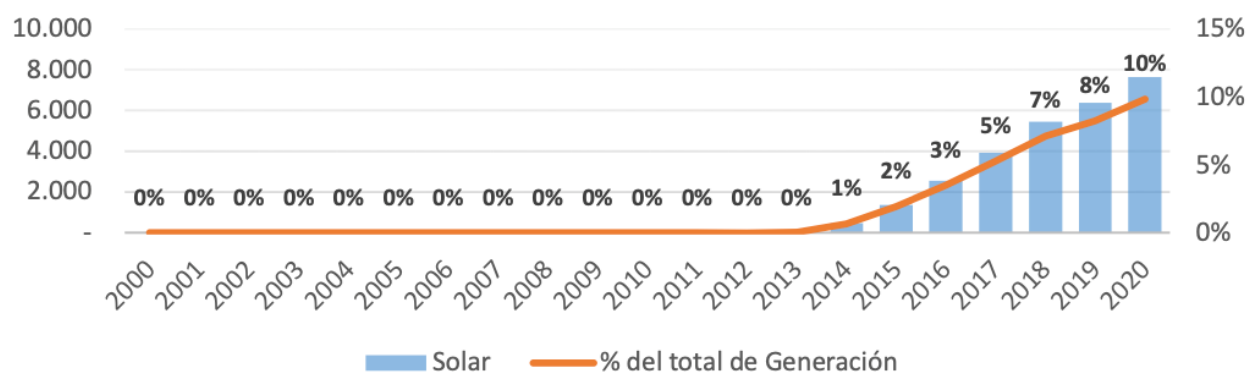
■ Carbón ■ Solar ■ Gas Natural ■ Hidro pasada ■ Hidro embalse ■ Derivados del petróleo ■ Eólico ■ Biomasa ■ Geotérmica

Fuente: Energía abierta, Ministerio de Energía 2021.

Gráfico 2-4: Capacidad instalada en MW según tipo de energía, Chile 2021.

En Chile, la zona norte del país posee la mayor incidencia solar del mundo, principalmente en el Desierto de Atacama. Esta generación se realiza en base a 2 tipos de

tecnologías; Sistemas fotovoltaicos (PV) y sistemas solares térmicos, sin embargo, forman parte un único sistema Solar.⁷ Ver gráfico 2-5.



Fuente: Energía abierta, Ministerio de Energía 2021.

Gráfico 2-5: Generación de electricidad en base a energía solar (GWH), 2000 -2020.

Tal como se puede apreciar en la gráfica 2-5, la generación de electricidad a. través de energía solar ha crecido de manera exponencial los últimos 10 años, manteniendo una tendencia al alta y es que, por los motivos geográficos mencionados anteriormente, Chile cuenta con las condiciones perfectas para implementar estos sistemas.

Los sistemas de generación solar comparten muchas características con el panel piezoeléctrico en estudio, esto debido a que se utilizan diferentes tipos de cristales y semiconductores para su composición principal; si bien el panel piezoeléctrico requiere un diseño más robusto, considerando que debe aguantar el peso y maltrato de las personas o usuarios, su principio de funcionamiento es muy similar, por este motivo se realiza un paralelismo entre ambos sistemas de generación. Se ha demostrado con la información anterior que los sistemas ERNC han crecido enormemente los últimos años y cada vez se hacen más necesarios para un futuro libre de carbono; en estos tiempos se busca ser capaces de generar energía limpia, sin afectar negativamente nuestro medioambiente.

⁷ Biblioteca del Congreso Nacional, cifras del coordinador Eléctrico Nacional 2021.

2.7. Determinación de niveles de precios y proyecciones

El presente estudio de prefactibilidad, además de considerar una mejora en los sistemas de generación de energía, también busca un ahorro asociado a la reducción de la demanda eléctrica de la planta Schneider Electric en Quilicura.

Considerando un promedio mensual de electricidad cercano a los 109.495 KWH y un promedio mensual de \$9.866.668 por factura asociada, se espera reducir los costos asociados en un 5% con la implementación de un sistema que sea capaz de generar 5.475 W de potencia, posteriormente y, de acuerdo con los resultados obtenidos el primer año en comparación con la inversión requerida, se determinará su eficiencia e implementación para su venta en el mercado ERNC.

Los precios se ven limitados a los costos asociados del desarrollo del panel prototipo, los que serán evaluados en los capítulos venideros, no obstante, si se logra aplicar la mejora y ahorro del 5% que se proyecta en el estudio, se podrán lograr los ahorros detallados en la Tabla 2-1

MES	N° de factura	KWH	Ahorro 5% en KWH	Monto Neto en CLP	Monto Neto con ahorro 5% en CLP	Monto total Con ahorro 5%	Tarifa Libre CLP / Kwh	Tarifa regulada CLP/kWh 60.51
ene-25		136.676	129.842	\$ 11.548.404	\$ 10.970.984	\$ 13.055.471	\$ 84,5	\$ 60,51
feb-25		136.251	129.438	\$ 11.775.306	\$ 11.186.541	\$ 13.311.983	\$ 86,4	\$ 60,51
mar-25		171.799	163.209	\$ 14.052.780	\$ 13.350.141	\$ 15.886.668	\$ 81,8	\$ 60,51
abr-25		121.529	115.453	\$ 9.559.583	\$ 9.081.604	\$ 10.807.109	\$ 78,7	\$ 61,51
may-25		123.913	117.717	\$ 10.285.880	\$ 9.771.586	\$ 11.628.187	\$ 83,0	\$ 61,51
jun-25		96.117	91.311	\$ 9.171.235	\$ 8.712.673	\$ 10.368.081	\$ 95,4	\$ 62,51
jul-25		109.636	104.154	\$ 9.251.580	\$ 8.789.001	\$ 10.458.911	\$ 84,4	\$ 62,51
ago-25		124.300	118.085	\$ 10.352.280	\$ 9.834.666	\$ 11.703.253	\$ 83,3	\$ 63,51
sept-25		100.901	95.856	\$ 9.037.997	\$ 8.586.097	\$ 10.217.456	\$ 89,6	\$ 63,51
oct-25		61.474	58.400	\$ 7.326.014	\$ 6.959.713	\$ 8.282.059	\$ 119,2	\$ 64,51
nov-25		111.936	106.339	\$ 10.813.016	\$ 10.272.365	\$ 12.224.115	\$ 96,6	\$ 65,51
dic-25		19.412	18.441	\$ 5.225.940	\$ 4.964.643	\$ 5.907.925	\$ 269,2	\$ 65,51
Consumo / año		1.313.944	1.248.247	\$ 118.400.015	\$ 112.480.014			

Tabla 2-1. Ahorro mensual por KWH proyectado con 5% de ahorro al 2025.

Fuente: Elaboración propia con base en "Energy PS" Schneider electric, HSE.

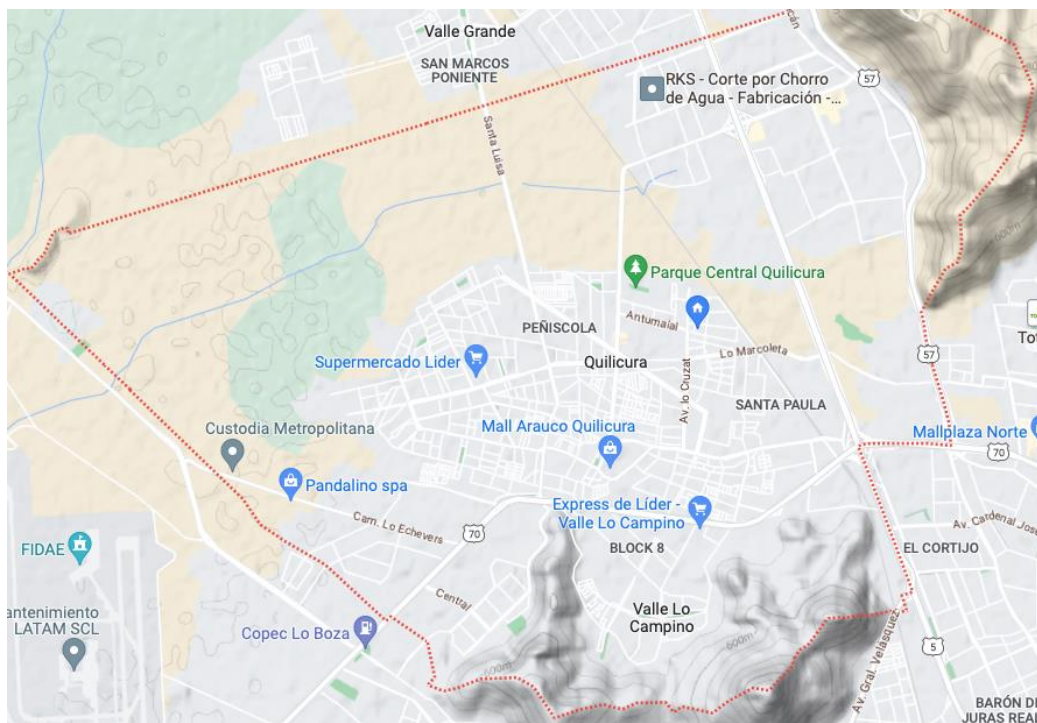
2.8. Análisis de Localización

Dada la localización de Schneider Electric, en el sector industrial de Quilicura, considerado un sector emergente, con buena conectividad y cercano con algunos proveedores, la Planta ofrece una infraestructura de primer nivel, con grandes espacios y disponibilidad de oficinas para agrupar los recursos humanos que requiera el desarrollo del panel piezoeléctrico. A su vez, los espacios que mantiene para la línea de producción permiten la implementación de nuevas tecnologías para nuevos procesos.

En esta planta se encuentran:

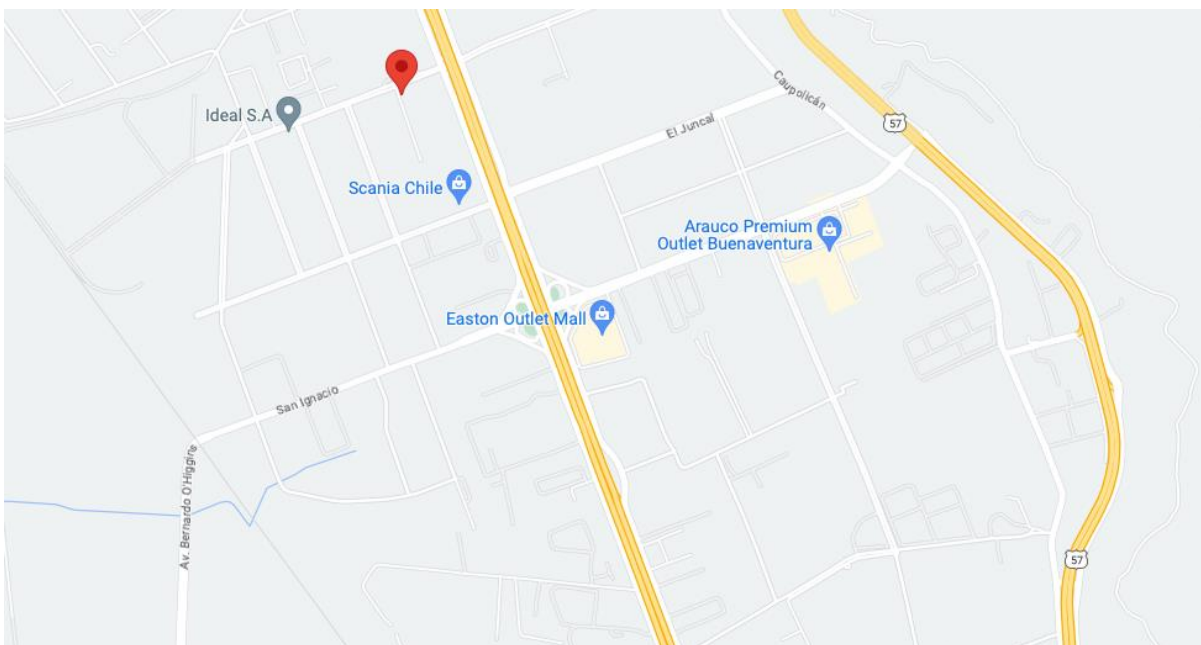
- Área Compras y Abastecimiento (Supply chain).
- Área de Ingeniería y desarrollo de proyectos.
- Sostenibilidad y HSE (Health, Safety & Environment).
- Área comercial (Customer Care Center).
- Planning.

Ver figura 2-7 y 2-8 respecto de la localización.



Fuente: Maps Google.

Figura 2-7: Límites comuna de Quilicura.



Fuente: Maps Google.

Figura 2-8: Cañaveral 32, Quilicura, Planta Schneider Electric Ex Marisio.

2.9. Análisis del sistema de comercialización

Para la futura comercialización del panel piezoeléctrico, desde ahora llamado Step-E, se aplicará un análisis a través de las 4P; con este análisis se busca proporcionar información sobre la industria, clientes, competidores y otras variables de mercado que afecten de manera directa la participación del Step-E en cuestión.

De acuerdo con el análisis 4P se define:

- **Producto:** El producto en cuestión corresponde a un panel de generación eléctrica a través de presión, vale decir, con el paso de las personas y, a través de la presión que ejerce su masa en el panel, se busca generar electricidad, respondiendo a una demanda eléctrica que aumenta año a año. Una de sus ventajas principales es que no depende de otra fuente de energía, como lo son Solar, Eólica o biomasa. Por otra parte,

permite reducir la demanda eléctrica de las empresas de distribución, permitiendo aportar electricidad a las instalaciones del consumidor, donde este último determina qué hacer con la energía generada (almacenamiento, uso inmediato, transformación, etc).

- **Precio:** Dado que el proyecto se encuentra en fase de evaluación, dentro de sus conclusiones y, posterior a la evaluación económica, se podrán definir los valores para diferentes consumidores, esperando proporcionar flexibilidad en los precios considerando las necesidades de cada consumidor. Se estima que su precio no difiera mucho de los sistemas fotovoltaicos domiciliarios.
- **Plaza:** Su distribución se espera a nivel nacional desde las instalaciones de Schneider Electric ubicadas en Quilicura, sin embargo y, considerando el alcance global de la empresa, su distribución se podrá realizar desde diversos países. Se espera que los consumidores finales dispongan de grandes espacios para instalar el Step-E; bajo este contexto, los predios industriales y sectores comerciales en las diferentes ciudades podrían representar una “plaza” con grandes proyecciones para su futura distribución.
- **Promoción:** Aprovechando la gran identidad de marca, respaldo y confianza líder que representa Schneider Electric, se buscará la participación de sus proveedores clave (Stakeholders) en cada uno de sus servicios y mercados puntuales. A su vez, cabe señalar que Schneider Electric cuenta con un fuerte departamento de Marketing, quienes lideran las redes sociales más importantes a nivel comercial; tal es el caso de LinkedIn, que permite, a través de una red laboral, llegar a diferentes representantes, clientes y consumidores.

A continuación, ver Figura 2-8:



Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 2-8: Análisis Marketing Mix 4P.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA

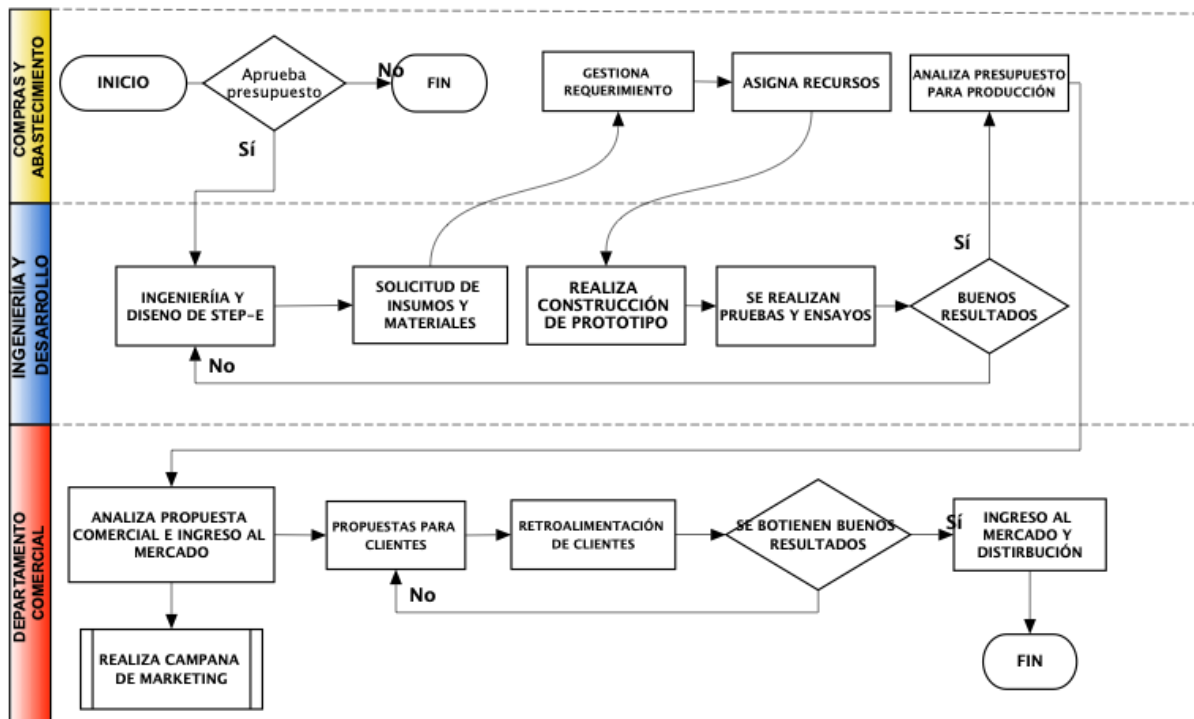
3. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA

En este capítulo, serán analizados los diferentes aspectos técnicos respecto del estudio, profundizando en los aspectos que se consideran relevantes para su desarrollo y posterior análisis económico del proyecto.

3.1. Descripción y selección del proceso

De acuerdo con las características del proyecto en estudio, su proceso, en principio, corresponde solo a actividades administrativas, tal como se ve ilustrado en la Figura 3-1 Diagrama de flujo interno para implementación del proyecto” anteriormente presentada.

3.2. Diagrama de Flujo



Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 3-1: Diagrama de flujo proceso para fabricar prototipo.

Del diagrama visto en la Figura 3-1 anteriormente, se menciona el proceso lógico para dar inicio a la fabricación del prototipo Step-E y comenzar su comercialización, una vez realizadas las pruebas necesarias y cumplir con el estándar de calidad necesario y mínimo establecido por Schneider Electric.

Este proceso comienza en el Departamento de Compras y abastecimiento donde se aprueba el presupuesto del proyecto; posteriormente y, durante su desarrollo, los departamentos de Ingeniería y Desarrollo en conjunto a Compras y Abastecimiento serán los encargados de gestionar, administrar y utilizar los recursos necesarios para el desarrollo y fabricación del prototipo Step-E; finalmente, se realizarán diferentes tipos de pruebas para dar el Visto Bueno a su comercialización, en esta etapa se encuentra el departamento Comercial, quienes serán los encargados de definir las campañas y diversas metodologías de promoción para los clientes fidelizados y futuros clientes de Schneider Electric.

Esperando que el proyecto pueda ser implementado, comenzará un proceso distinto, respecto de los diferentes prototipos que pueden ser utilizados para aplicación final del Step-E; bajo este contexto, se deberá buscar los diseños óptimos, que permitan garantizar una potencia mínima y donde su estructura mantenga sus características elásticas, considerando el alto tránsito de las áreas donde serán instalados. Ver Figura 3-1.

3.3. Balance de masa y energía

Dado que es un proceso de mejora, estudiando nuevas oportunidades de generación eléctrica, no se requiere balance de masa dentro de su análisis. Por otra parte, el estudio pretende realizar mejoras en las demandas de electricidad, adquiriendo un nivel de independencia respecto de la red de distribución y las empresas distribuidoras, aplicando el panel Step-E; en este sentido, los consumos eléctricos fueron definidos en los capítulos anteriores, donde también fueron establecidos los objetivos y potencia mínima requerida para la aplicación del panel en cuestión.

3.4. Selección de Equipos

Tal como se ha indicado en los capítulos previos, el proyecto contempla la participación de diversas áreas internas que ya se encuentran en operación constante, por este motivo, gran parte de los equipos, herramientas, entre otros recursos, ya se encuentran disponibles, sin embargo, es preciso hacer énfasis en los tiempos que requiere el análisis técnico para lograr un diseño óptimo, considerando diferentes etapas de ensayo y error para determinar el producto final Step-E.

Para el desarrollo de la ingeniería y diseño se requieren 3 personas:

- **Proyectista / Diseñador (Solution Architect):** profesional de Diseño Industrial, con al menos 3 años de experiencia utilizando softwares de diseño 2D y 3D; conocimientos en sistemas eléctricos y estructuras.
- **Técnico de Integración (Integration technician):** profesional Técnico o ingeniero eléctrico, electrónico o de automatización, con al menos 3 años de experiencia en montaje y ensayo de equipos de baja tensión.
- **Líder Técnico (Developer Engineer):** Profesional de Ingeniería Industrial o eléctrica, con al menos 3 años de experiencia dirigiendo equipos de trabajo, proyectos y planificación. Deberá ser capaz de gestionar los recursos asignados al proyecto, liderando un proceso eficiente y de altos estándares.

3.4.1. Análisis equipo computacional

Para un buen desarrollo de ingeniería y diseño, el personal cuenta con equipos de alto rendimiento, capacidades y muy versátiles para trabajar con diferentes softwares, siempre obteniendo una respuesta eficiente. El equipo proporcionado por Schneider Electric a nivel corporativo corresponde a: Ver figura 3-2



MARCA	LENOVO
MODELO	X1 CARBON
PROCESADOR	INTEL EVO 13VA GENERACIÓN
SISTEMA OPERATIVO	WINDOWS 11 HOME
MEMORIA RAM	16GB
DISCO DURO	512 GB SSD
PANTALLA	14 PULGADAS
RESOLUCION	2.8 K OLED
PESO	1.12 kg
CONECTIVIDAD	WIFI 6E Y BLUETOOTH 5.1
GRÁFICAS	INTEL IRIS XE
PRECIO	1.422.716 IVA INCLUIDO

Fuente: <https://www.lenovo.com/cl/es/laptops/thinkpad/thinkpad-x1/ThinkPad-X1-Carbon-Gen-11/p/LEN101T0049>

Figura 3-2: notebook corporativo para Ingeniería.

De ser requerido por el usuario para su comodidad en el desempeño de sus actividades laborales, se proporciona un Monitor/Pantalla de 22" a 27" pulgadas, con las siguientes características: Ver Figura 3-3.



TIPO DE PANTALLA	PLANA IPS
RESOLUCIÓN	1920X1'80 FHD+
TASA DE REFRESH	75HZ
RELACIÓN DE ASPECTO	16:09
TIPO DE CONEXIÓN	HDMI
PRECIO	119.990 IVA INCLUIDO

Fuente: <https://www.samsung.com/cl/monitors/flat/>

Figura 3-3: Monitor corporativo para Ingeniería.

De acuerdo con el equipamiento computacional mencionado anteriormente, estos son distribuidos de manera directa a través de la tienda PC FACTORY, sin embargo, al momento de buscar el equipamiento en sus servicios de venta online, estos no se encontraban disponibles.

Schneider Electric determina una vida útil para cada uno de sus notebooks y pantallas de 3 años, posteriormente, estos son donados a colegios vulnerables y fundaciones sin fines de lucro.

3.4.2. Análisis de mobiliario

El mobiliario necesario mínimo para los trabajadores considera, al menos, una silla y un escritorio; en este sentido, Schneider Electric cuenta con 2 oficinas disponibles para realizar trabajos administrativos, una de ella se encuentra en la Planta de Quilicura y la otra se encuentra en la Torre Sur, piso 9, del Mercado Urbano Tobalaba, donde cuenta con una capacidad para 150 trabajadores.

Las Políticas de trabajo de Schneider Electric les permiten a sus trabajadores realizar Home Office y la libertad de desplazarse a utilizar las oficinas a su libre disposición. En el caso de Home Office y, a solicitud del trabajador, se proporcionan escritorios y sillas según detalle siguiente: Ver figura 3-4 y 3-5.



Fuente: <https://www.ikea.com/cl/es/p/lagkapten-alex-escritorio-efecto-roble-tinte-blanco-negro-s79416968/>

Figura 3-4: Escritorio para Home Office.



Fuente: <https://www.ikea.com/cl/es/p/millberget-silla-escritorio-murum-negro-70489394/>

Figura 3-5: Silla para Home office y oficinas Schneider Electric.

Del mobiliario mínimo necesario para las actividades administrativas no requiere inversión, dado que Schneider Electric cuenta con los recursos disponibles para cada uno de sus trabajadores y nuevos ingresos; por otra parte, sus instalaciones permiten un trabajo cómodo y con grandes espacios para reuniones y actividades.

3.4.3. Análisis de telefonía móvil e internet

De los servicios de telefonía móvil, Schneider Electric proporciona a cada uno de sus trabajadores un Smartphone con plan de telefonía e internet según el detalle siguiente, ver figura 3-

6.

SAMSUNG

Galaxy A54 5G

Características y especificaciones

PROFUNDIDAD 0.82 cm

ANCHO 7.67 cm

ALTO 15.82 cm

PESO 202 g

CÁMARA FRONTAL
32.0 MP (F2.2)

MEMORIA
RAM 6 GB
ROM 128GB

PROCESADOR
Exynos 1380
Octa-Core
2.4GHz,2GHz

CÁMARA POSTERIOR
50MP (F1.8)
12MP (F2.2)
5MP (F2.4)

PANTALLA
6.4" FHD+ (1080 x 2340)

BATERÍA
5000 mAh *

MARCA	SAMSUNG
MODELO	GALAXY A54 5G
COMPAÑÍA	ENTEL
PLAN	15.990
MINUTOS	ILIMITADOS
GB DE CONSUMO	300GB

ra 3-6: Teléfono corporativo con plan de Datos.

Para los casos de home Office, el internet puede ser proporcionado a través de la red móvil del Smartphone, por otra parte, Schneider Electric paga mensualmente un bono imponible equivalente a 35.000CLP para costear plan de internet de cada uno de trabajadores y de manera particular, independiente del proveedor que estos escojan.

3.4.4. Análisis de adquisición de Softwares

El desarrollo de ingeniería y diseño requiere diversos softwares o aplicaciones, en ese sentido, Schneider Electric cuenta con contratos globales con diferentes proveedores, entre los más importantes destacan “AutoDesk”, quien es el principal proveedor de softwares de diseño 2D y 3D de la compañía, sin embargo y, por temas de confidencialidad, estos contratos son privados, donde todo acuerdo de precios y alcances son privados.

Por otra parte, Schneider Electric ha desarrollado sus propios softwares para desarrollo de Ingeniería y cálculos eléctricos y, al igual que el caso anterior, estos se encuentran bajo absoluto resguardo y confidencialidad.

3.5. Proyectos complementarios

El estudio en análisis no contempla otros proyectos en paralelo o complementarios, considerando la inversión y asignación eficiente de sus recursos, infraestructura y profesionales.

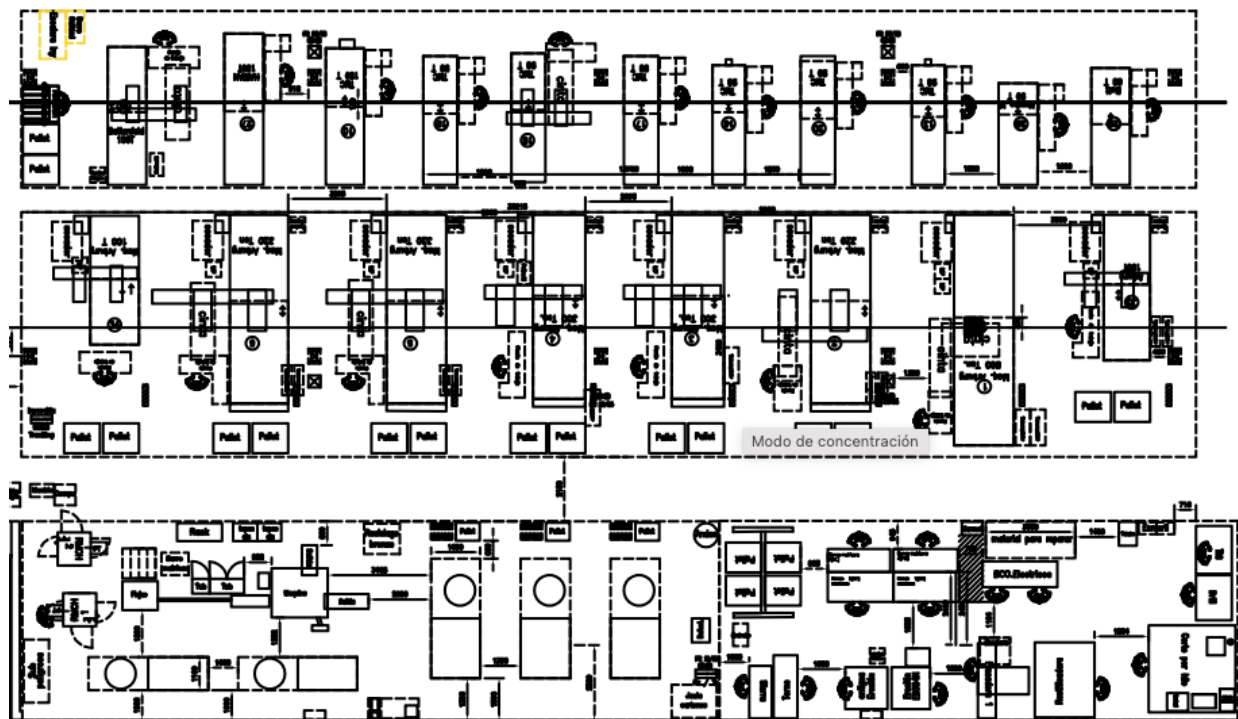
Sus instalaciones como Planta Quilicura u Oficinas ubicadas en Mercado Urbano Tobalaba cuentan con los espacios necesarios para desempeñar todo tipo de actividades administrativas.

3.6. LAY-OUT

En este apartado, se analizará el Layout disponible para realizar laboras administrativas y complementarias para el desarrollo del Step-E; este Layout contempla las oficinas disponibles en Planta Quilicura de Schneider Electric, además de sus oficinas ubicadas en Mercado Urbano Tobalaba, en la comuna de Providencia.

El propósito principal de analizar estos espacios corresponde a verificar la disponibilidad de infraestructura para evaluar en el presente proyecto, garantizando los espacios necesarios para sus avances.

A continuación, se detallan los espacios e infraestructura disponible según las dependencias de Schneider Electric. Ver figuras 3-7 y 3-8.



Fuente: Información confidencial Schneider Electric

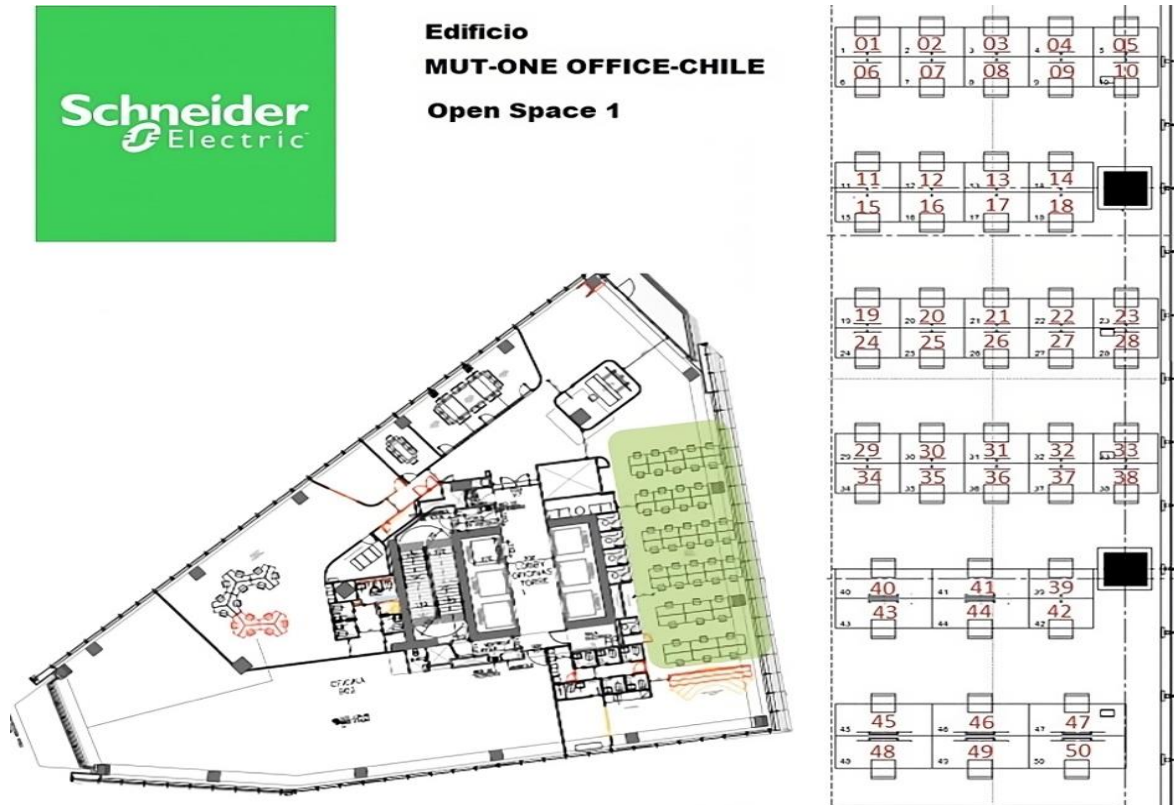


Figura 3-7: Oficinas Administrativas de Planta Quilicura. 22,5m X 27,4m.

Fuente: Información confidencial Schneider Electric

Figura 3-8: Oficinas Administrativas MUT 350m².

3.7. Determinación de insumos, Productos y subproductos

Una vez finalizado el proceso de ingeniería y diseño, los insumos corresponderán a los diversos recursos disponibles con los que cuenta Schneider Electric para la producción de otros artículos y productos finales. Entre estos insumos se destacan placas y circuitos electrónicos integrados, sistemas electrónicos de baja tensión, insumos electrónicos (Condensadores, transistores, microcontroladores, diodos, transformadores, etc). Todos estos insumos son parte de los inventarios que posee la compañía para su producción habitual, por lo que no se consideran costos de inversión en este sentido.

3.8. Consumos de Energía

Respecto del consumo de energía, principalmente eléctrica, el análisis de este estudio no considera mayores consumos eléctricos adicionales a los que ya existen, considerando que los trabajadores que serán asignados ya cuentan con el suministro necesario para sus actividades, por lo tanto, el consumo de energía eléctrica derivado de este proyecto se asumirá como despreciable.

3.9. Programa de trabajo, turnos y gastos de personal.

En este punto será analizado el programa de trabajo correspondiente a los profesionales que serán asignados al proyecto en cuestión, de esta manera y, dado que el personal ya forma parte de Schneider Electric, su jornada de trabajo será limitada a lo que estipula la legislación vigente; un máximo de 45 horas a la semana.⁸

El programa de trabajo con los objetivos será determinado una vez el estudio del presente proyecto tenga luz verde, posterior a su evaluación económica y factibilidad técnica.

Los gastos del personal se encuentran cubiertos, dado que es personal vigente en la compañía y sus objetivos corresponden al desarrollo de nuevos negocios.

3.10. Inversiones en equipos y edificaciones

Tal como ha sido mencionado en puntos anteriores, dentro de las principales consideraciones se encuentra el uso eficiente de los recursos que actualmente existen, con el fin de generar el mayor ahorro posible y reduciendo los costos de inversión, por lo tanto, para este proyecto serán utilizados los diferentes espacios e infraestructura descritos en las figuras 3-7 y 3-8. Schneider Electric cuenta con los espacios de almacenamiento para todos los insumos

⁸ Código del Trabajo, Capítulo IV, Artículo 22.

que sean requeridos, por lo que no será necesario incurrir en costos de almacenaje, compra o arriendo de espacios.

3.11. Inversiones en capital de trabajo

Respecto de las inversiones de capital de trabajo, estas se encuentran cubiertas, teniendo en cuenta que Schneider Electric corresponde a una empresa ya constituida, de presencia global y un valor de marca importante en cuanto a sus competidores. Teniendo esto en cuenta, no se hace necesaria una inversión en capital de trabajo, dado que los recursos, tanto como medios digitales, equipos, materiales y humanos se encuentran disponibles para participar de estos proyectos.

3.12. Costos de instalación y Puesta en marcha

Los costos de instalación y puesta en marcha corresponden a la constitución de sociedad, patentes y otros gastos que se generen con la intención de poner en marcha el proyecto. Considerando que el presente estudio atiende la integración de un proceso de mejora energético, en una empresa debidamente constituida, Schneider Electric, no se hace necesario incurrir en estos gastos, dado que la empresa actualmente cuenta con todos sus permisos y patente necesarias para sus servicios.

3.13. Costos de Imprevistos

Los costos de imprevistos se encuentran asociados a diversas contingencias de fuerza mayor y que se escapan del control natural de la compañía tales como enfermedades del personal, huelgas, siniestros, conflictos sociales en la comunidad o a nivel país, robos, incendios provocados por terceros, o desastres naturales que impiden el desarrollo habitual de las actividades comerciales de Schneider Electric, a pesar de esto, la compañía cuenta con seguros asociados destinados a cubrir estas contingencias. Sin embargo y, con lo que respecta a los

activos fijos considerados en el punto “3.4. Selección de Equipos”, será considerado, a lo menos, un 25% destinado a cubrir cualquier tipo de costo asociado a estos activos fijos; los recursos adicionales serán cubiertos a través de los seguros asociados.

3.14. Resumen de Inversión

Considerando que no existen inversiones fuera de los recursos que ya se encuentran disponibles para este tipo de proyectos y mejora, el resumen considera los activos fijos y costos de imprevistos, según Tabla 3-1 a continuación.

Tabla 3-1. Resumen de Inversión Inicial.

	Activos Fijos					
	Detalle	Cantidad	Unitario (Sin Iva)	Valor Unitario (Con Iva)	Total (Con Iva)	TOTAL UF (36.583,34)
1	Laptop Lenovo X1 Carbon	3	\$1.195.560	\$1.422.716	\$4.268.149	116,7
2	Monitor Pantalla plana Samsung	3	\$100.832	\$119.990	\$359.970	9,8
3	Smartphone Samsung a54 5G (Equipo costo 0 con plan Entel)	3	\$13.437	\$15.990	\$47.970	1,3
4	Escritorio Ikea	3	\$109.210	\$129.960	\$389.880	10,7
5	Silla Ikea	3	\$84.025	\$99.990	\$299.969	8,2
VALOR DE UF AL DÍA 04.12.2023				TOTAL	\$5.365.938	146,7
				IMPREVISTOS (25%)	\$1.341.485	36,7
				TOTAL C/IMPREVISTOS	\$ 6.707.423	183,3

Fuente: Elaboración propia.

**CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD ADMINISTRATIVA, LEGAL, SOCIETARIA,
TRIBUTARIA, FINANCIERA Y AMBIENTAL**

4. ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD ADMINISTRATIVA, LEGAL, SOCIETARIA, TRIBUTARIA, FINANCIERA Y AMBIENTAL

4.1. Administrativa

En este punto se analizarán los aspectos considerados relevantes de la prefactibilidad administrativa del proyecto.

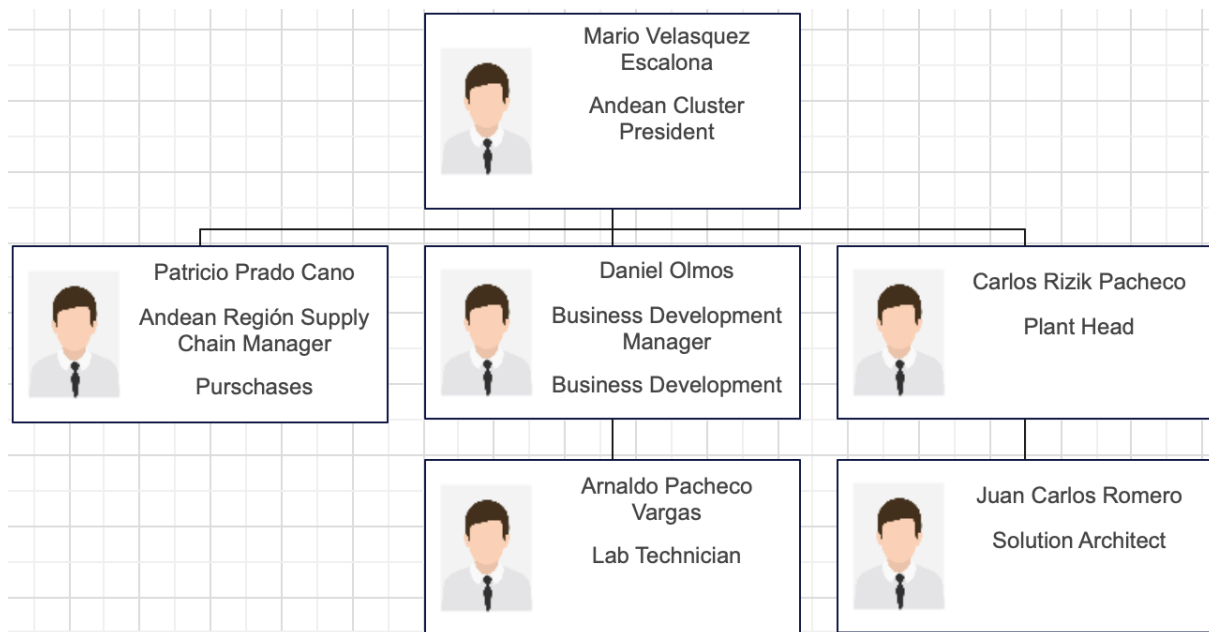
4.1.1. Personal

Para el proyecto en estudio se consideran trabajadores vigentes y que forman parte de la planilla de empleados en Schneider Electric, por lo tanto, no habrá un impacto en términos de administración de recursos humanos, de igual manera, se mencionan todo el personal relacionado y que tendrá intervención para el desarrollo del Step-E.

- Personal Administrativo: corresponde al personal necesario para realizar gestiones en el proyecto.
 - Plant Manager
 - Quality Manager
 - Health, Safety & Environment Manager
 - Project Manager o Ingeniero de Proyecto
 - Logistic quality & continuous Improvement manager
 - Buyer Leader
- Personal Operativo: tiene directa relación con la producción del proyecto, además de contribuir con el desarrollo de ingeniería y diseño.
 - Engineering Developer
 - Integration Technician
 - Solution Architect

4.1.2. Estructura Organizacional

La dirección de Schneider Electric S.A considera una estructura jerárquica simple, con una distribución de personal para las distintas áreas que llevan a cabo diferentes funciones, de esta manera se mantiene el orden y se asegura un buen nivel de comunicación entre las diferentes unidades de la empresa. A continuación, se gráfica el organigrama simplificado de la dirección; cabe señalar que en este organigrama sólo se consideran las gerencias que participan directamente en el proyecto. Ver Figura 4-1.



Fuente: Elaboración propia para proyecto.

Figura 4-1: Organigrama de proyecto.

Como se puede ver en la figura 4-1, se determinó dependencia, por una parte, El Business Development Manager a cargo del desarrollo de nuevos negocios y, por otra, el Plant Head, quien se encuentra a cargo de la planta productiva en Quilicura y todos los recursos asociados al desarrollo de productos, fabricación y logística.

4.1.3. Sistemas de información administrativos

Para administrar y gestionar los servicios asociados al presente estudio, se utilizarán los sistemas que actualmente utiliza la empresa, de estos destacan:

- **MS Teams:** Sistema de comunicación interno y gestión de reuniones; a través de esta herramienta se asignan tareas, reuniones o actividades y es autogestionada por cada usuario.
- **Softwares propios:** Schneider Electric ha desarrollado, en las últimas décadas, diferentes softwares y aplicaciones para su uso interno; estas son utilizadas para gestionar los diferentes procesos que tiene la compañía, entre ellos: Recursos Humanos, Abastecimiento (Cotizaciones y logística), Softwares de aplicación para simulación de productos y Acreditación.
- **MLL:** My Learning Link es una plataforma online que ofrece diferentes capacitaciones para los usuarios y va en diferentes niveles; se crea un perfil de usuario con acceso controlado desde la Red Schneider Electric y con validación de usuario, posteriormente y respecto del perfil profesional (Cargo) la plataforma ofrece las diferentes capacitaciones para fortalecer su perfil profesional.

4.1.4. Personal Administrativo

Considerando el detalle visto en la figura 4-1, se listan los recursos administrativos que intervendrán en el presente estudio, recordando que corresponde a un proyecto de mejora y que busca aprovechar los recursos actuales disponibles en Schneider Electric, los costos del personal administrativos no representan un impacto en el proceso, dado que no se realizarán nuevas contrataciones para el presente proyecto.

4.1.5. Costos del Personal

Los costos por concepto de sueldos del personal y, por la naturaleza de los cargos, Schneider Electric determina la necesidad de mantenerlos en confidencialidad.

4.2. Legal

La empresa Schneider Electric se encuentra regulada por el código de comercio respectivo y por el marco legal vigente para aquellas entidades cuyo destino sea prestar servicios.

4.2.1. Marco Legal Vigente nacional e internacional

Ley No 18.046: De Sociedades Anónimas.

- Art. 1° La sociedad anónima es una persona jurídica formada por la reunión de un fondo común, suministrado por accionistas responsables sólo por sus respectivos aportes y administrada por un directorio integrado por miembros esencialmente revocables.
- La sociedad anónima es siempre mercantil, aun cuando se forme para la realización de negocios de carácter civil.
- Art. 2° Las sociedades anónimas pueden ser de tres clases: abiertas, especiales o cerradas. Son sociedades anónimas abiertas aquéllas que inscriban voluntariamente o por obligación legal sus acciones en el Registro de Valores. Son sociedades anónimas especiales las indicadas en el Título XIII de esta ley. Son sociedades anónimas cerradas las que no califican como abiertas o especiales. Las sociedades anónimas abiertas y las sociedades anónimas especiales quedarán sometidas a la fiscalización de la Superintendencia de

Valores y Seguros, en adelante la Superintendencia. En este último caso, quedarán además sometidas a la primera, en lo que corresponda, cuando emitieren valores. Las sociedades anónimas que dejen de cumplir las condiciones para estar obligadas a inscribir sus acciones en el Registro de Valores continuarán afectas a las normas que rigen a las sociedades anónimas abiertas, mientras la junta extraordinaria de accionistas no acordare lo contrario por los dos tercios de las acciones con derecho a voto. En este caso, el accionista ausente o disidente tendrá derecho a retiro.

- Art. 3° La sociedad anónima se forma, existe y prueba por escritura pública inscrita y publicada en los términos del artículo 5°. El cumplimiento oportuno de la inscripción y publicación producirá efectos retroactivos a la fecha de la escritura. Las actas de las juntas de accionistas en que se acuerde modificar los estatutos sociales o disolver la sociedad, serán reducidas a escritura pública con las solemnidades indicadas en el inciso anterior.
- No se admitirá prueba de ninguna especie contra el tenor de las escrituras otorgadas en cumplimiento de los incisos anteriores, ni aun para justificar la existencia de pactos no expresados en ellas.
- Art. 4° La escritura de la sociedad debe expresar:
 - 1) El nombre, profesión u oficio, el domicilio de los accionistas que concurran a su otorgamiento, y el rol único tributario o documento de identidad, si debieren tenerlos.
 - 2) El nombre y domicilio de la sociedad;
 - 3) La enunciación del o de los objetos específicos de la sociedad;
 - 4) La duración de la sociedad, la cual podrá ser indefinida y, si nada se dice, tendrá este carácter;
 - 5) El capital de la sociedad, el número de acciones en que es dividido con indicación de sus series y preferencias si los hubiere y si las acciones tienen o

no valor nominal; a forma y plazos en que los accionistas deben pagar su aporte, y la indicación y valoración de todo aporte que no consista en dinero;

6) La organización y modalidades de la administración social y de su fiscalización por los accionistas;

7) La fecha en que debe cerrarse el ejercicio y confeccionarse el balance y la época en que debe celebrarse la junta ordinaria de accionistas. Si nada se dijere, se entenderá que el ejercicio se cierra al 31 de diciembre y que la junta ordinaria de accionistas debe celebrarse en el primer cuatrimestre de cada año;

8) La forma de distribución de las utilidades;

9) La forma en que debe hacerse la liquidación;

10) La naturaleza del arbitraje a que deberán ser sometidas las diferencias que ocurran entre los accionistas en su calidad de tales, o entre éstos y la sociedad o sus administradores, sea durante la vigencia de la sociedad o durante su liquidación. Si nada se dijere, se entenderá que las diferencias serán sometidas a la resolución de un árbitro arbitrador;

11) La designación de los integrantes del directorio provisorio y, en las sociedades anónimas abiertas, de los auditores externos o de los inspectores de cuentas, en su caso, que deberán fiscalizar el primer ejercicio social;

12) Los demás pactos que acordaren los accionistas.

- Art. 5° Un extracto de la escritura social, autorizado por el notario respectivo, deberá inscribirse en el Registro de Comercio correspondiente al domicilio de la sociedad y publicarse por una sola vez en el Diario Oficial.
- La inscripción y publicación deberán efectuarse dentro del plazo de 60 días contado desde la fecha de la escritura social.

El extracto de la escritura de constitución deberá expresar:

- 1) El nombre y domicilio de los accionistas que concurran a su otorgamiento, y el rol único tributario o documento de identidad, si debieren tenerlos;
- 2) El nombre, el o los objetos, el domicilio y la duración de la sociedad;

3) El capital y número de acciones en que se divide, con indicación de sus series y privilegios si los hubiere, y si las acciones tienen o no valor nominal, y

4) Indicación del monto del capital suscrito y pagado y plazo para enterarlo, en su caso.

El extracto de una modificación deberá expresar la fecha de la escritura y el nombre y domicilio del notario ante el cual se otorgó. Sólo será necesario hacer referencia al contenido de la reforma cuando se hayan modificado algunas de las materias señaladas en el inciso precedente.

- Artículo 5o A.- Si en la escritura social se hubiere omitido el domicilio social se entenderá domiciliada la sociedad en el lugar de otorgamiento de aquélla.

En caso de omisión de cualquiera de las designaciones referidas en el número 11) del artículo 4o, podrá efectuarlas una junta de accionistas de la sociedad.

4.2.2. Políticas de desarrollo industrial

Schneider Electric es una empresa especialidad en la producción de artículos eléctricos, electrónicos, energía, sistemas de respaldo, comunicaciones y sistemas de climatización industrial; además de diferentes servicios de mantenimiento, asesoría y montaje.

Apunta, por medio de una gestión eficiente y certificada en “Seguridad y Salud Ocupacional; Medioambiente; Calidad y Eficiencia energética” (ISO 45.001, 14.001, 9.001 y 50.001) donde busca entregar al cliente los más altos estándares que rigen el mercado Global.

4.2.3. Aspectos legales del giro del proyecto

El giro del proyecto, como fue mencionado en capítulos anteriores, se encuentra enmarcado en el rubro de manufactura, por lo cual los aspectos legales son definidos previamente en el punto denominado “Marco legal vigente”. Sin embargo, cabe señalar que el personal involucrado se regirá por las limitaciones de jornada que indica la legislación vigente

en su Código del Trabajo; en esta oportunidad, no se consideran trabajos por turno y, cualquier tipo de modificación deberá efectuarse a través de Anexos de contrato en conformidad a lo que dicta el Código del Trabajo.

4.2.4. Incentivos

Los incentivos que se entregarán están dados por el cumplimiento de objetivos, definidos con antelación entre las partes y relacionados con el negocio. Adicionalmente, Schneider Electric contempla un “Paquete de Beneficios” (Template) al momento de la contratación donde se consideran: Bonos por cumplimiento de objetivos del área, aguinaldos, asignaciones familiares, apoyo a estudiantes trabajadores, cajas de compensación, reajuste anual del sueldo en función del IPC y bonos por desempeño personal anual.

Por otra parte, Schneider Electric busca permanentemente desarrollar un ambiente laboral ejemplar, participando, como segundo año consecutivo, a los “Great Place To Work” en Chile, además de evaluar de manera interna el clima laboral y relación directa con las jefaturas de cada equipo.

4.2.5. Aspectos Laborales

Serán regulados y regidos por el código del trabajo, Superintendencia de seguridad social, Inspección del trabajo y Seremi d Salud.

4.2.6. Costos asociados al cumplimiento de la legislación vigente

Los costos asociados al cumplimiento en cuestión no son considerados en el presente estudio, esto considerando que Schneider Electric cuenta con un departamento de Recursos Humanos y un departamento Legal, quienes son responsables de aplicar y velar por los diferentes requerimientos legales.

4.3. Societaria

En este punto será descrita la relación societaria que existe entre Schneider Electric y los socios involucrados.

4.3.1. Relación entre inversionistas

La relación entre los inversionistas se realizará de acuerdo con una política de entrega de información oportuna y transparente. Se realizarán juntas de accionistas, al menos, una vez al año y dentro del cuatrimestre siguiente al cierre del balance anual. Estas juntas ordinarias serán constituidas en primera citación, con lo que la mayoría absoluta de las acciones emitidas con derecho a voto, y se constituirán en segunda citación, con los accionistas que asistan, cualquiera sea el número de accionistas presentes y representados.

4.3.2. Estructura Societaria

Schneider Electric se encuentra constituido como sociedad anónima, la cual no está limitada en cuanto a la participación de socios, sin embargo, su participación es de absoluta confidencialidad, al igual que su controlador principal.

4.3.3. Estimación de costos para dar forma a la estructura societaria

Cabe recordar que el presente estudio considera un proyecto de mejora en la empresa Schneider Electric, la cual se encuentra debidamente constituida en Chile, por lo que no se debe incurrir en estos costos nuevamente.

4.4. Tributaria

En este punto, se detallan los sistemas tributarios a utilizar y los mecanismos para determinación de impuestos.

4.4.1. Sistema tributario

El sistema tributario Chileno considera:

- Impuestos primera categoría
- Impuestos a las ventas y servicios (Impuesto de valor agregado IVA)
- Impuestos a la renta de primera categoría.

El impuesto a la renta de primera categoría grava las rentas de capital invertidos en los diferentes sectores económicos con una tasa única que, desde el año 2019, corresponde al 27% y opera sobre las utilidades percibidas. Los impuestos a las ventas y servicios gravan con una tasa única correspondiente al 19% afecta a cada etapa de comercialización y distribución hasta que es adquirido por el consumidor final. Ver Figura 4.2 a continuación

Año Tributario	Año Comercial	Tasa	Circular SII
2002	2001	15%	N° 44, 24.09.1993
2003	2002	16%	N° 95, 20.12.2001
2004	2003	16,5%	N° 95, 20.12.2001
2005 al 2011	2004 al 2010	17%	N° 95, 20.12.2001
2012 al 2014	2011 al 2013	20%	N° 63 30.09.2010, N° 48 19.10.2012
2015	2014	21%	N° 52, 10.10.2014
2016	2015	22,5%	N° 52, 10.10.2014
2017	2016	24%	N° 52, 10.10.2014
2018 y sgtes.	2017 y sgtes.	25%	N° 52, 10.10.2014
2018	2017	25,5%	N° 52, 10.10.2014
2019 y sgtes.	2018 y sgtes.	27%	N° 52, 10.10.2014

Fuente: Elaboración propia para proyecto.

Figura 4-2: Tabla Impuesto a la renta de primera categoría SII.

4.4.2. Mecanismo para determinación de gastos e impuestos

Para determinar la renta líquida de los contribuyentes de primera categoría se deben tener ingresos brutos, renta bruta y renta líquida.

- **Ingresos brutos:** Son todos los ingresos derivados de la explotación de bienes y actividades incluidas en la primera categoría, excepto los ingresos referidos al artículo 17 de la ley renta DL 824.
- **Renta bruta:** Es determinada deduciendo los ingresos brutos del costo directo de los bienes y servicios que se requieran para la obtención de dicha renta.
- **Renta líquida:** Se determina deduciendo de la renta bruta todos los gastos necesarios para producirla, que no hayan sido rebajados en amparados en el artículo 30 de la ley renta DL 824, pagados durante el ejercicio comercial correspondiente, siempre que se acredite ante el SII. Conjuntamente, a la renta anterior se deben realizar ajustes de acuerdo con los artículos 32 y 33 de la ley de renta.

4.5. Financiera

El análisis financiero es fundamental para cualquier empresa, determinar cómo se obtienen recursos económicos para los diferentes proyectos puede determinar el éxito o el fracaso de estos mismos.

4.5.1. Fuentes de financiamiento

Dentro de Chile existen distintas instituciones financieras, tanto públicas como privadas, los bancos, las financieras, incluso las grandes tiendas actualmente actúan como financieras. El interés que cobran está relacionado con riesgo.

El presente proyecto será evaluado considerando 4 tipos de financiamiento; puro, externo al 25%, externo al 50% y externo al 75%.

4.5.2. Inversionistas

El proyecto en estudio será desarrollado en una empresa ya constituida y cuya sociedad es de carácter anónima (S.A); respecto de lo anterior, los socios son todas las personas que estén interesadas en participar en Schneider Electric, sin embargo, su participación es de absoluta confidencialidad.

4.5.3. Instituciones crediticias

El Banco Central de Chile es un organismo autónomo de rango constitucional de carácter técnico, con personalidad jurídica, patrimonio propio y duración indefinida.

La función del Banco Central de Chile es la siguiente, este es el encargado velar por la estabilidad de la moneda, además de regular la cantidad de dinero y de crédito en circulación en el país, imparte normas monetarias, crediticias, financieras y cambios internacionales.

Actualmente existen 20 bancos operando en Chile su función es prestar diversos servicios financieros entre otros créditos a las empresas y las personas, generalmente entregan una mejor tasa que las instituciones financieras, por lo tanto, es la mejor opción para la magnitud de este proyecto. Según la oferta crediticia evaluando el riesgo, las instituciones crediticias generalmente aportan hasta 80 % del proyecto, el resto es financiado por la sociedad o los inversionistas del proyecto.

4.5.4. Costos de financiamiento

Está dado por la tasa de interés del préstamo o de descuento que exigen los inversionistas. Además, hay que sumarles los costos asociados a trámites legales, impuestos, al agente colocador y apertura de la sociedad (abrir a la bolsa) si corresponde, etc. El otro factor que se debe considerar es el plazo del financiamiento, el bancario tiene un plazo fijo y el de la emisión de acciones es indefinido.

En el caso del proyecto analizado estará dado por el interés que el banco fije al crédito solicitado, además de la tasa de descuento que exija el inversionista.

4.6. Ambiental

En este apartado serán analizados los aspectos ambientales que se podrían ver afectados por el proyecto en cuestión.

4.6.1 Impacto al medioambiente

El presente estudio no generará impactos medioambientales, considerando que es un proyecto que considera procesos de mejora. Por otra parte y considerando los procesos de eficiencia en cuestión de medioambiente y calidad, casi el 99% de los recursos que utiliza Schneider Electric son reciclados o reutilizados; en este aspecto, toda materia prima que sea necesaria para el desarrollo del Step-E podrá ser de origen reciclado. A su vez y, tal como fue señalado en capítulos anteriores, Schneider Electric cuenta con certificación Internacional ISO 14.001 respecto de un sistema de gestión ambiental.

4.6.2. Marco Legal Vigente

Según las características del proyecto en estudio, se determina que este punto no aplica en el proyecto, dado que, si bien es una forma de generar energía eléctrica de manera “limpia”, no existen regulaciones nacionales específicas para tecnología piezoeléctrica; por otra parte, este tipo de tecnología continúa siendo un objeto de estudio dentro de diferentes sistemas electrónicos, de audio digital y corrientes débiles.

4.6.3. Análisis de afluentes

Dadas las características del servicio estudiado en el presente documento, se concluye que este punto no aplica a este proyecto.

4.6.4. Ajustes a las normas

Dadas las características del servicio estudiado en el presente documento, se concluye que este punto no aplica a este proyecto.

CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA

5. EVALUACIÓN ECONÓMICA

5.1. Evaluación Económica

En esta sección, serán analizados los diversos aspectos de la evaluación económica, se profundizará en los aspectos considerados relevantes para el desarrollo del proyecto en estudio.

5.2. Consideraciones

Para el desarrollo de esta etapa se utilizarán los resultados obtenidos en los estudios realizados en capítulos anteriores de prefactibilidad de mercado, técnica, administrativa y financiera.

5.2.1. Horizonte de evaluación del proyecto

Teniendo en cuenta el carácter tecnológico e innovador del proyecto en estudio, además de considerar que en este ámbito existe una evolución constante de la explotación de energía eléctrica y una rápida obsolescencia tecnológica, el horizonte de evaluación será de 4 años, donde el primer año corresponderá al desarrollo de ingeniería y prototipo para el Step-E; entre otras consideraciones, se considera también cómo un tiempo prudente para su estudio e ingreso al mercado energético donde será evaluado y optimizado.

5.2.2. Tasa de descuento

En la mayoría de los casos, la evaluación de un proyecto se basa en la proyección de sus respectivos flujos de caja. A partir de estos, se calculan los índices de rentabilidad que permitirán tomar la mejor decisión a quienes realizaran las inversiones que se requieren, en relación con la factibilidad económica y financiera del proyecto. Se consideran correctas las

proyecciones realizadas para demanda y oferta, por tanto, se tiene que el ingreso del presente proyecto se generara de forma mensual, pero esto no necesariamente se cumplirá de forma exacta, dado que las inversiones se realizaran donde el análisis indique que se logrará un mayor impacto, considerando que es una mejora en los procesos, entonces puede darse que las cantidades difieran de las informadas, no obstante, estos montos no varían significativamente diferentes a las consideradas. Por lo tanto, existe un riesgo y considerando que este estudio necesita maximizar la esperanza del VAN y en consecuencia la TIR, se realizara el cálculo de la tasa de retorno utilizando el modelo CAPM, ver Ecuación 5-1. Fórmula CAPM.

$$Rp = Rf + (Rm - Rf) \times \beta$$

Dónde:

Rp: Tasa de descuento

Rf: Tasa libre de riesgo

Rm: Tasa media de retorno

B: Constante para el tipo de negocio

Fuente: Elaboración propia para proyecto.

Ecuación 5-1: fórmula CAPM.

- La Rf o tasa libre de riesgo, es obtenida a través del Banco Central de Chile, de donde se tiene que los bonos en UF a 5 años corresponde a 3.28% (al día 13 de noviembre de 2023).⁹
- La Rm o tasa media de retorno, fue obtenida de la variación del IPSA durante los últimos 5 años corresponde a un 5.26% (Al día 13 de noviembre de 2023).¹⁰
- El Beta de mercado corresponde al sector industrial para la industria de Fabricación Electrónica correspondiente a 1.20 (A enero de 2023).¹¹

⁹ https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_TASA_INTERES/MN_TASA_INTERES_09/TMS_16/T312

¹⁰ <https://datosmacro.expansion.com/bono/chile>

¹¹ https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

Reemplazando los valores descritos anteriormente en la ecuación 5-1, se obtendrás la tasa de descuento que será utilizada durante este capítulo y en el análisis del proyecto, desde el punto de vista económico.

Entonces:

$$Rp = 3.28 + (5.26 - 3.28) \times 1.2$$

$$Rp = 5.66\% + \text{PRIMA DE RIESGO (5\%)} = 10,66\%$$

Fuente: Elaboración propia para proyecto.

Ecuación 5-2: fórmula tasa de descuento.

5.2.3. Moneda

El presente estudio de factibilidad técnico económico, para efectos de cálculos utilizara la Unidad de fomento (UF), debido a sus reajustes en el tiempo, lo que facilita el actualizar de los valores con el pasar del tiempo. Se deja expresado que la UF considerada es la que corresponde al día 13.11.2023, con un valor de \$ 36.486,4.

5.2.4. Impuestos

Los impuestos considerados para proyecto serán del 27% para el periodo 1, 2, 3, y 4 (Año 2024 al 2027), dato obtenido desde Servicio de Impuestos Internos Chile, según la Figura 4-2 del capítulo precedente.

5.2.5. Valor Residual

En este estudio se utiliza el método comercial para determinar el valor de desecho del proyecto, es decir, se considera el valor comercial de los activos y se les corrige mediante su efecto tributario. Para más detalles ver tabla 5-1.

Tabla 5-1: Cálculo de valor residual.

Índice	Valor en UF
(+) Valor Comercial	147,1
(-) Valor Contable	0
(=) Utilidad antes de im	147,1
(-) Impuestos	39,7
(=) Unidad Neta	107,4
(+) Valor Contable	0
(=) Valor Residual	107,4

Fuente: Elaboración propia, datos de estudio económico del proyecto.

Respecto de la tabla anterior, se puede afirmar que el valor de desecho del proyecto corresponde a UF 143,2 y solo considera los activos adquiridos para este proyecto de mejora.

1.1.1. Depreciaciones

Para el cálculo de la depreciación de los activos se utilizarán las tablas que dispone el Servicio de Impuestos Internos (SII). Se toma la opción de de depreciar los activos en forma acelerada. Esto reduce a un tercio la vida útil de los bienes que conforman un activo inmovilizado. Se aclara que el proyecto no considera costos variables, solo costos fijos, considerando únicamente las remuneraciones del equipo de trabajo designado para el proyecto. Más detalles en Tabla 5-2 a continuación:

Tabla 5-2: Depreciación de Activos.

Inversiones	Valor en UF	Vida útil (Años)	Depreciación Acelerada	Período 1 (UF)	Período 2 (UF)
Laptop	117	6	2	58,5	58,5
Monitor	9,9	6	2	4,9	4,9
Mobiliario	18,9	7	2	9,5	9,5
Teléfono Móvil	1,3	3	1	1,3	1,3
				74,2	74,2

Fuente: Elaboración propia según https://www.sii.cl/valores_y_fechas/tabla_vida_util_activo_inmovilizado.html.

1.1.2. Reinversiones

Para el presente proyecto en estudio, no serán consideradas reinversiones durante su período de evaluación.

1.1.3. Análisis de Riesgo

- **Macro:** Al analizar la situación actual del país, Chile hoy en día está considerado un lugar seguro para invertir, lo indicado está avalado por las incesantes inversiones extranjeras que se han efectuado en los últimos tiempos, de lo que se deduce que el riesgo país, a nivel general, es bajo. Sin embargo, cabe señalar que el índice de cesantía corresponde al 9%, según estudios del Diario Financiero; esto se debe, en gran parte, a los avances tecnológicos. Si bien la tecnología logra facilitar la vida de muchos, a través de compras y servicios Online, esto también ha provocado el crecimiento de la cesantía dado que, muchas de las actividades que ahora se hacen por medio digitales, antes eran realizadas por trabajadores. A pesar de esto, Chile sigue siendo uno de los mejores países para invertir en América Latina.
- **Micro:** Desde el punto de vista del inversionista, el riesgo de un proyecto se define como la variabilidad de los flujos de caja reales con respecto a los proyectados. Un método de inclusión del riesgo en la evaluación es el ajuste de la tasa de descuento. Se deben hacer correcciones en la tasa de descuento de modo que, a mayor riesgo, mayor debe ser la tasa para castigar la rentabilidad.

1.2. Proyecto Puro

A continuación, se presenta el análisis económico del proyecto considerando financiamiento total por parte del inversionista, este análisis se muestra en el flujo de caja que se detalla en la tabla 5-3.

Dado el carácter de mejora del presente estudio, en este flujo se calculó los ingresos de acuerdo con los ahorros en consumo de electricidad y los egresos fueron obtenidos considerando las remuneraciones del equipo de trabajo que designado al proyecto. Estas remuneraciones serán ajustadas año a año según UN IPC PROMEDFIO DE 4,72% proyectado promedio, considerando la media de IPC de los últimos 10 años (Período Oct 2014 a Oct 2023), ver tabla 5-3 a continuación:

Tabla 5-3: Inflación media (IPC) últimos 10 años.

inflación media	inflación	IPC PROMEDIO
IPC Chile 2023	8,35 %	4,72
IPC Chile 2022	11,61 %	
IPC Chile 2021	4,51 %	
IPC Chile 2020	3,05 %	
IPC Chile 2019	2,56 %	
IPC Chile 2018	2,43 %	
IPC Chile 2017	2,19 %	
IPC Chile 2016	3,80 %	
IPC Chile 2015	4,35 %	
IPC Chile 2014	4,39 %	

Fuente: <https://www.inflation.eu/es/tasas-de-inflacion/chile/inflacion-historica/ipc-inflacion-chile.aspx>

Para el siguiente flujo de caja “puro”, se considerarán en el año 1, el 25% de las remuneraciones descritas, esto considerando que durante los primeros 3 meses del año, se llevará a cabo el desarrollo de la ingeniería y los 3 meses posteriores la fabricación del Step-E para ser aplicado al semestre posterior, donde también será considerado solo un 50% de ingresos a través de los ahorros esperados.

Durante los años 2, 3 y 4, no se consideran egresos a través de costos fijos, esto teniendo en consideración que la aplicación de los paneles se encuentra en marcha, por lo tanto, no es necesario incurrir en dichos costos. Ver tabla 5-4 a continuación

Tabla 5-4: Flujo de Caja puro.

IMPUESTO A LA RENTA	27%				
	Año 0	1	2	3	4
Ingresos		93,9	214,1	244,1	278,3
Egresos		-69,7	0,0	0,0	0,0
Utilidad Operacional		24,2	214,1	244,1	278,3
Depreciación		-74,0	-74,0		
Intereses Crédito Largo Plazo					
Intereses Crédito Corto Plazo					
Pérdida Ejercicio Anterior			-49,8		
Venta de Activo					
Valor Libro					
Utilidad Antes de Impuestos		-49,8	90,3	244,1	278,3
Impuestos		0,0	-24,4	-65,9	-75,1
Utilidad Despues de Impuestos		-49,8	65,9	178,2	203,1
Depreciación		74,0	74,0		
Pérdida Ejercicio Anterior			49,8		
Valor Libro					
Amortización Crédito Largo Plazo					
Amortización Crédito Corto Plazo					
Inversión Activos Fijos	-146,7				
Inversión en Intangibles, Puesta en Marcha e imprevistos	-36,7				
Inversión en Capital de Trabajo					
Recuperación Capital de Trabajo					
Valor de Desecho del proyecto					
Recuperación de IVA		27,9			
Flujo Antes de Financiamiento	-183,3	52,0	189,7	178,2	203,1
Crédito Largo Plazo					
Crédito Corto Plazo					
Flujo Despues de Financiamiento	-183,3	52,0	189,7	178,2	203,1
Flujo Despues de Financiamiento Actualizado	-183,3	47,0	154,9	131,5	135,5
Flujo Despues de Financiamiento Actualizado Acumulado	-183,3	-136,3	18,6	150,1	285,6

Fuente: Elaboración propia para evaluación del proyecto.

Para el desarrollo del flujo anterior, se consideran lo siguientes ítems:

- Tasa de descuento de 10,66%.
- Impuestos durante todo el período del 27%.

El resultado obtenido con el flujo de caja puro en la tabla 5-4, sin considerar financiamiento externo, resulta en un VAN equivalente UF 286 el PRI corresponde al segundo año, la TIR es de un 59% y un IVAN de 1,56. Ver tabla 5-5 a continuación

Tabla 5-5: indicadores Financiamiento Puro

FINANCIAMIENTO PROPIO (PURO)			
VAN	TIR	PRI	IVAN
286	59%	2	1,56

Fuente: Elaboración propia para evaluación del proyecto.

1.3. Proyecto con financiamiento externo del 25%

A continuación, se presenta el análisis del proyecto considerando un 25% de financiamiento externo. En la próxima tabla 5-6, se muestra la amortización del dinero prestado y en la tabla 5-7, se observa el flujo de caja con financiamiento externo al 25%.

Tabla 5-6: Detalle amortización financiamiento al 25%.

	AMORTIZACION				
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
CAPITAL	46	35	24	12	0
CUOTA		13	13	13	13
INTERES		2	2	1	1
AMORTIZACIÓN		11	11	12	12
SALDO		35	24	12	0

Fuente: Elaboración propia para evaluación del proyecto.

Tabla 5-7: Flujo de caja financiamiento al 25%

IMPUESTO A LA RENTA	27%				
	Año 0	1	2	3	4
Ingresos		93,9	214,1	244,1	278,3
Egresos		-70	0	0	0
Utilidad Operacional		24	214	244	278
Depreciación		-74	-74		
Intereses Crédito Largo Plazo		-2	-2	-1	-1
Intereses Crédito Corto Plazo					
Pérdida Ejercicio Anterior			-52		
Venta de Activo					
Valor Libro					
Utilidad Antes de Impuestos		-52	86	243	278
Impuestos		0	-23	-66	-75
Utilidad Despues de Impuestos		-52	63	177	203
Depreciación		74,0	74,0		
Pérdida Ejercicio Anterior			52		
Valor Libro					
Amortización Crédito Largo Plazo		-11	-11	-12	-12
Amortización Crédito Corto Plazo					
Inversión Activos Fijos	-147				
Inversión en Intangibles, Puesta en Marcha e imprevistos	-37				
Inversión en Capital de Trabajo					
Recuperación Capital de Trabajo					
Valor de Desecho del proyecto					
Recuperación de IVA		28			
Flujo Antes de Financiamiento	-183	39	178	166	190
Crédito Largo Plazo	46				
Crédito Corto Plazo					
Flujo Despues de Financiamiento	-138	39	178	166	190
Flujo Despues de Financiamiento Actualizado	-138	35	145	122	127
Flujo Despues de Financiamiento Actualizado Acumulado	-138	-102	43	165	292

Fuente: Elaboración propia para evaluación del proyecto.

La anualidad o cuota calculada para este crédito externo corresponde a 4 pagos de UF 21 con una tasa del 5% anual.

Al igual que en el flujo con financiamiento propio (puro) y considerando el carácter de mejora del presente estudio, en este flujo de caja con financiamiento al 25%, se calculó los ingresos como los ahorros proyectados.

Para el desarrollo del flujo anterior, se consideran lo siguientes ítems:

- Tasa de descuento de 10,66%.
- Impuestos durante todo el período del 27%.
- Tasa de crédito a largo plazo 5%

El resultado obtenido en el flujo de caja mostrado en la tabla 5-7, con financiamiento externo al 25%, muestra que el VAN equivale a UF 292, que el PRI es en el segundo año, la TIR es equivalente a un 71,8% y el IVAN es de 2,13, tal cómo se puede observar en la tabla 5-8 a continuación.

Tabla 5-8: Indicadores financiamiento al 25%

FINANCIAMIENTO 25%			
VAN	TIR	PRI	IVAN
292	71,8%	2	2,13

Fuente: Elaboración propia para evaluación del proyecto.

1.4. Proyecto con financiamiento externo al 50%

A continuación, se presenta el análisis del proyecto considerando un 50% de financiamiento externo. En la próxima tabla 5-9, se muestra la amortización del dinero prestado y en la tabla 5-10, se observa el flujo de caja con financiamiento externo al 25%.

Tabla 5-9: Detalle amortización financiamiento al 50%.

	AMORTIZACION				
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
CAPITAL	92	70	48	25	0
CUOTA		26	26	26	26
INTERES		5	4	2	1
AMORTIZACIÓN		21	22	23	25
SALDO		70	48	25	0

Fuente: Elaboración propia para evaluación del proyecto.

Tabla 5-10: Flujo de caja financiamiento al 50%.

IMPUESTO A LA RENTA	27%				
	Año 0	1	2	3	4
Ingresos		94	214	244	278
Egresos		-70	0	0	0
Utilidad Operacional		24	214	244	278
Depreciación		-74	-74		
Intereses Crédito Largo Plazo		-5	-4	-2	-1
Intereses Crédito Corto Plazo					
Pérdida Ejercicio Anterior			-54		
Venta de Activo					
Valor Libro					
Utilidad Antes de Impuestos		-54	82	242	277
Impuestos		0	-22	-65	-75
Utilidad Despues de Impuestos		-54	60	176	202
Depreciación		74	74		
Pérdida Ejercicio Anterior			54		
Valor Libro					
Amortización Crédito Largo Plazo		-21	-22	-23	-25
Amortización Crédito Corto Plazo					
Inversión Activos Fijos	-147				
Inversión en Intangibles, Puesta en Marcha e imprevistos	-37				
Inversión en Capital de Trabajo					
Recuperación Capital de Trabajo					
Valor de Desecho del proyecto					
Recuperación de IVA		28			
Flujo Antes de Financiamiento	-183	26	166	153	178
Crédito Largo Plazo	92				
Crédito Corto Plazo					
Flujo Despues de Financiamiento	-92	26	166	153	178
Flujo Despues de Financiamiento Actualizado	-92	24	136	113	118
Flujo Despues de Financiamiento Actualizado Acumulado	-92	-68	68	180	299

Fuente: Elaboración propia para evaluación del proyecto.

La anualidad o cuota calculada para este crédito externo corresponde a 4 pagos de UF 42 con una tasa del 5% anual.

Al igual que en el flujo con financiamiento propio (puro) y considerando el carácter de mejora del presente estudio, en este flujo de caja con financiamiento al 50%, se calculó los ingresos como los ahorros proyectados.

Para el desarrollo del flujo anterior, se consideran lo siguientes ítems:

- Tasa de descuento de 10,66%.
- Impuestos durante todo el período del 27%.
- Tasa de crédito a largo plazo 5%

El resultado obtenido en el flujo de caja mostrado en la tabla 5-10, con financiamiento externo al 50%, muestra que el VAN equivale a UF 299, el PRI es en el segundo año, la TIR es equivalente a un 93,5% y el IVAN es de 3,26, tal cómo se puede observar en la tabla 5-11 a continuación.

Tabla 5-11: Indicadores financiamiento al 50%

FINANCIAMIENTO 50%			
VAN	TIR	PRI	IVAN
299	93,5%	2	3,26

Fuente: Elaboración propia para evaluación del proyecto.

1.5. Proyecto con financiamiento externo al 75%

A continuación, se presenta el análisis del proyecto considerando un 75% de financiamiento externo. En la próxima tabla 5-12, se muestra la amortización del dinero prestado y en la tabla 5-13, se observa el flujo de caja con financiamiento externo al 75%.

Tabla 5-12: Detalle amortización financiamiento al 75%.

	AMORTIZACION				
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
CAPITAL	138	106	72	37	0
CUOTA		39	39	39	39
INTERES		7	5	4	2
AMORTIZACIÓN		32	33	35	37
SALDO		106	72	37	0

Fuente: Elaboración propia para evaluación del proyecto.

Tabla 5-13: Flujo de caja financiamiento al 75%.

IMPUESTO A LA RENTA	27%				
	Año 0	1	2	3	4
Ingresos		93,9	214,1	244,1	278,3
Egresos		-70	0	0	0
Utilidad Operacional		24	214	244	278
Depreciación		-74	-74		
Intereses Crédito Largo Plazo		-7	-5	-4	-2
Intereses Crédito Corto Plazo					
Pérdida Ejercicio Anterior			-57		
Venta de Activo					
Valor Libro					
Utilidad Antes de Impuestos		-57	78	240	276
Impuestos		0	-21	-65	-75
Utilidad Despues de Impuestos		-57	57	176	202
Depreciación		74	74		
Pérdida Ejercicio Anterior			57		
Valor Libro					
Amortización Crédito Largo Plazo		-32	-33	-35	-37
Amortización Crédito Corto Plazo					
Inversión Activos Fijos	-147				
Inversión en Intangibles, Puesta en Marcha e imprevistos	-37				
Inversión en Capital de Trabajo					
Recuperación Capital de Trabajo					
Valor de Desecho del proyecto					
Recuperación de IVA		28			
Flujo Antes de Financiamiento	-183	13	154	140	165
Crédito Largo Plazo	138				
Crédito Corto Plazo		11			
Flujo Despues de Financiamiento	-46	24	154	140	165
Flujo Despues de Financiamiento Actualizado	-46	22	126	104	110
Flujo Despues de Financiamiento Actualizado Acumulado	-46	-24	102	206	316

Fuente: Elaboración propia para evaluación del proyecto.

La anualidad o cuota calculada para este crédito externo corresponde a 4 pagos de UF 63 con una tasa del 5% anual¹².

Al igual que en el flujo con financiamiento propio (puro) y considerando el carácter de mejora del presente estudio, en este flujo de caja con financiamiento al 75%, se calculó los ingresos como los ahorros proyectados.

Para el desarrollo del flujo anterior, se consideran lo siguientes ítems:

- Tasa de descuento de 10,66%.
- Impuestos durante todo el período del 27%.

¹² Simulación a través de Banco Santander.

- Tasa de crédito a largo plazo 5%
- Crédito corto plazo de 11UF en el primer año para cubrir las pérdidas.

El resultado obtenido en el flujo de caja mostrado en la tabla 5-13, con financiamiento externo al 75%, muestra que el VAN equivale a UF 316, que el PRI es en el segundo año, la TIR es equivalente a un 154,4% y el IVAN es de 6,88, tal cómo se puede observar en la tabla 5-14 a continuación.

Tabla 5-14: Indicadores financiamiento al 75%

FINANCIAMIENTO 75%			
VAN	TIR	PRI	IVAN
316	154,4%	2	6,88

Fuente: Elaboración propia para evaluación del proyecto.

Con el objetivo de mostrar de forma resumida el resultado de cada ejercicio desarrollado, se generará la tabla 5-15, donde se encuentran los indicadores económicos obtenidos en los diferentes escenarios de financiamiento.

Tabla 5-15: Resumen financiamiento.

FINANCIAMIENTO	VAN (UF)	TIR (%)	PRI (AÑO)	IVAN
PROPIO	286	59,2%	2	1,56
25%	292	71,8%	2	2,13
50%	299	93,5%	2	3,26
75%	316	154,4%	2	6,88

Fuente: Elaboración propia para evaluación del proyecto.

1.6. Sensibilizaciones

En este punto se analizan las variables consideradas relevantes para el éxito o fracaso del proyecto, dado esto, las variables a analizar son precio y costos.

1.6.1. Sensibilización e Ingresos (precio)

La sensibilización de los ingresos tiene por objetivo, determinar la importancia del Valor actual neto (VAN) en relación con otras variables (ingresos), por lo tanto, en la tabla 5-16., se observan los resultados de la sensibilización, los cuales corresponden al flujo de caja con financiamiento del 75%; se utiliza este flujo dado que fue el que mejores resultados entrego en el ejercicio anterior.

A continuación, se presenta la tabla 5-16 y Gráfico 5-1 donde se establece la relación entre la variación de Ingresos y la sensibilidad del VAN respecto de esta variable. Ver tabla 5-16 a continuación.

Tabla 5-16: Sensibilidad VAN respecto de los ingresos.

VARIACIÓN VARIABLE A SENSIBILIZAR		
VARIACIÓN INGRESOS	VAN	Var. VAN
70%	\$ 637	102%
45%	\$ 522	65%
25%	\$ 430	36%
0%	\$ 316	0%
-25%	\$ 201	-36%
-45%	\$ 109	-65%
-70%	\$ -	-100%

Fuente: Elaboración propia para evaluación del proyecto.

Fuente: Elaboración propia Flujo puro.

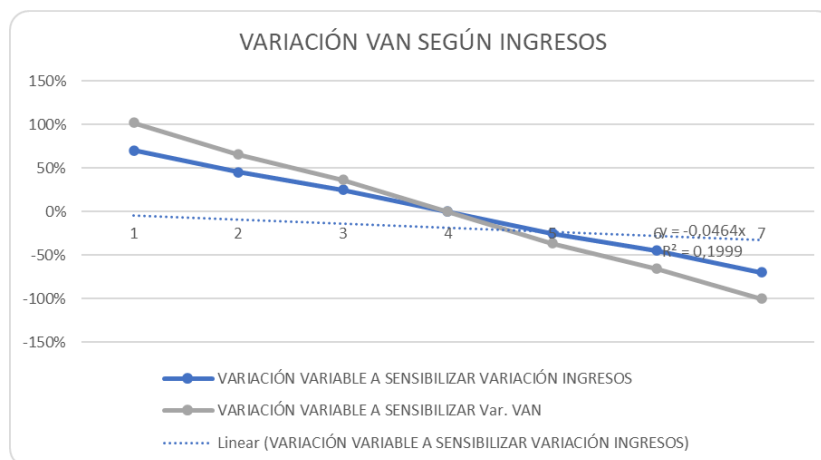


Gráfico 5-1: Variación VAN Según ingresos.

De esta manera, se puede inferir que la sensibilidad del VAN respecto de los ingresos es directamente proporcional, por lo tanto, si los ingresos aumentan hasta un 99%, el van aumentará en la misma proporción; esto mismo ocurre en el caso contrario, cuando los ingresos son inferiores, el van se verá afectado de manera negativa.

1.6.2. Sensibilización de costos (Egresos)

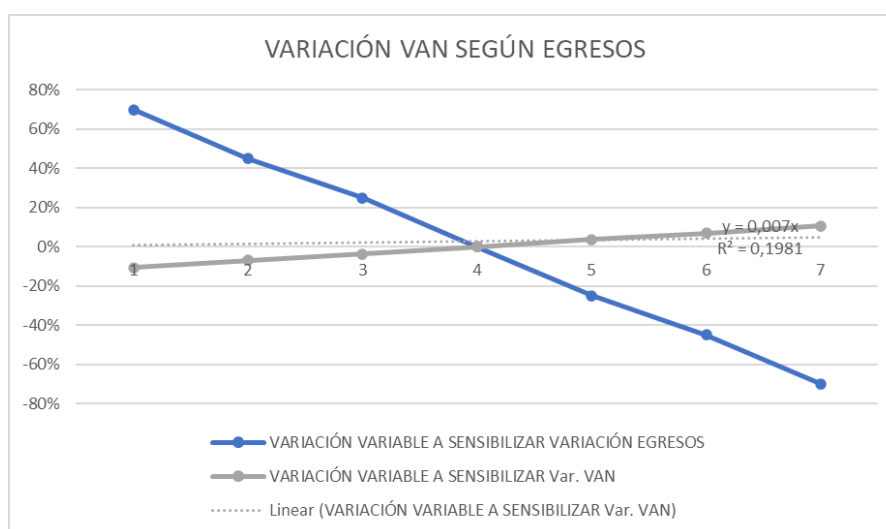
La sensibilización de los costos tiene por objetivo, determinar la importancia del Valor actual neto (VAN) en relación con los costos (Egresos), por lo tanto, en la tabla 5-17., se observan los resultados de la sensibilización, los cuales corresponden al flujo de caja con financiamiento del 75% se utiliza este flujo dado que fue el que mejores resultados entrego en el ejercicio anterior.

A continuación, se presenta la tabla 5-17 y Gráfico 5-2 donde se establece la relación entre la variación de Ingresos y la sensibilidad del VAN respecto de esta variable. Ver tabla 5-16 a continuación.

Tabla 5-17: Sensibilidad VAN respecto de los Egresos.

VARIACIÓN VARIABLE A SENSIBILIZAR		
VARIACIÓN EGRESOS	VAN	Var. VAN
70%	\$ 282	-11%
45%	\$ 294	-7%
25%	\$ 304	-4%
0%	\$ 316	0%
-25%	\$ 327	4%
-45%	\$ 337	7%
-70%	\$ 349	11%

Fuente: Elaboración propia para evaluación del proyecto.



Fuente: Elaboración propia Flujo puro.

Gráfico 5-2: Variación VAN Según Egresos.

En este caso el VAN es inversamente proporcional a los egresos (Remuneraciones), por lo tanto, al aumentar los egresos acercándose al 99% el van será de 0, por otra parte, si los egresos caen acercándose al 99%, vale decir, se transforma en ahorro, el VAN tendrá una variación del 26%, manteniendo su valor positivo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Considerando el estudio de prefactibilidad realizado en los capítulos precedentes de este estudio, la creación de un proyecto de mejora energética para reducir los costos por consumo de electricidad en la planta de Schneider Electric S.A Quilicura, requiere una inversión inicial en activos fijos de UF36,8; donde se consideran los activos fijos que serán utilizados en la primera etapa de este estudio y que corresponde al desarrollo de la ingeniería y diseño del step-E.

En esta misma línea, la estructura financiera más conveniente corresponde al proyecto con financiamiento del 75%, esto considerando que tiene el índice VAN más alto entre los 4 tipos de evaluaciones económicas, logrando un valor de UF 316 y una tasa interna de retorno (TIR) del 154,4%.

Los casos de estudio presentan un Valor actual neto positivo, lo que refleja que satisfacen la tasa de descuento fijada para el proyecto. Cada vez que se otorga un mayor financiamiento, se observa un decrecimiento en el VAN, sin embargo, la TIR aumenta, lo cual indica que el proyecto tiene mejor retorno.

La sensibilización realizada a los precios y costos, bajo esta estructura financiera, muestra que el proyecto soporta una disminución de los ingresos que, incluso, podrían verse reducidos un 70% y un aumento en los costos superior a un 90%, obteniendo con esto un VAN cercano a cero y un mínimo de margen de rentabilidad, por lo tanto, el proyecto muestra una sensibilidad mayor en volumen de ingresos percibidos, obligando a poner especial cuidado en esta variable. Esto se debe a que los ingresos corresponden al “ahorro” proyectado respecto del consumo de energía eléctrica, no obstante, los egresos corresponden a las remuneraciones asociadas al proyecto, por lo que si estas se ven aumentadas, el VAN se verá afectado de manera negativa.

En análisis de cada uno de los puntos expuestos en este estudio, muestran la importancia de contar con una metodología de trabajo y un pensamiento estructurado al momento de realizar un estudio de prefactibilidad para un negocio y la búsqueda de alternativas que permitan maximizar la eficiencia de los recursos.

En base a los estudios realizados en el presente trabajo y los criterios de evaluación obtenidos, se considera y declara que el proyecto es viable. Para más detalles ver la siguiente tabla resumen.

FINANCIAMIENTO	VAN (UF)	TIR (%)	PRI (AÑO)	IVAN
PROPIO	286	59,2%	2	1,56
25%	292	71,8%	2	2,13
50%	299	93,5%	2	3,26
75%	316	154,4%	2	6,88

Fuente: Elaboración propia para evaluación del proyecto.

Adicional a lo anterior, este estudio refleja la necesidad de establecer un consumo energético eficiente, buscando nuevas alternativas de energías renovables, contribuyendo con el desarrollo tecnológico y el cuidado del medioambiente.

El análisis de mercado mostró una alta tendencia al uso de energías renovables no convencionales, además de un crecimiento exponencial para su aplicación en la industria.

Una de las recomendaciones y, bajo juicio personal, guarda relación con una buena planificación de producción al momento de negociar valores por KW/H con la compañía Enel Distribución; esto permitirá reducir los costos asociados al consumo de electricidad, donde un aporte adicional de energía podrá ser proporcionado por el Step-E. Si bien este debe responder a un diseño eficiente, que genere una potencia adecuada para el consumo de luminarias, lo recomendable será realizar pruebas en diferentes períodos del año, donde se contemple un alta, media y baja producción.

BIBLIOGRAFIA

- Preparación y evaluación de proyectos, Sexta edición, Nassir Sapag.
- Evaluación de proyectos “Guías de ejercicios, problemas y soluciones”, tercera edición, José Manuel Sapag Puelma.
- Gestión de sustentabilidad interna Schneider Electric, Energy PS 2023.
- Fenómeno piezoeléctrico: <https://tomorrow.city/a/piezolectricidad-generar-energia-con-movimiento>
- Diseño Placa piezoeléctrica: <https://www.americanpiezo.com/standard-products/disc-benders.html>
- ERNC Chile: <https://blog.investchile.gob.cl/bloges/energia-chile-atractivo>
- ERNC Chile 2: <https://generadoras.cl/prensa/energias-solar-y-eolica-se-convierten-en-las-principales-fuentes-de-generacion-energetica-en-chile>
- Revista Repsol: <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/tecnologia-innovacion/piezolectricidad/index.cshtml>
- Sostenibilidad para todos, Acciona: https://www.sostenibilidad.com/vida-sostenible/que-es-la-piezolectricidad/?_adin=02021864894
- Densidad de Potencia: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Representacion-de-la-densidad-de-potencia-en-funcion-del-voltaje-de-nuevas_fig1_270081186
- Matriz energética:
[https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/32492/1/BCN_Matriz_energetica_electrica_en_Chile.pdf#:~:text=La%20generación%20bruta%20del%20SEN,derivados%20del%20petróleo%20\(3%25\)](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/32492/1/BCN_Matriz_energetica_electrica_en_Chile.pdf#:~:text=La%20generación%20bruta%20del%20SEN,derivados%20del%20petróleo%20(3%25))