UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

Modelo de negocio basado en la instalación de sistemas de generación de energía solar fotovoltaica en baja escala

Tesis de grado presentada por:

Oscar Andrés Blaimont Sagredo

Como requisito para optar al grado de:

Magister en Innovación Tecnológica y Emprendimiento

Profesor guía: Rodrigo Andrés Demarco Bull

Santiago, octubre de 2023

1. RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo del presente estudio consiste en presentar un modelo de negocio que facilite, promueva y potencie la generación de energía solar a través de la instalación de plantas fotovoltaicas domiciliarias de baja y mediana escala. Todo lo anterior a través de un proceso de innovación con metodología y estructura definida por la literatura.

Partimos con el desarrollo de hipótesis, en este caso se declaró que existe una predisposición positiva de las personas por el uso de energías renovables y "limpias" o "verdes", sin entrar en detalle exhaustivo de lo que se entiende por este último concepto, que sin duda puede generar debate y el desarrollo de un estudio en sí mismo. Por otra parte, se propone que las personas no usan masivamente sistemas de generación domiciliaria en energías renovables, y que complementariamente no han cotizado formalmente la instalación de uno. Derivado de lo anterior, no saben cuánto tiempo se tarda en recuperar la inversión ni la vida útil de los componentes esenciales del sistema (paneles solares, inversores, baterías), sin embargo, les preocupa que pasará con ellos una vez llegada su obsolescencia.

Se estudió en profundidad la validación de hipótesis a través de investigación y de analizar los resultados de una encuesta especialmente diseñada para identificar y validar dichos postulados, llegando a confirmar o refutar de forma clara cada uno de ellos.

Por otra parte, se analizaron alternativas existentes en el mercado, con la finalidad de hacer una validación cruzada con los principales hallazgos del proceso de investigación y encuesta, detectando que existe poca oferta disponible considerando el gran potencial de demanda latente, existe poca publicidad o marketing respecto de este tipo de servicios y/o productos y sus ventajas. Por otra parte, la oferta que existe se presume saturada de demanda, por lo que su calidad de atención y tiempos de respuesta en general es bastante deficiente. En algunos casos ni siquiera fueron capaces de llegar a una cotización formal.

De todo lo anterior, se diseñó una propuesta de valor y un modelo de negocio centrado en la relación con clientes y el aporte que genera un proyecto de planta solar fotovoltaica domiciliaria, sumado a la mirada de conciencia medioambiental al contribuir localmente a la descarbonización

de nuestra matriz energética y ofrecer un servicio complementario que se hace cargo de forma parcial de los residuos que generan los componentes averiados o dados de baja en un sistema previamente instalado independiente de su origen. Finalizamos con una evaluación de ingresos, costos y retorno sobre la inversión. En el que la principal fuente de ingreso corresponde a la venta/ejecución de un proyecto nuevo.

Se evaluaron tres escenarios para un domicilio ubicado en la ciudad de Calama, considerando su alto índice de radiación solar, parece ser un escenario ventajoso para la instalación de una planta fotovoltaica. Consumo de 6kW/año (alto), 4 kW/año (medio) y 2 kW/año (bajo). Dentro de los cuales al considerar el costo de instalación nos deja sólo con el primer escenario con VAN positivo al evaluar a 10 años. Luego si incorporamos respaldo al sistema, no se alcanza a recuperar la inversión inicial independiente del tipo de baterías usadas: plomo o litio.

Esta evaluación nos induce en primera instancia a creer que la escala del proyecto es una variable relevante y en la medida que la escala es menor, los costos mínimos de equipos e instalación hacen que el proyecto se vuelva menos rentable desde el punto de vista financiero. Esto último explicaría de buena forma por qué no se ha masificado mayormente la instalación domiciliaria en lugares donde existe red de distribución disponible.

2. ÍNDICE

1. RESUMEN EJECUTIVO 2
3. INTRODUCCIÓN 5
4. OBJETIVOS 7
4.1 Objetivo General 7
4.2 Objetivos Específicos 7
5. ALCANCE 7
6. JUSTIFICACIÓN 8
7. METODOLOGÍA 9
7.1 Definición de hipótesis 9
7.2 Análisis cuantitativo 9
7.3 Análisis de alternativas existentes 9
7.4 Generación de un modelo de negocio 10
8. DESARROLLO 11
8.1 Estado del Arte 11
8.2 Análisis cuantitativo 23
8.3 Análisis de alternativas existentes 30
8.4 Generación de un modelo de negocio 32
8.5 Validación de hipótesis 40
9. CONCLUSIONES 41
10. BIBLIOGRAFÍA 42
11. ANEXOS 44
11.1 Potencial de radiación 44
11.2 Análisis descriptivo de la encuesta 46
11.3 Cotizaciones, planta solar fotovoltaica 49
11.4 Cotización baterías e inversores híbridos 61

3. INTRODUCCIÓN

En lo que respecta a la generación energética, podemos definir una problemática desde varios puntos de vista, generalmente el más trascendente dice relación con la búsqueda constante de nuevas fuentes de energía que sean capaces de atender la constante y creciente demanda de la población y su industria. La población mundial se triplicó desde mediados del siglo veinte alcanzando los 8.000 millones a mediados de 2022 según información publicada por el sitio web de las Naciones Unidas. Adicional a eso, se estima un crecimiento cercano a los 2.000 millones más durante los próximos 30 años, llegando a un pico de unos 10.400 millones entre 2080 y 2100. En definitiva, la necesidad de generar energía es directamente proporcional a la población, por ende, dados estos antecedentes respecto del crecimiento proyectado, no sólo nos enfrentamos al complejo desafío de explorar nuevas fuentes de generación amigables con el planeta, sino que la capacidad instalada total deberá crecer acorde al crecimiento demográfico.

Por otra parte, se presume que existe una preocupación e interés de la población en que estas nuevas fuentes de energía sean renovables y limpias, entendiendo que ambos conceptos no pueden ser tratados como sinónimos en esta aproximación. Cuando nos referimos a energía renovable, ponemos énfasis en que el “combustible” utilizado se genera en la naturaleza (sin intervención humana) a una velocidad igual o mayor que la de consumo, por ejemplo, la energía que proviene del sol podría considerase como renovable o la energía de las mareas del océano de igual forma. Complementado con el hecho de que su mera utilización no compromete su disponibilidad futura en una escala de tiempo acorde al desarrollo de la civilización humana. Ejemplos de energía no renovable: el carbón, el petróleo y el gas natural, formando parte de los llamados “combustibles fósiles” cuyo proceso de formación tarda **millones de años**, por lo que se entiende que, si continúa su uso a las tasas actuales se terminará agotando por completo en corto plazo, considerando una escala de tiempo en términos de la presencia del ser humano en el planeta. Estudios indican que estaríamos hablando de 30 a 100 años, al menos en lo que a reservas probadas se conoce y bajo los métodos de explotación actuales. Por otra parte, la energía limpia es aquella que no produce impacto en el ecosistema en cual se genera, el mejor ejemplo para este tipo de energía ha sido habitualmente la solar y la eólica, entre otras quizás menos conocidas.

Aunque cada tipo de generación de energía se puede estudiar en si misma desde estas perspectivas y por cierto tendrá cada una impulsores y detractores, es complejo situar un tipo de generación en

un extremo absoluto. Todas las formas de generación de energía, en cierta medida tienen algo de renovable y no renovable, asimismo como algo de limpia (o verde) y no limpia. Hay que considerar que la escala del proyecto también genera un impacto en sí mismo y supone una variable adicional a la evaluación. No es lo mismo instalar un sistema termosolar o paneles solares en la techumbre de una vivienda particular que un campo solar fotovoltaico de kilómetros cuadrados de extensión, pudiendo afectar el paisaje en sí mismo, tránsito de fauna nativa, entre otras cosas.

La energía hidroeléctrica, por ejemplo, tiene detractores que destacan la destrucción de los ecosistemas de flora y fauna de las áreas que inundan mediante mega represas entre otros aspectos que podrían ser calificados como negativos y no necesariamente tienen relación directa con la generación de gases de efecto invernadero, sin embargo, no se compara con instalar un generador de autoconsumo en un canal o curso de agua para abastecer una casa particular o una comunidad pequeña.

En definitiva, el desarrollo humano como lo conocemos requiere de la generación de energía y los que estamos estudiando y aprendiendo sobre esto, debemos inclinarnos por avanzar en lo que nos parezca más adecuado a nuestros intereses personales, valores, financiera y económicamente accesible entre otras variables.

Estando tan masificada la información respecto de estas nuevas formas de generación de energía, nos queda la sensación que el avance no ha sido tan explosivo como algunos pudieran esperar. Particularmente en lo que respecta de la generación domiciliaria (principalmente para autoconsumo) o autogeneración, y en lo que nos enfocaremos precisamente en este documento, intentar explicar los motivos por los cuales no se avanza más rápido en esta forma de generar energía. Suponemos que existe desconocimiento respecto de los costos de instalación, estudio financiero de beneficios, tiempo de retorno de la inversión, vida útil de los equipos, alternativas de financiamiento, entre otros aspectos que este informe buscará descubrir.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Plantear un modelo de negocio que permita generar, en cualquier domicilio o comunidad del norte de Chile, un beneficio económico cuantificable mediante la instalación de un sistema de generación de energía fotovoltaica (basado en paneles solares).

4.2 Objetivos Específicos

- Identificar elementos clave para la aplicabilidad del modelo de negocio: ventajas, desventajas, restricciones de tipo técnicas y/o legales, interés en este tipo de sistema de generación de energía.
- Identificar soluciones actuales en el mercado local y nacional, analizando la forma en que se hacen cargo del problema y la oferta disponible.
- Realizar una evaluación del modelo de negocio propuesto en función de los beneficios que podría entregar tanto al prestador del servicio como al contratante.

5. ALCANCE

El análisis y validación de hipótesis se realizará principalmente en la ciudad de Calama, Región de Antofagasta, zona norte de Chile, debido al potencial de radiación solar que va en directo beneficio de la eficiencia del sistema de generación. Sumado a una encuesta que buscará cierto grado de representatividad estadística en toda la zona norte del país.

Solo a modo de referencia, mientras que en la ciudad de Calama la radiación anual promedio está en torno a **7,4 kWh/m2/día**, en Santiago es de **5,3** (centro) y en Punta Arenas es de **3,1** (extremo sur).

6. JUSTIFICACIÓN

Teniendo a la vista los objetivos de desarrollo sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), ente del cual Chile forma parte desde 1945, nos enfocamos en tres aspectos que consideramos complementarios y relevantes al plantear un estudio de energía solar:

- Energía asequible y no contaminante [7]
- Ciudades y comunidades sostenibles [11]
- Acción por el clima [13]

Fuente: Sitio web de la ONU

Además de la creciente necesidad de las familias por optimizar sus finanzas. Es que se propone una solución que permite abordar de forma eficaz y eficiente todos estos aspectos, buscando por una parte contribuir a la descarbonización desde un punto de vista de generación local y autoconsumo, pero a la vez lograr la independencia energética generando ahorro en la cuenta de la luz en el mediano-largo plazo.

Si bien la generación de energía solar no es considerada en sí misma una innovación, el primer panel solar se le atribuye a Charles Fritts en el año 1883, una de las hipótesis que buscaríamos demostrar realizando la propuesta de modelo de negocio es que aún a la fecha existe un desconocimiento generalizado de cómo funciona, sus aplicaciones, aspectos a favor y aspectos en contra, entre otras.

7. METODOLOGÍA

7.1 Definición de hipótesis

- Existe predisposición positiva por el uso de energías renovables no convencionales (ERNC).
- Las personas no usan masivamente sistemas de generación de ERNC en sus domicilios.
- Las personas que no tienen sistemas de generación de ERNC nunca han cotizado formalmente la instalación de uno.
- Las personas no saben cuánto tiempo se tarda en recuperar la inversión de un sistema de generación de energía solar fotovoltaica (basado en paneles solares) en una instalación domiciliaria.
- Las personas desconocen la vida útil de los activos y principales componentes de una planta solar fotovoltaica, sin embargo, les preocupa la generación de desechos posterior a su obsolescencia.

7.2 Análisis cuantitativo

En virtud de las hipótesis planteadas, se desarrolló una encuesta para ayudar a validar (o refutar) cuantitativamente cada una de estas. Mediante muestreo probabilístico, considerando una población de 13 millones de personas que viven desde la región metropolitana inclusive, hacia el norte de Chile, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 9%, se requiere una muestra de 120 respuestas.

7.3 Análisis de alternativas existentes

Se estudia preliminarmente el mercado y las empresas disponibles para cotizar proyectos en escala no industrial. Particularmente se analizará un caso aplicado utilizando cotizaciones reales y una

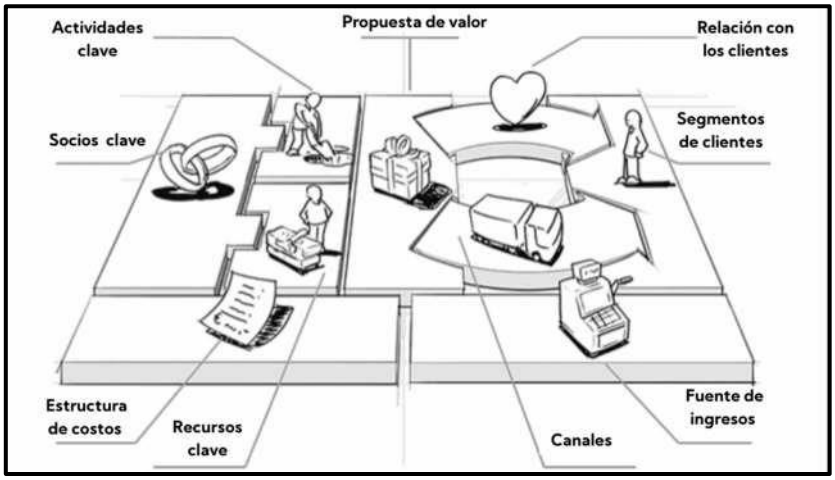
valoración respecto de variables como: tiempo de respuesta, calidad de la asesoría técnica, calidad de la asesoría financiera, costo por kW de capacidad instalada en el proyecto.

Se solicitará cotizar lo siguiente como base técnica común:

- Ubicación: Calama
- Tipo de sistema: Ongrid, con inyección a red bajo Ley de Netbilling
- Respaldo: Sin baterías, indicar factibilidad para instalación posterior de ser requerido
- Capacidad instalada: 5 kW nominal
- Con certificación SEC o con factibilidad para hacerlo de forma posterior de ser requerido

7.4 Generación de un modelo de negocio

Se aplicará la metodología de "Generación de un modelo de negocio" (Alexander Osterwalder & Yves Pigneur, mayo 2016) para definir un modelo que se haga cargo de describir las bases sobre las que una futura empresa se crea, proporciona y capta valor.



Fuente: Generación de modelos de negocio. Alexander Osterwalder & Yves Pigneur (2016)

8. DESARROLLO

8.1 Estado del Arte

Esta sección se enfocará principalmente en explicar la tecnología disponible en los tres principales elementos de un sistema de generación de energía fotovoltaica: paneles solares, inversores y acumuladores o baterías. Además de aspectos relevantes con relación a la ley de generación distribuida.

8.1.1 Paneles solares

Existen de 2 tipos, más una mezcla entre ambos, los clasificamos en:

- Fotovoltaicos
- Térmicos
- Híbridos (fotovoltaico + térmico)

Panel solar fotovoltaico

Es básicamente el encargado de transformar la energía proveniente del sol en electricidad. Por lo general, están compuestos por células o celdas fotovoltaicas de silicio, que a través de un proceso llamado “efecto fotoeléctrico”, transforma la energía lumínica del sol en energía eléctrica. Cuando los fotones provenientes de la luz impactan sobre la superficie del panel, específicamente sobre los átomos de silicio, liberan electrones que serán los responsables de generar la corriente eléctrica.

El silicio es un semiconductor, material que puede comportarse tanto como conductor eléctrico o como aislante. Dependiendo principalmente de las condiciones de temperatura en las que se encuentre (en la conducción tiene una relación inversa de eficiencia con la temperatura) o el nivel de impurezas en su estructura. Es el semiconductor más importante y abundante sobre la superficie terrestre y se considera como materia prima esencial en otros componentes electrónicos tales como computadores o teléfonos celulares.

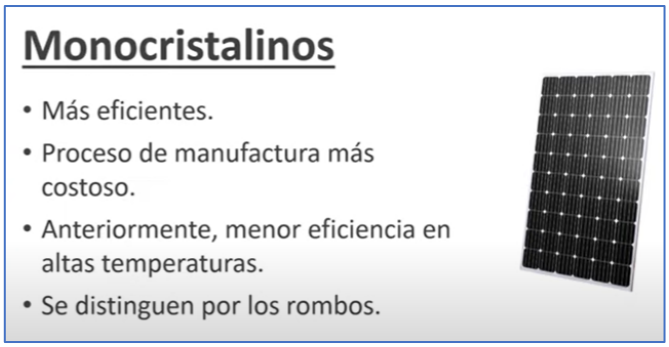
Ventajas de los paneles fotovoltaicos	Desventajas de los paneles fotovoltaicos
Si son de buena calidad, pueden funcionar durante 30 años o más	La inversión inicial es importante
Puede suponer un ahorro de energía en una casa de 50-60%	Exceso de oferta en el mercado con niveles de calidad muy dispares
No tiene problemas de congelación	
Vale para cualquier tipo de aplicación eléctrica	
Mínimo mantenimiento	

Fuente: https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/diferencias-paneles-solares-termicos-y-fotovoltaicos/

Los paneles solares fotovoltaicos a su vez se pueden clasificar en dos grupos por su composición:

a. Silicios Cristalinos: son los más comercializados en el mundo actualmente, se subdividen en monocristalinos (m-Si) y policristalinos (p-Si).

a.1 Monocristalino: de color azul oscuro o negro, su eficiencia es la más alta comparativamente con otros tipos de paneles, oscila entre un 18-20%



Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=Q6HNV_-jlsc&t=544s&ab_channel=CIAE

a.2 Policristalinos: de color azulado, buena relación calidad-precio, eficiencia en torno al 16-18%

Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=Q6HNV_-jlsc&t=544s&ab_channel=CIAE

b. Película delgada o capa fina: compuestos de silicio amorfo (a-Si), telurio de cadmio (CdTe) o cobre indio galio seleniuro (CIGS).

Cuadro resumen de ventajas y desventajas:

TIPO DE PANEL	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Monocristalino	– Alta eficiencia – Mejor estética	– Mayor coste
Policristalino	– Menor coste	– Menor eficiencia – Peor estética
De película delgada	– Flexible y ligero – Mejor estética	– Eficiencia muy baja – Corta esperanza de vida

Fuente: https://www.cambioenergetico.com/blog/tipos-de-paneles-solares-fotovoltaicos/

Respecto de la **eficiencia**, en general los paneles son probados a 25°C y 1000 W/m2

Ejemplo

Un módulo de 60 celdas de 1,65 x 0,99 metros y de 255 W (STC)

$$n = \frac{\frac{Potencia\ Modulo}{Area\ del\ Modulo}}{Irradiancia} = \frac{\frac{255w}{1.65m\ x\ .99m}}{\frac{1000w}{m^2}} = 15.61\%$$

Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=Q6HNV_-jlsc&t=544s&ab_channel=CIAE

STC: Standar Test Condition (condición de prueba estándar).

Panel solar térmico

Están constituidos por serpentines de diferentes materiales, que aprovechan la energía del sol para generar calor y producir como principal uso agua caliente sanitaria (ACS) para la vivienda o para calefaccionar piscinas. Un sistema solar térmico o SST puede proporcionar entre un 50 y un 70% de la demanda de agua caliente de una vivienda unifamiliar.

Ventajas de los paneles térmicos	Desventajas de los paneles térmicos
Pueden aprovechar hasta un 70% de la energía solar incidente	En meses de invierno puede tener problemas de congelación
Tecnología muy sencilla y robusta	Sus aplicaciones son muy limitadas, solamente para calentar agua
Excelente para calentar agua	Menor durabilidad que los paneles fotovoltaicos
Fácil instalación	
Mínimo mantenimiento	

Fuente: https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/diferencias-paneles-solares-termicos-y-fotovoltaicos/

8.1.2 Inversor:

Elemento central de un kit solar para generación de energía mediante paneles fotovoltaicos. Básicamente es el elemento que convierte la corriente continua generada por el panel en corriente alterna para ser utilizada con los principales elementos de consumo del hogar.

Se pueden clasificar según si permiten o no conexión a la red eléctrica:

Off-grid o aislada, sin conexión a la red

Los hay de 12, 24 y 48V, en general se define la potencia según el voltaje de las baterías a utilizar, se recomienda utilizar con baterías, dado que no existe suministro a la red, esto compensará el abastecimiento en los días de menor generación o durante las noches en ausencia de luz solar.

- Off-grid con cargador de batería integrado (híbridos)
- Off-grid con cargador y regulador de carga solar (3 en 1)

Regulador de carga solar: Es un dispositivo que busca optimizar el ciclo de carga de las baterías del sistema pudiendo ser configurado con los parámetros específicos de voltaje y corriente según la curva de ciclo de carga particular de un tipo de batería u otro.

Uno de los reguladores más eficientes son los llamados MTTP por su capacidad de aprovechar al máximo la producción solar.

MTTP: Maximum Power Point Tracking

On-grid, con conexión a la red

El inversor se sincroniza para abastecer con fuente primaria de consumo los paneles solares, dejando la alimentación desde la red eléctrica externa como fuente secundaria. Una variante es el inversor híbrido, el cual puede funcionar con o sin baterías.

Microinversores

Pensados para una pequeña cantidad de paneles, ya que cada panel lleva su microinversor asociado, al aumentar la escala del proyecto se hace menos viable financieramente hablando. Su ventaja es la optimización, puesto que la generación del peor panel no afecta en lo absoluto la generación del resto de los paneles del sistema global. Cabe mencionar que a medida que los desarrollos tecnológicos y de productos avanzan, se han desarrollado inversores clásicos que buscan replicar

esta funcionalidad de optimización para no perder eficiencia por el sombreado de un panel en específico, por ejemplo.

8.1.3 Acumuladores o baterías:

Miden su capacidad en Ampere o Amperio Hora (Ah), para obtener la energía capaz de almacenar en kWh se debe multiplicar su capacidad nominal en Ah por su voltaje nominal.

Ejemplo

Una batería de 100 Ah y de 12V es capaz de almacenar 1,2 kWh

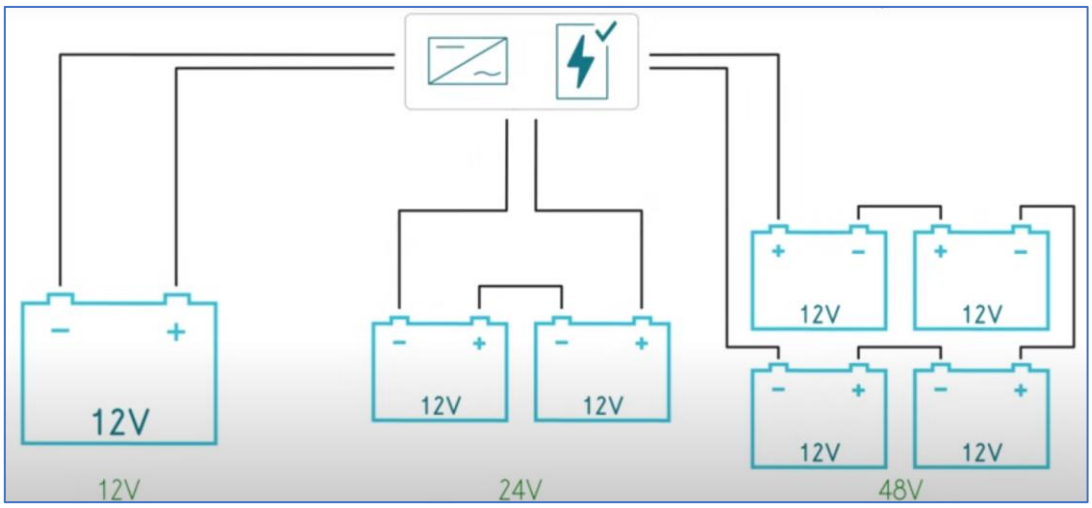
Si bien es una forma de comparar baterías o grupos de baterías entre diferentes tecnologías, existe otra variable muy relevante que nos indica que tanta energía podemos extraer, entendiendo que no toda la energía almacenada se puede extraer para contabilizar un ciclo de uso. Este concepto se conoce como profundidad de descarga o "depth of discharge".

Las baterías de uso solar se pueden clasificar principalmente en dos grupos: Plomo o Litio

8.1.3.1 Baterías de Plomo

Plomo Monoblock o monobloque

Son todas de 12V, para obtener mayor voltaje se deben sumar 2 o más conectadas en serie como se muestra a continuación:

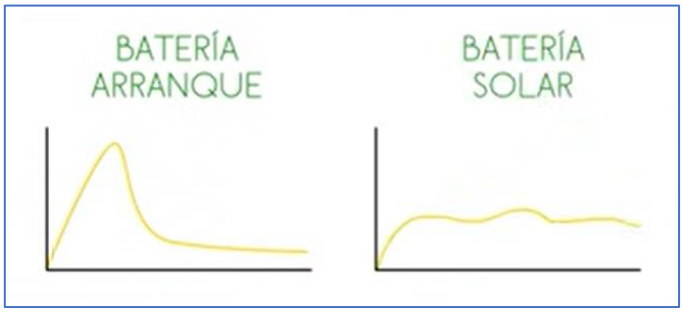


Fuente:
https://www.youtube.com/watch?v=cYoSx9M9Ce8&list=PL7k9WJHhxnHDyz3cvnSSRC3TKZ9PQAI4X&index=3&ab_channel=AutoSolarEnergySolutions

Se pueden subclasificar según la tecnología y la forma de su electrolito:

Plomo ácido abierto

El tamaño es proporcional a su capacidad de almacenar, si bien son similares a las de automóviles o camiones, la principal diferencia radica en la necesidad de tener un pico de corriente (para el arranque) que en general no se considera necesario en las baterías de respaldo de plantas solares. Su mantenimiento consiste básicamente en recargar agua destilada que se evapora por el propio uso del equipo, se debe procurar nunca dejar las placas de plomo expuestas al aire durante su funcionamiento ya que puede dañar la batería en caso de hacerlo.



Fuente:
https://www.youtube.com/watch?v=cYoSx9M9Ce8&list=PL7k9WJHhxnHDyz3cvnSSRC3TKZ9PQAI4X&index=3&ab_channel=AutoSolarEnergySolutions

AGM o batería "en seco"

Su principal ventaja respecto a la anterior radica en el mantenimiento, no requiere recarga con agua ya que consta de un sistema integrado que mantiene las condiciones necesarias para la operación de las placas de plomo en su interior.

AGM: Absorbent Glass Mat

Batería de gel

Similar a la tecnología AGM pero algo más evolucionada ya que por la consistencia gelatinosa de su electrolito asegura mejor distribución a lo largo de las placas internas haciéndola más eficiente e incrementando la cantidad de ciclos respecto de los otros formatos. Es actualmente la tecnología más moderna dentro de la categoría monobloque.

Cuadro comparativo a capacidad y profundidad de descarga equivalente:

Tipo	**Capacidad**	**Ciclos de vida**	**Profundidad descarga**
Plomo ácido abierto	316 Ah	~300	60%
AGM	316 Ah	~500	60%
Gel	316 Ah	~1200	60%

Fuente: Elaboración propia

Existe una variante de baterías de plomo, que corresponde a una especie de partición de las celdas contenidas dentro de las baterías monobloque que permite llegar a capacidades mucho mayores y compatibiliza la manipulación y facilidad de transporte respecto de tener una batería de 12V para capacidad equivalente. Las podemos encontrar en formatos de 2V y 6V

En cuanto a tecnología se pueden clasificar de la misma forma que la sección anterior: plomo ácido abierto, AGM y Gel. Aunque las más comercializadas son las de plomo ácido abierto y Gel.

Otra gran diferencia, radica en la forma de la placa de plomo que puede cambiar la estructura plana por una tubular que permite tener mayor superficie de contacto entre la barra y el electrolito por unidad de espacio, al tener mayor capacidad son igualmente de mayor costo de adquisición, sin embargo, la mayor durabilidad permite que sean competitivas en el mercado. Su vida útil va desde los 12 a los 15 años dependiendo del cuidado, uso y calidad de fabricación. Considerar la importancia de la mantención para las abiertas con electrolito líquido que requieren recarga y revisión periódica para evitar daño permanente.

8.1.3.2 Baterías de litio o ion litio

Son más practicas por su menor tamaño y peso respecto a otras tecnologías para la misma capacidad de almacenamiento. Su profundidad de descarga supera el 90%, no son capaces de dar una punta o pico de consumo muy elevado a diferencia de algunas baterías de plomo, por lo que su uso estará recomendado en función de los equipos que se requiera energizar.

El precio comercial es muy superior al de una batería de plomo. Aunque por su mayor profundidad de descarga y mayor durabilidad, hace que la decisión financiera las haga igualmente competitivas en una evaluación a largo plazo.

Uno de los problemas que se puede presentar en este tipo de baterías, es la compatibilidad, comercialmente se fabrican algunas marcas para ser compatibles sólo con inversores de la misma marca. No así con las baterías tradicionales de plomo que son prácticamente compatibles con cualquier inversor que funcione con esa tecnología.

Otra ventaja, es que se pueden mezclar baterías nuevas y usadas al ponerlas en serie o paralelo, ya que el computador que integran tiene la inteligencia para regular cuanta energía es capaz de extraer de forma de optimizar su uso, es decir, tenemos mayor flexibilidad para ampliar capacidad en cualquier momento como una ventaja a favor de las baterías de litio. En el caso de las baterías de plomo, tiende a empeorar el rendimiento global a la batería más antigua o dañada del sistema, por lo que no se recomienda mezclar baterías nuevas con usadas en ese tipo de tecnología.

Dentro de las ventajas, se puede considerar la garantía que entregan las marcas comerciales actualmente, en torno a 10 años de uso. En comparación de las baterías de plomo que como mucho podrán entregar 2 años (similar a la duración de una batería de auto).

Respecto de los ciclos, considerar una base en torno a 6000 ciclos, comparativamente con las de plomo que en el mejor de los casos podría llegar a entregar unos 3000 ciclos dependiendo de su configuración y voltaje.

Tabla comparativa

Tipo de batería	**Plomo ácido**	**Litio o Ion Litio**
Precio de compra	Menor	Mayor
Profundidad de descarga	50-60%	90-100%
Ciclos de vida	800-3000	6000 o más
Flexibilidad	Menor	Mayor
Compatibilidad	Mayor	Menor
Peso y tamaño	Mayor	Menor
Eficiencia de carga	80-85%	95-99%

Fuente: Elaboración propia

Como conclusión de esta la sección, lo que se recomienda es evaluar el costo por ciclo y de largo plazo antes de tomar una decisión de compra.

8.1.1 Ley de generación distribuida o "Netbilling"

La ley de generación distribuida fue publicada en Chile en febrero de 2012 bajo el número 20.571, sin embargo, no fue hasta octubre de 2014 que entra en vigor con la publicación del reglamento que la rige.

En términos generales, el objetivo de la ley es incentivar y regular la inyección de excedentes que tenga o pudiese tener una planta de generación de ERNC para hogares o empresas, con capacidad instalada no mayor a 100 kW, esta inyección de excedentes será controlada por un medidor bidireccional para ser posteriormente descontada de la cuenta el mes siguiente a un valor referencial del 50% del valor final de compra de la energía según esté regulado por tipo de cliente y su ubicación geográfica.

En noviembre del año 2018 se publica una actualización de la ley que considerar principalmente las siguientes mejoras o cambios:

1) Se aumenta la capacidad instalada para quedar bajo el amparo de la ley para inyección de excedentes a la red desde 100 a 300 kW.

2) Posibilidad de traspasar excedentes a otras instalaciones del mismo propietario (otro domicilio o dirección) siempre que sea con la misma concesionaria de distribución eléctrica.

3) Posibilidad de inyectar excedentes en sistemas de propiedad comunitaria o conjunta, por ejemplo, de un edificio de departamentos, de un condominio, o de una pequeña comunidad de vecinos. Los descuentos serán aplicados con la regla de distribución que se defina por la misma comunidad en las boletas de todos los beneficiarios de forma independiente.

4) Los descuentos en boleta por inyección de excedentes se podrán aplicar en la totalidad del documento, es decir, sobre todos los cargos y no sólo sobre el concepto de electricidad consumida.

Por otra parte, hay que señalar que los excedentes que no pudiesen ser descontados de la boleta siguiente por tener consumo menor a inyección nuevamente se podrán eventualmente pagar a clientes residenciales (personas naturales) que no superen los 20 kW de capacidad instaladas o a personas jurídicas sin fines de lucro que no superen los 50 kW de capacidad instalada. Otros clientes con mayor capacidad hasta el tope de 300 kW deberán demostrar que el sistema fue originalmente diseñado e instalado para autoconsumo para poder optar a los pagos de excedentes que no puedan ser descontados.

Luego, de 5 años, y respecto de los clientes que no cumplan los requisitos del párrafo anterior, sus excedentes que no hayan podido ser descontados se distribuirán como un “ahorro” para todos los usuarios de la red dentro de la misma comuna.

El reglamento actualizado se publica finalmente en septiembre de 2020 y a la fecha constituye el documento vigente para la aplicación de la ley.

8.2 Análisis cuantitativo

8.2.1 Determinación del tamaño de muestra

En primer lugar, nos enfocaremos en determinar el tamaño de la muestra, de modo que esta tenga representatividad estadística respecto de la población objetivo, la cual se define en todos los habitantes de Chile desde la región metropolitana hacia el norte, debido principalmente al potencial de generación de energía solar fotovoltaica en esa parte del país.

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Regiones_de_Chile_por_poblaci%C3%B3n

Población por región según INE (estimación para 2023):

Arica y Parinacota	259.802
Tarapacá	406.287
Antofagasta	714.142
Atacama	319.992
Coquimbo	879.267
Valparaíso	2.010.849
Metropolitana de Santiago	8.420.729
	13.011.068

Fuente: INE

Se asumirá muestreo probabilístico, es decir, cada individuo tiene la misma probabilidad de ser seleccionado, dado que la obtención de datos se realizará a través de redes sociales.

Para calcular el tamaño de muestra, se utiliza la siguiente formula, que asume una población muy grande (teóricamente infinita):

Formula para calcular el tamaño de muestra infinita

$$n = \frac{Z_{\alpha}^{2} * p * q}{e^2}$$

n = Tamaño de muestra buscado
N = Tamaño de la Población o Universo
z = Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC)
e = Error de estimación máximo aceptado
p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)
q = (1 - p) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

Fuente: https://www.questionpro.com/es/tama%C3%B1o-de-la-muestra.html#calcular_muestra

Z = nivel de confianza, 95%

p: probabilidad de ocurrencia de un evento, 50%

c: margen de error, 9%

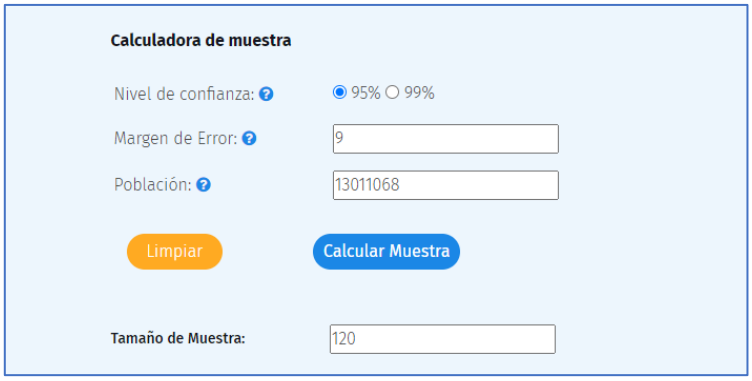
VALORES DE $z_{\alpha/2}$ PARA LOS NIVELES DE CONFIANZA MÁS USADOS

Nivel de confianza	α	$\alpha/2$	$z_{\alpha/2}$
90%	.10	.05	1.645
95%	.05	.025	1.960
99%	.01	.005	2.576

Fuente: https://rpubs.com/acatania/396921

$$n = \frac{(1{,}96)^2 * 0{,}5 * (1 - 0{,}5)}{(0{,}09)^2} = 118{,}6$$

Lo anterior da una muestra objetivo de 118,6 personas, usando la calculadora que provee el mismo sitio web de *questionpro*, lo redondea a un valor de 120 por lo que nos quedaremos como ese valor objetivo, considerando que es el mayor de ambos.



Fuente: https://www.questionpro.com/es/calculadora-de-muestra.html

8.2.2 Diseño de la encuesta

Se tomo como punto inicial las hipótesis señaladas en el punto 7.1 de este informe, lo que se busca es poder validarlas o refutarlas previo a la generación del modelo de negocio. Se estructura básicamente en dos secciones, la primera refiere a caracterización de quien responde y la segunda valida la relación e interés con la generación de energía solar fotovoltaica.

a. Caracterización de quien responde

P1: Selección múltiple. Respecto del inmueble que habitas, vives en…

- Casa, fuera de un condominio
- Casa, dentro de un condominio
- Departamento

P2: Selección múltiple. Respecto del inmueble que habitas, eres…

- Propietario
- Arrendatario
- Ninguna de las anteriores

P3: Selección múltiple. Rango de edad

- Menor de 18 años
- 18-24
- 25-44
- 45-64

- 65 o más

P4: Selección múltiple. ¿Hace cuánto vives en tu residencia actual?

- Menos de 1 año
- Entre 1 y 3 años
- Entre 4 y 6 años
- Entre 7 y 9 años
- 10 años o más

P5: Texto libre. ¿En qué comuna vives?

P6: Texto libre. ¿En qué región vives?

b. Relación e interés con la generación de energía solar fotovoltaica

P7: Selección múltiple. ¿Tienes instalado un sistema de generación de energía solar fotovoltaica (paneles solares) en tu casa o comunidad?

- No tengo ningún tipo de sistema de generación de energía
- Tengo un sistema de generación solar fotovoltaico certificado
- Tengo un sistema de generación solar fotovoltaico no certificado (auto instalación)
- Tengo sistemas de generación de energía renovable de otro tipo (eólica, termosolar, etc.)

P8: Selección múltiple. ¿Te interesaría tener un sistema de generación de energía solar fotovoltaica (paneles solares) en tu domicilio? No considerar el costo de instalación en tu respuesta

- Si, me interesa
- Ya tengo uno, me interesaría actualizarlo (aumento de capacidad, certificarlo, renovar componentes, otro)
- Ya tengo uno, no me interesa hacer nada más por ahora
- No me interesa

P9: Casillas de verificación. En caso de decidir instalar un sistema de generación de energía solar fotovoltaica (paneles solares) ¿cuáles serían tus principales motivaciones? Es posible marcar más de una opción

- Ayudar al medioambiente, generando energía limpia
- Bajar los costos de energía, reducir o eliminar la cuenta de la luz
- Bajar el riesgo ante cortes de energía de la red, continuidad de suministro
- Independizarme de la red eléctrica (busco un sistema off-grid)
- No me interesa

P10: Selección múltiple. ¿Has cotizado la instalación de un sistema de generación de energía solar fotovoltaica (paneles solares) en tu domicilio alguna vez?

- Si, pero no tomé la decisión de concretar
- Si, tengo instalado actualmente (o en proceso de instalación)
- No tengo experiencia en esto

P11: Selección múltiple. ¿Te preocupa que sucederá con los paneles solares u otros insumos o componentes del sistema de generación cuando se termine su vida útil?

- No me preocupa
- Me preocupa, sin embargo, creo que es mejor que contaminar con energías no renovables como carbón o derivados del petróleo
- Me preocupa, me gustaría conocer alternativas de reutilización o reciclaje de sus componentes antes de ejecutar un proyecto relacionado

P12: Selección múltiple. ¿Cuánto tiempo crees que es la vida útil de los paneles solares en un sistema de generación de energía fotovoltaica con la tecnología actual a 2023, y con un nivel de producción aceptable (la capacidad de generación va bajando con los años de uso)?

- Menos de 10 años
- Entre 11 y 20 años
- Entre 21 y 30 años
- 31 años o más

8.2.3 Aplicación de la encuesta

La encuesta fue diseñada en Google Forms y aplicada entre los días 13 y 28 de agosto de 2023.
Enlace de la encuesta: https://forms.gle/Q8Uva6iUmRNh55y16

8.2.4 Principales Insights obtenidos de la encuesta

En esta sección se profundizará en los principales descubrimientos respecto del análisis de los resultados. El detalle por pregunta quedará disponible en los anexos del informe.

La gran mayoría de los encuestados (88,2%) no tiene ningún tipo de sistema de generación de energía instalado en su residencia, sin embargo, sobre el 90% señala que le interesaría tener un sistema solar fotovoltaico sin considerar en primera instancia el costo de instalación.

Respecto de realizar un proyecto, la mayoría cree (59,1%) que el tiempo para recuperar la inversión asociada está entre 2 y 5 años, lo cual se acerca bastante a lo que pudimos corroborar con las cotizaciones reales que se pueden encontrar en la sección 8.3 de este informe.

En cuanto a las motivaciones que llevarían al encuestado a instalar un sistema de generación de energía solar fotovoltaico, lideran las opciones “Bajar los costos de energía, reducir o eliminar la cuenta de la luz” en primer lugar y “Ayudar al medioambiente, generando energía limpia” en segundo lugar con 73,2% y 67,7% de incidencias respectivamente. Por otra parte, sólo un 2,4% señala “No me interesa”. Sin profundizar en lo que entendemos por energía limpia puesto que la definición es relativa al contexto.

A pesar del interés y motivación demostrado en puntos anteriores, un 76,4% de los encuestados declara que nunca ha cotizado un proyecto de energía solar fotovoltaica en su residencia, o se declara sin experiencia previa en la materia.

Respecto de los residuos del sistema, se consultó respecto de la preocupación por lo qué pasará con estos una vez terminada su vida útil, llegando a un 89,8% las respuestas que demuestran alguna preocupación, siendo la primera mayoría la que le gustaría conocer alternativas de reciclaje y/o reutilización de sus componentes antes de ejecutar un proyecto. Parte de esto puede estar enlazado

con la siguiente pregunta que detecta un alto desconocimiento de la vida útil real de los paneles, en el mercado actual pueden llegar fácilmente a superar los 25 años y llegar inclusive a 30 o 40 con una capacidad de generación menor, un 84,3% de los encuestados cree que la duración de los paneles es de 20 años o menos. Algunos investigadores en la materia han incluso propuesto que en el futuro se podría dar un mercado de paneles de segunda mano, quienes prefieran pagar más podrán tener paneles nuevos a su máxima capacidad teórica de generación, otros que prefieran pagar menos podrán comprar paneles usados en buen estado con menor capacidad de generación.

8.3 Análisis de alternativas existentes

Se solicitó cotizar lo siguiente a un grupo de 20 empresas disponibles en el mercado local:

- Ubicación: Calama
- Tipo de sistema: On-grid, con inyección a red bajo Ley de Netbilling
- Respaldo: Sin baterías, indicar factibilidad para instalación posterior de ser requerido
- Capacidad instalada: 5 kW nominal
- Con certificación SEC o con factibilidad para hacerlo de forma posterior de ser requerido

Como resultado, se construye el siguiente cuadro resumen con precios referenciales por kW como principal variable para analizar (con IVA, sin instalación, sin despacho a lugar de instalación):

Empresa	Sitio Web	Precio CLP/kWh
1. Kuhn	https://www.kuhn.cl	$629.462
2. Rayssa	https://www.rayssa.cl	$544.532
3. Solar Store	https://www.solarstore.cl	$633.333
4. Natura Energy	https://www.naturaenergy.cl	$527.271 / $836.362 (*)
5. Sol Energy	https://www.solenergy.cl	No disponible
6. Todo Solar Chile	https://www.todosolarchile.cl	$500.000
7. Solar en Línea	https://solarenlinea.cl	$582.927
8. Alma Solar	https://www.almasolar.cl	No disponible
9. T&H Soolar	https://www.tyh.cl	No disponible
10. Solcor Chile	https://solcorchile.com	No disponible
11. Nikola	https://nikola.cl	No disponible
12. Norsol	https://norsol.cl	No cumple
13. Punto Solar	https://puntosolar.cl	$632.346
14. Ener Life	https://enerlife.cl	No disponible
15. AMC	https://amcenergia.cl	Sin respuesta
16. Tritec Center	No funciona	Sin respuesta
17. Vincent Solar	https://www.vincentsolar.com	$833.000 (*)
18. Kit Solares	https://kitsolares.cl	$1.252.525 (*)
19. Solar Tek	https://www.solartek.cl	$1.070.707 (*)
20. RC Solar	No tiene	Sin respuesta

Fuente: Elaboración propia, en base a cotizaciones reales

(*) Sólo cuenta con cotización con instalación incluida

Conclusiones de esta sección, si bien es posible encontrar numerosas empresas que ofrecen venta de equipos solares, son pocas las que cuentan con servicio integral y aún menos las que instalan en todo Chile. Encontrando de una muestra aleatoria buscada en internet de 20 empresas diferentes, un precio promedio, sin instalación, según muestra valorizada (7) de **$578.553 por kW** y un precio promedio, con instalación, según muestra valorizada (4) de **$998.149 por kW**. Dentro de las cuales sólo 2 cumplen a cabalidad la base técnica requerida y tienen factibilidad de instalar lo cotizado en Calama y además asesorarnos para acogernos a la ley de generación distribuida. De todas formas existen costos adicionales que asumir adicional a lo indicado por instalar en Calama, tales como, transporte, alojamiento de los técnicos, despacho, entre otros.

8.4 Generación de un modelo de negocio

En base a la metodología propuesta por Alexander Osterwalder & Yves Pigneur en "Generación de modelos de negocio (2016) se plantearán los principales aspectos a considerar. A continuación, describiremos brevemente cada uno de los nueve módulos del modelo de negocio:

1. Segmentos de mercado: Nicho de mercado, si bien existe un interés elevado por la generación de energías renovables, cuando lo aterrizamos a la posibilidad real de concretar un proyecto, se cree que el mercado es aún incipiente y aún está en etapa de "early adopters" a pesar de tratarse de una tecnología que básicamente existe hace decenas de años. Claramente no está evolucionando a la velocidad que lo hacen los teléfonos inteligentes u otras tecnologías de uso masivo.

2. Propuestas de valor: Se valida la hipótesis primaria por medio del análisis de encuesta, en el que la reducción de costes de energía se posiciona como el elemento más relevante de valor para el cliente, el factor reducción de riesgos es importante pero no aparece sino hasta el 3er lugar, apareciendo la preocupación por el medioambiente como segundo lugar muy cerca de la reducción de costes.

3. Canales: Propio y directo, es decir, equipo comercial y ventas por internet. Debe existir simplicidad para generar el contacto y realizar cotizaciones rápidas que puedan ser posteriormente analizadas en conjunto con un asesor experto por la modalidad que el cliente prefiera dentro de todo el espectro de medios virtuales que existen. La venta presencial, se debe dar en un escenario de proyectos especiales de mayor envergadura o en situación que un cliente ya haya generado un depósito con intención real de concretar un proyecto para los ajustes técnicos necesarios de una instalación.

4. Relaciones con clientes: Asistencia personal exclusiva, cada cliente que realice una cotización, deberá ser contactado de forma personalizada para conocer en mayor detalle su interés real y necesidades, con el propósito de ajustar la cotización referencial que pudo o no haber sido solicitada por el sitio web.

5. Fuentes de ingresos: Venta de activos. Mecanismo de fijación de precios: una mezcla entre Fijo para los equipos y componentes del sistema y Dinámico para la asesoría, instalación y/o certificación. La principal fuente de ingresos es la venta e instalación de proyectos de generación, las mejoras o incrementos de capacidad futura se posicionarían como una fuente de ingreso deseada, aunque secundaria buscando un modelo similar al de los vehículos nuevos, en el que se espera que el sistema sea revisado y mantenido por la misma empresa para mantener la garantía por un tiempo mayor. Si el sistema es intervenido por externos, la garantía podría perderse.

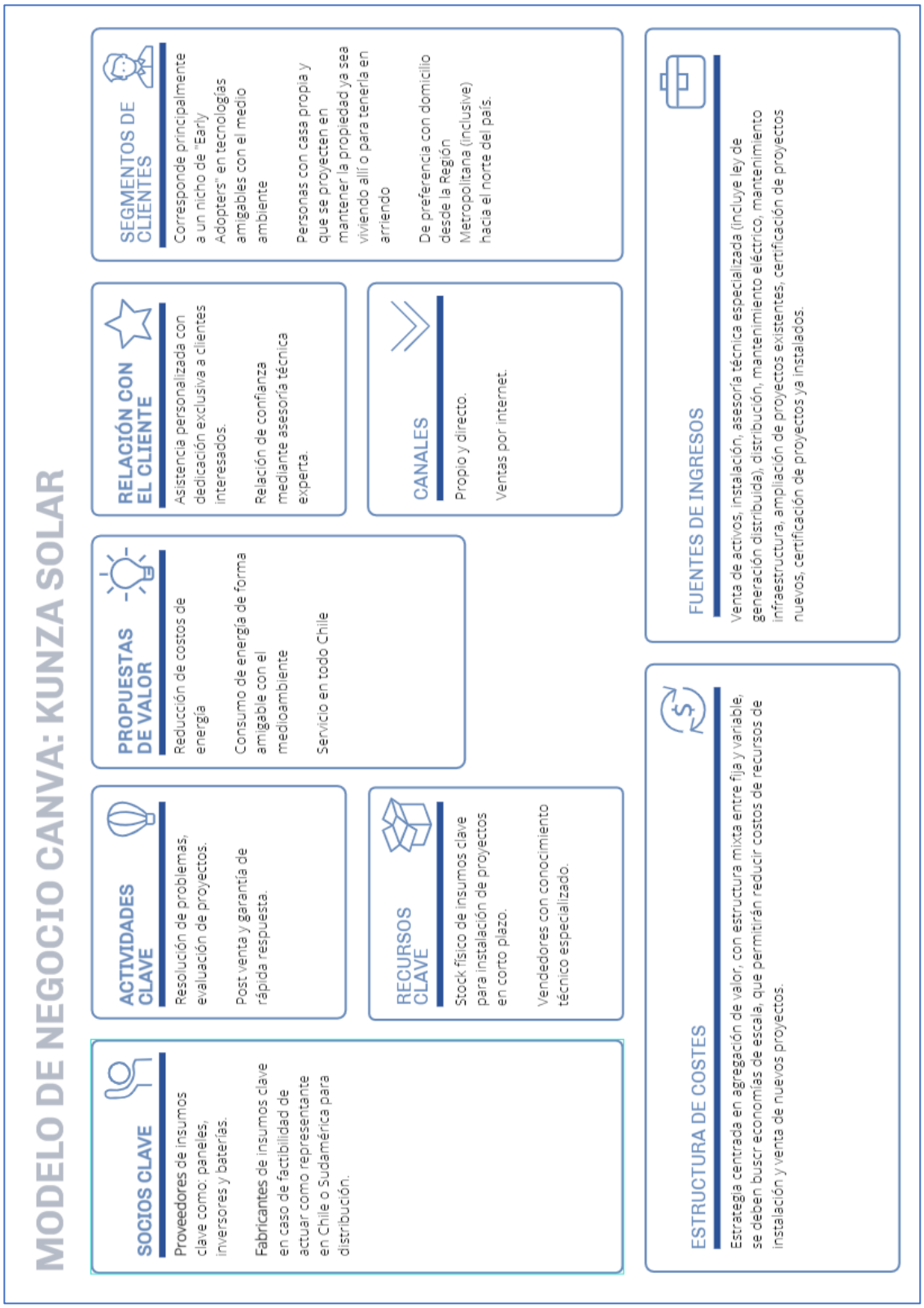
6. Recursos clave: Físicos, para contar con un stock de productos (bodega). Humanos, se requiere asesoría técnica con cierto nivel de especialización medio-alto que pueda supervisar todas las instalaciones. La fuerza de ventas debe estar capacitada en lo técnico, por prima la capacidad de entregar al cliente el producto que mejor se ajusta a sus necesidades para concretar un proyecto.

7. Actividades clave: Resolución de problemas, mediante asesoría personalizada y a la medida, pero usando productos estándar en su fabricación. La principal actividad es la instalación de proyectos, como actividades clave secundarias se encuentra la post venta, ya sea por algún problema en la instalación o productos (falla u otro) es decir, que puedan estar en garantía.

8. Asociaciones clave: Proveedores y/o fabricantes de piezas y componentes del sistema de generación. Generar algún tipo de convenio con algún proveedor de insumos de alta calidad asegura poder entregar la perfecta combinación de mejor precio con la mejor calidad disponible en el mercado.

9. Estructura de costes: Centrado según valor. Estructura mixta entre fija y variable, se deben buscar economías de escala. Las economías de escala permitirán reducir costo de los recursos de instalación y post venta, en el escenario que el volumen crezca a un nivel crítico por definir, permitirá la instalación de sucursales en las ciudades con mayor cantidad de requerimientos.

Como conclusión de este desarrollo, se plantea un modelo que debe ser flexible, modular permitiendo partir con costos y capacidades bajas y escalar de manera simple y a costo marginal, además de la asesoría técnica para llegar a una solución personalizada a cada persona/cliente.



Fuente: Elaboración Propia

8.4.1 Propuesta de valor

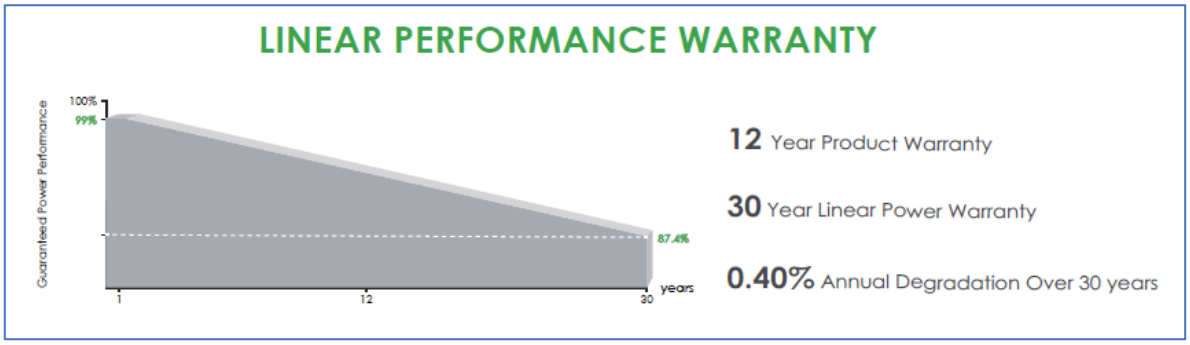
- Lograr ahorro en la cuenta de energía, como derivada de este concepto se pueden vender los excedentes de energía generada a la red. Esto se debe establecer mediante un contrato con la compañía eléctrica en función de la ley 20.571 de generación distribuida.
- Consumir energía de manera amigable con el medio ambiente
- Instalación modular con bajo o mínimo coste de instalación inicial frente a otras alternativas, que permite crecer en capacidad instalada a futuro por un costo marginal adicional.
- Servicio disponible con instalación en todo Chile.

8.4.2 Evaluación financiera

Se incorpora caso de negocio bajo indicadores tradicionales de evaluación de proyectos: VAN, IVAN, TIR, Payback. Se plantean 3 escenarios de alto, medio y bajo consumo para sensibilizar el tipo de sistema que se debiese instalar a cada uno, para cada caso se evaluará un sistema on-grid con inyección a red bajo el amparo de la ley de generación distribuida sin almacenamiento.

Supuestos:

1. Curva de generación se degrada 0,4% anual.



Fuente: www.jinkosolar.com

2. Autoconsumo: 40% de lo generado se consume directamente, el 60% restante se obtiene de red
3. Precio de venta de energía: 50% del precio de compra

4. La vida útil de los paneles va entre 25 y 30 dentro de alternativas disponibles en el mercado. Sin embargo, se evalúa proyecto a 10 años para tener una base comparable con alternativa con respaldo.

Se expone un cuadro resumen con 3 escenarios de alto, medio y bajo consumo domiciliario en la ciudad de Calama en un período de 12 meses acumulado, para determinar la capacidad instalada de equilibrio bajo sistema de "venta" de energía mediante inyección de excedentes a red (ley de generación distribuida) para evitar el uso de baterías, bajando el costo de instalación inicial, y de mantención dependiendo de la tecnología a utilizar y finalmente disposición final.

Tipo	Consumo [kWh/año]	Necesidad [kWh/año]	Capacidad recomendada [kW]	Generación proyectada [kWh/año]	Gasto anual [pesos chilenos]
Alto	6.000	9.600	5,0	9.825	$865.917
Medio	4.000	6.400	3,5	6.878	$577.278
Bajo	2.000	3.200	2,0	3.930	$288.639

Fuente: Elaboración propia, en base a cotizaciones reales

Precio real de compra: 144,32 CLP/kWh

Precio estimado de venta: 72,16 CLP/kWh (50% del precio de compra)

Necesidad de generación (*): Consumo * (1-Autoconsumo) * Precio compra/Precio venta + Consumo * Autoconsumo

A continuación, se expone la evaluación financiera para los 3 escenarios a 10 años:

Alto consumo

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión (KIT)	-5.066.248										
Reducción		865.917	862.453	859.004	855.568	852.145	848.737	845.342	841.960	838.593	835.238
	-5.066.248	865.917	862.453	859.004	855.568	852.145	848.737	845.342	841.960	838.593	835.238
		865.917	1.728.370	2.587.374	3.442.941	4.295.087	5.143.823	5.989.165	6.831.125	7.669.718	8.504.956
	-5.066.248	801.775	739.415	681.905	628.868	579.956	534.848	493.249	454.885	419.505	386.877
	-5.066.248	-4.264.473	-3.525.058	-2.843.154	-2.214.286	-1.634.330	-1.099.482	-606.233	-151.348	268.157	655.034
TASA DESCUENTO	8% anual										
VAN	$655.034										
TIR	11% anual										
PAYBACK	8,36 años										
IVAN	0,13										

Fuente: Elaboración propia

Medio consumo

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión (KIT)	-3.500.000										
Reducción		577.278	574.969	572.669	570.378	568.097	565.824	563.561	561.307	559.062	556.825
	-3.500.000	577.278	574.969	572.669	570.378	568.097	565.824	563.561	561.307	559.062	556.825
		577.278	1.152.247	1.724.916	2.295.294	2.863.391	3.429.216	3.992.777	4.554.084	5.113.145	5.669.971
	-3.500.000	534.517	492.943	454.603	419.245	386.637	356.565	328.833	303.257	279.670	257.918
	-3.500.000	-2.965.483	-2.472.540	-2.017.937	-1.598.692	-1.212.055	-855.489	-526.657	-223.400	56.270	314.188
TASA DESCUENTO	8% anual										
VAN	$314.188										
TIR	10% anual										
PAYBACK	8,80 años										
IVAN	0,09										

Fuente: Elaboración propia

Bajo consumo

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión (KIT)	-2.000.000										
Reducción		288.639	287.484	286.335	285.189	284.048	282.912	281.781	280.653	279.531	278.413
	-2.000.000	288.639	287.484	286.335	285.189	284.048	282.912	281.781	280.653	279.531	278.413
		288.639	576.123	862.458	1.147.647	1.431.696	1.714.608	1.996.388	2.277.042	2.556.573	2.834.985
	-2.000.000	267.258	246.472	227.302	209.623	193.319	178.283	164.416	151.628	139.835	128.959
	-2.000.000	-1.732.742	-1.486.270	-1.258.969	-1.049.346	-856.027	-677.745	-513.328	-361.700	-221.865	-92.906
TASA DESCUENTO	8% anual										
VAN	$-92.906										
TIR	7% anual										
PAYBACK	- años										
IVAN	-0,05										

Fuente: Elaboración propia

El caso de "Alto" consumo lo compararemos con 2 opciones adicionales: con instalación de baterías de plomo y con instalación de baterías de litio.

Supuestos adicionales:

- Las baterías de plomo cuestan en promedio $286.642, con base en 13 cotizaciones en 3 sitios diferentes. 200 Ah y 12 V, por lo que se requiere incorporar 4 unidades conectadas en serie para que sea compatible con el voltaje recomendado de 48 V de la mayoría de los inversores híbridos.
- La duración de las baterías de plomo es de 5 años, por lo que se deben reemplazar en la mitad del período evaluado.
- Las baterías de litio cuestan en promedio $1.957.500, con base en 4 cotizaciones en 2 sitios diferentes. 100 Ah y 48 V, de la que se obtiene en torno a 5 kWh. Su vida útil está en torno a los 10 años, por lo que no se considera recambio durante la evaluación del caso.
- Un inversor hibrido de 5kW de capacidad cuesta en promedio $2.017.335, con base en 3 cotizaciones en 3 sitios diferentes. Por lo que se considerará $1.000.000 adicional respecto del precio del kit base para efectos de estimar el impacto en la evaluación financiera.

Con baterías de plomo

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión (KIT)	-3.500.000										
Respaldo	-2.146.568					-1.146.568					
Reducción		865.917	862.453	859.004	855.568	852.145	848.737	845.342	841.960	838.593	835.238
	-5.646.568	865.917	862.453	859.004	855.568	-294.423	848.737	845.342	841.960	838.593	835.238
		865.917	1.728.370	2.587.374	3.442.941	3.148.519	3.997.255	4.842.597	5.684.557	6.523.150	7.358.388
	-5.646.568	801.775	739.415	681.905	628.868	-200.379	534.848	493.249	454.885	419.505	386.877
	-5.646.568	-4.844.793	-4.105.378	-3.423.474	-2.794.606	-2.994.985	-2.460.137	-1.966.888	-1.512.003	-1.092.498	-705.621
TASA DESCUENTO	8% anual										
VAN	$-705.621										
TIR	5% anual										
PAYBACK	11,60 años										
IVAN	-0,12										

Fuente: Elaboración propia

Con baterías de litio

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión (KIT)	-3.500.000										
Respaldo	-2.957.500										
Reducción		865.917	862.453	859.004	855.568	852.145	848.737	845.342	841.960	838.593	835.238
	-6.457.500	865.917	862.453	859.004	855.568	852.145	848.737	845.342	841.960	838.593	835.238
		865.917	1.728.370	2.587.374	3.442.941	4.295.087	5.143.823	5.989.165	6.831.125	7.669.718	8.504.956
	-6.457.500	801.775	739.415	681.905	628.868	579.956	534.848	493.249	454.885	419.505	386.877
	-6.457.500	-5.655.725	-4.916.310	-4.234.406	-3.605.538	-3.025.582	-2.490.734	-1.997.485	-1.542.600	-1.123.095	-736.218
TASA DESCUENTO	8% anual										
VAN	$-736.218										
TIR	5% anual										
PAYBACK	11,68 años										
IVAN	-0,11										

Fuente: Elaboración propia

8.5 Validación de hipótesis

En función de los resultados de la encuesta se buscó validar o refutar cada una de las hipótesis planteadas en la sección 7.1 de este informe:

- Existe predisposición positiva por el uso de energías renovables no convencionales (ERNC). **Se valida.**
- Las personas no usan masivamente sistemas de generación de ERNC en sus domicilios. **Se valida.**
- Las personas que no tienen sistemas de generación de ERNC nunca han cotizado formalmente la instalación de uno. **Se valida.**
- Las personas no saben cuánto tiempo se tarda en recuperar la inversión de un sistema de generación de energía solar fotovoltaica (basado en paneles solares) en una instalación domiciliaria. **No se valida, no existe información suficiente para demostrar que es así.**
- Las personas desconocen la vida útil de los activos y principales componentes de una planta solar fotovoltaica, sin embargo, les preocupa la generación de desechos posterior a su obsolescencia. **Se valida, en general es mayor que lo que se cree**

9. CONCLUSIONES

En función de las hipótesis planteadas, se buscará concluir respecto de un prospecto de modelo de negocio viable y rentable para el tema planteado.

1. El estudio de mercado de alternativas existentes, arrojó como resultado que la oferta con instalación en todo Chile y particularmente en Calama es más baja de lo esperado antes de iniciar este estudio.
2. Complementando el punto anterior, las empresas que ofrecen servicio de instalación no necesariamente incluyen la tramitación correspondiente para acogerse a la ley de generación distribuida (netbilling) con inyección de excedentes a la red de distribución del lugar.
3. La ley de generación distribuida viene a regular la inyección de excedentes, sin embargo, nos queda la impresión que para el caso particular de instalaciones domiciliarias lo entorpece, puesto que es más simple instalar sin certificación, existiendo poca fiscalización o regulación al respecto.
4. El concepto que predomina en interés por este tipo de energía es bajar la cuenta de la electricidad, por lo que la solución que se ofrece al cliente debe ser la que genere mayor retorno sobre la inversión y/o la que tenga un payback más corto. En esta línea, las instalaciones con respaldo tardan más en recuperar la inversión debido principalmente al costo extra por las baterías ya sean estas de plomo o litio y el inversor híbrido es en general de mayor valor que el ongrid básico.
5. El concepto de ayudar al medioambiente es un efecto colateral secundario que se supedita al punto anterior, en la medida que el sistema sea financieramente rentable, caso contrario no se visualiza como un incentivo por si sólo para masificar un negocio en torno a este modelo.
6. La vida útil de los equipos que componen el sistema es mayor a lo que las personas creen y con el avance tecnológico en constante desarrollo es cada vez más eficiente y financieramente rentable invertir en este tipo de sistemas de ERNC. Si bien la evaluación financiera paga la inversión en la vida útil del sistema, los plazos de retorno son altos, lo que desincentiva la instalación.
7. La propuesta de valor debe necesariamente incluir asesoría técnica especializada y personalizada a las necesidades particulares de cada cliente, ofreciendo múltiples opciones. Además de tener alcance en todo Chile, e ir traspasando los costos de distancia al cliente final, en la medida que no exista suficiente oferta de calidad se cree que permitirá rentabilizar de mejor forma el modelo de negocio.

10. BIBLIOGRAFÍA

Explorador Solar del Ministerio de Energía
https://solar.minenergia.cl/exploracion

Objetivos de desarrollo sustentable de la ONU
https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible

Calculadora de tamaño muestral
https://www.questionpro.com/es/calculadora-de-muestra.html#calculadora_de_muestra

Ley de generación distribuida N°20.571 y N°21.118
https://minenergia.cl/ley20571/
https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1038211
https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1125560

Proyección de población en Chile – INE
https://www.ine.gob.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion

Energía solar para principiantes
https://saveenergysolar.com/tipos-de-paneles-solares/

Reciclaje de panales solares fotovoltaicos
https://ecoinventos.com/que-hacer-con-paneles-solares-usados/#:~:text=El%20proceso%20de%20reciclaje%20de%20los%20paneles%20solares,-La%20parte%20m%C3%A1s&text=Una%20vez%20hecho%20esto%2C%20la,y%20reutilizadas%20en%20un%2085%25.

Duración de combustibles fósiles
https://www.brevesdeenergia.com/blog/posts/combustibles-fosiles-cuanto-queda/

Diferencias tipos de paneles solares

https://www.youtube.com/watch?v=Q6HNV_-jlsc&t=544s&ab_channel=CIAE

Semiconductores

https://www.anahuac.mx/mexico/noticias/Que-son-los-semiconductores

Sistemas solares térmicos

https://energia.gob.cl/educacion/que-son-los-sistemas-solares-termicos

Diferencias paneles solares fotovoltaicos y térmicos

https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/diferencias-paneles-solares-termicos-y-fotovoltaicos/

Tipos de baterías para paneles solares, varias fuentes

https://www.youtube.com/watch?v=cYoSx9M9Ce8&list=PL7k9WJHhxnHDyz3cvnSSRC3TKZ9PQAI4X&index=4&ab_channel=AutoSolarEnergySolutions

https://www.youtube.com/watch?v=MIoeq73p6kU&ab_channel=CIAE

https://www.youtube.com/watch?v=3kaQlm02Edo&ab_channel=CambioEnergetico.com

Regulador de carga (MPPT)

https://www.youtube.com/watch?v=xI5fwBb9Fls&ab_channel=AutoSolarEnergySolutions

Editar en línea modelo de negocio CANVAS

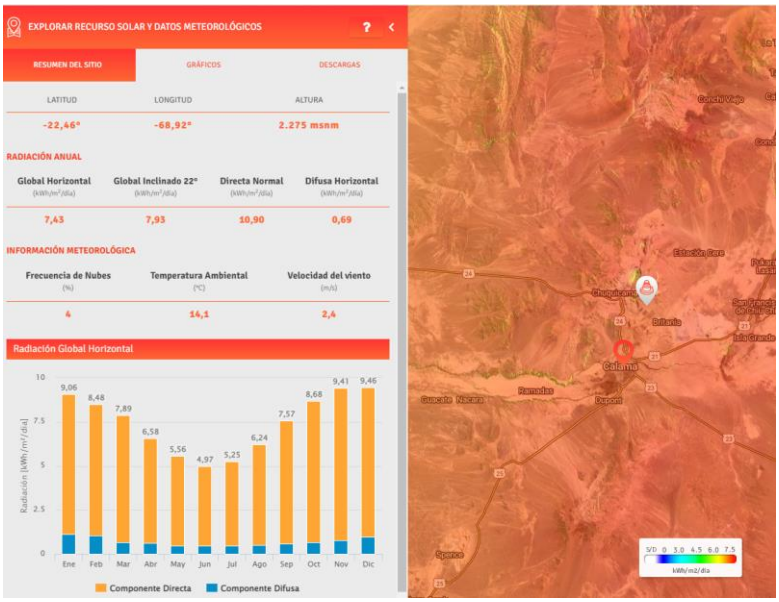
https://edit.org/edit/all/ixntzbc7

11. ANEXOS

11.1 Potencial de radiación

Calama, Región de Antofagasta, Chile

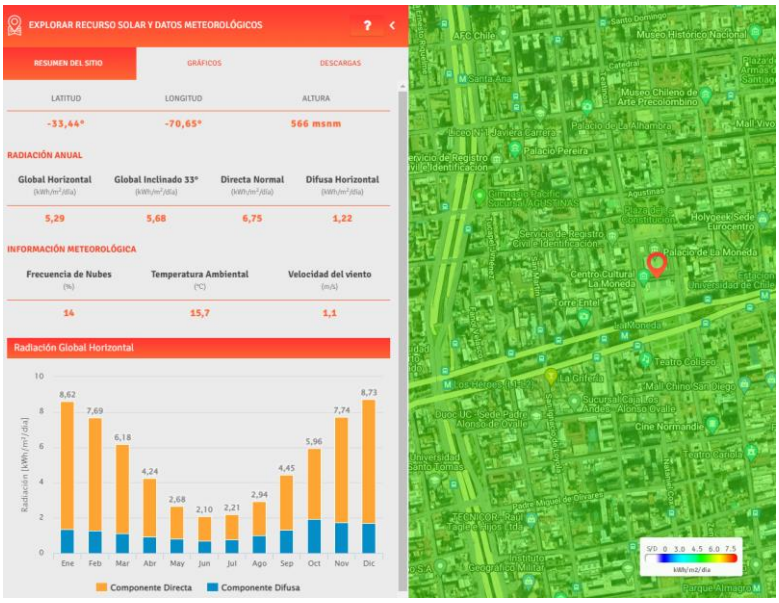
Global Horizontal: 7,43 kWh/m2/día



Fuente: https://solar.minenergia.cl/exploracion

Santiago, Región Metropolitana, Chile

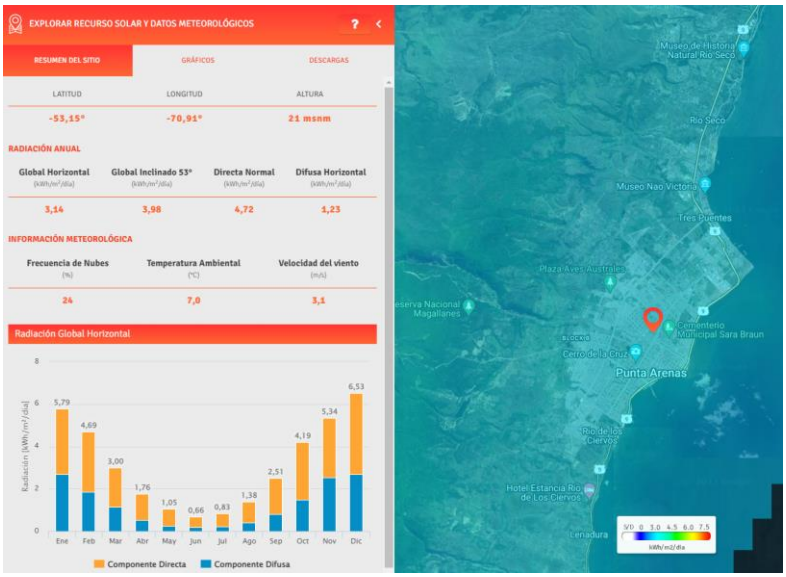
Global Horizontal: 5,29 kWh/m2/día



Fuente: https://solar.minenergia.cl/exploracion

Punta Arenas, Región de Magallanes, Chile

Global Horizontal: 3,14 kWh/m2/día



Fuente: https://solar.minenergia.cl/exploracion

11.2 Análisis descriptivo de la encuesta

Antes de pasar al análisis por pregunta, se filtró por la población definida, quedando 127 respuestas válidas, sobre un universo total de 139 respuestas recibidas. Dejando fuera quienes declaraban tener residencia desde la región de O'Higgins hacia el sur o fuera de Chile.

P1: Respecto del inmueble que habitas, vives en…

Respuesta	Cuenta	Peso
Casa, dentro de un condominio	29	22,8%
Casa, fuera de un condominio	64	50,4%
Departamento	34	26,8%
Total general	**127**	**100,0%**

P2: Cuenta de Respecto del inmueble que habitas, eres…

Respuesta	Cuenta	Peso
Arrendatario	18	14,2%
Ninguna de las anteriores	15	11,8%
Propietario	94	74,0%
Total general	**127**	**100,0%**

P3: Rango de edad

Respuesta	Cuenta	Peso
25-44	62	48,8%
45-64	54	42,5%
65 o más	11	8,7%
Total general	**127**	**100,0%**

P4: ¿Hace cuánto tiempo vives en tu residencia actual?

Respuesta	Cuenta	Peso
Menos de 1 año	10	7,9%
Entre 1 y 3 años	21	16,5%
Entre 4 y 6 años	30	23,6%
Entre 7 y 9 años	23	18,1%
10 años o más	43	33,9%
Total general	**127**	**100,0%**

P5: ¿Tienes instalado un sistema de generación solar fotovoltaica (paneles solares) en tu casa o comunidad?

Respuesta	Cuenta	Peso
No tengo ningún tipo de sistema de generación de energía	112	88,2%
Tengo sistemas de generación de energía renovable de otro tipo…	7	5,5%
Tengo un sistema de generación solar fotovoltaico certificado	3	2,4%
Tengo un sistema de generación solar fotovoltaico no certificado (auto instalación)	5	3,9%
Total general	**127**	**100,0%**

P6: ¿Te interesaría tener un sistema de generación de energía solar fotovoltaica (paneles solares) en tu domicilio? No considerar el costo de instalación en tu respuesta

Respuesta	Cuenta	Peso
No me interesa	7	5,5%
Si, me interesa	115	90,6%
Ya tengo uno, me interesaría actualizarlo…	3	2,4%
Ya tengo uno, no me interesa hacer nada más por ahora	2	1,6%
Total general	**127**	**100,0%**

P7: En caso de decidir instalar un sistema de generación de energía solar fotovoltaica (paneles solares) ¿cuáles serían tus principales motivaciones? Es posible marcar más de una opción

Respuesta	Si	No	%Si
Ayudar al medioambiente, generando energía limpia	86	41	67,7%
Bajar los costos de energía, reducir o eliminar la cuenta de la luz	93	34	73,2%
Bajar el riesgo ante cortes de energía de la red, continuidad…	41	86	32,3%
Independizarme de la red eléctrica (busco un sistema off-grid)	28	99	22,0%
No me interesa	3	124	2,4%
Total general	**251**	**384**	**-**

P8: ¿Cuánto tiempo crees que demora recuperar la inversión de instalar un sistema de generación de energía solar fotovoltaica (paneles solares)?

Respuesta	Cuenta	Peso
Menos de 1 año	16	12,6%
Entre 2 y 5 años	75	59,1%
Entre 6 y 9 años	28	22,0%
10 años o más	8	6,3%
Total general	**127**	**100,0%**

P9: ¿Has cotizado la instalación de un sistema de generación de energía solar fotovoltaica (paneles solares) en tu domicilio alguna vez?

Respuesta	Cuenta	Peso
No tengo experiencia en esto	97	76,4%
Si, pero no tomé la decisión de concretar	23	18,1%
Si, tengo uno instalado actualmente (o en proceso de instalación)	7	5,6%
Total general	**127**	**100,0%**

P10: ¿Te preocupa que sucederá con los paneles solares u otros insumos o componentes del sistema de generación cuando se termine su vida útil?

Respuesta	Cuenta	Peso
Me preocupa, me gustaría conocer alternativas de reutilización…	86	67,7%
Me preocupa, …es mejor que contaminar con energías no renovables…	28	22,0%
No me preocupa	13	10,2%
Total general	**127**	**100,0%**

P11: ¿Cuánto tiempo crees que es la vida útil de los paneles solares en un sistema de generación de energía fotovoltaica con la tecnología actual a 2023, y con un nivel de producción aceptable (la capacidad de generación va bajando con los años de uso)?

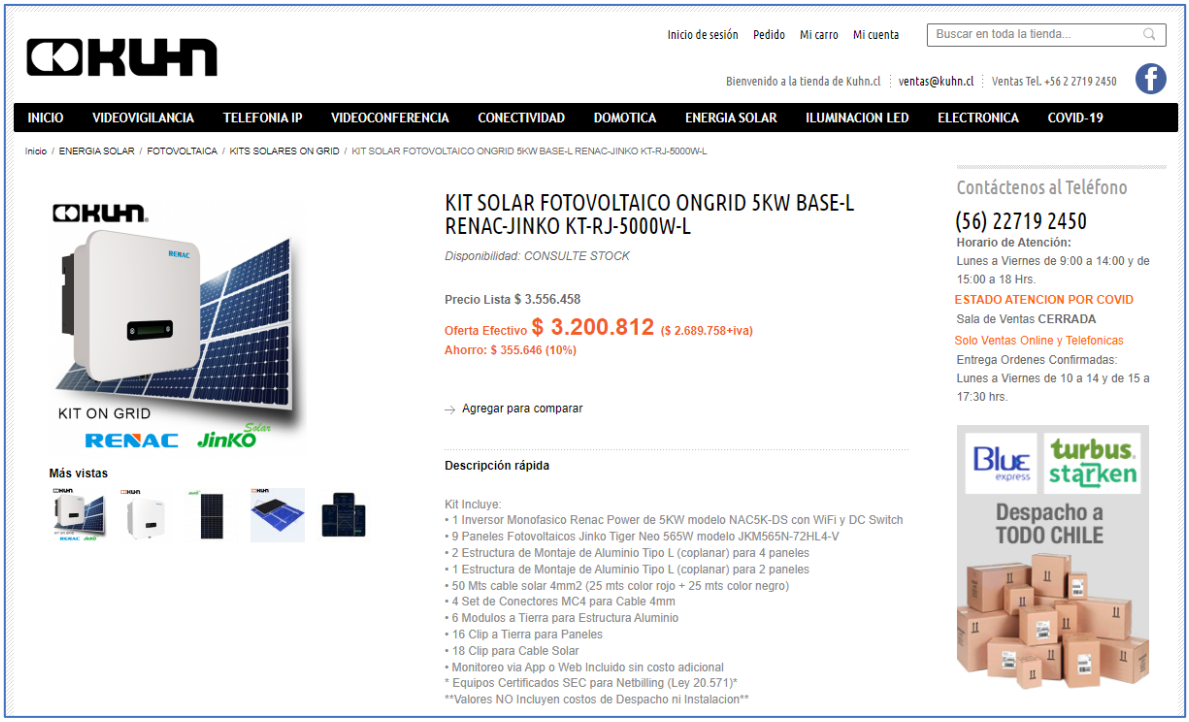
Respuesta	Cuenta	Peso
Menos de 10 años	46	36,2%
Entre 11 y 20 años	61	48,0%
Entre 21 y 30 años	17	13,4%
31 años o más	3	2,4%
Total general	**127**	**100,0%**

11.3 Cotizaciones, planta solar fotovoltaica

A continuación de adjuntan cotizaciones reales que fueron recibidas como parte del análisis de alternativas existentes descrito en mayor detalle en la sección 8.3 de este informe.

1. Kuhn

- Sólo venta de productos/insumos, sin asesoría técnica
- Sin instalación



Fuente: http://kuhn.cl

2. Rayssa

- Con asesoría técnica
- Sin instalación en Calama

Rayssa®
Expertos en energía solar

Rayssa
76.755.617-9
AVENIDA CONSTITUCION 782 LOCAL 2
Tel: 982962823
gerencia@rayssa.cl

Cotización a:
GENERICO
0-0
XXX, XXX
Tel:

Doc. N° 27497
Fecha: 07/09/2023
Método pago: TRANSFERENCIA
Documento: Boleta Electrónica

#	Nombre	Precio unitario	Cantidad	Descuento	Total
1	inversor solis on grid 5000w	$580.000	1	$0	$580.000
2	panel solar monocristalino 450w 24v eco green energy	$120.000	11	$0	$1.320.000
3	antena wifi solis 4g	$25.000	1	$0	$25.000
4	medidor flujo solis 4g	$52.000	1	$0	$52.000
5	juego de cables para 10 paneles equipos alta eficiencia	$54.372,27	1	$0	$54.372
6	estructura de montaje fija 4 paneles	$58.200	2	$0	$116.400
7	estructura de montaje fija 3 paneles	$43.900	1	$0	$43.900
8	braker 40 amp 2 polo	$14.000	1	$0	$14.000
9	embalaje para paneles solares especial	$9.900	6	$0	$59.400

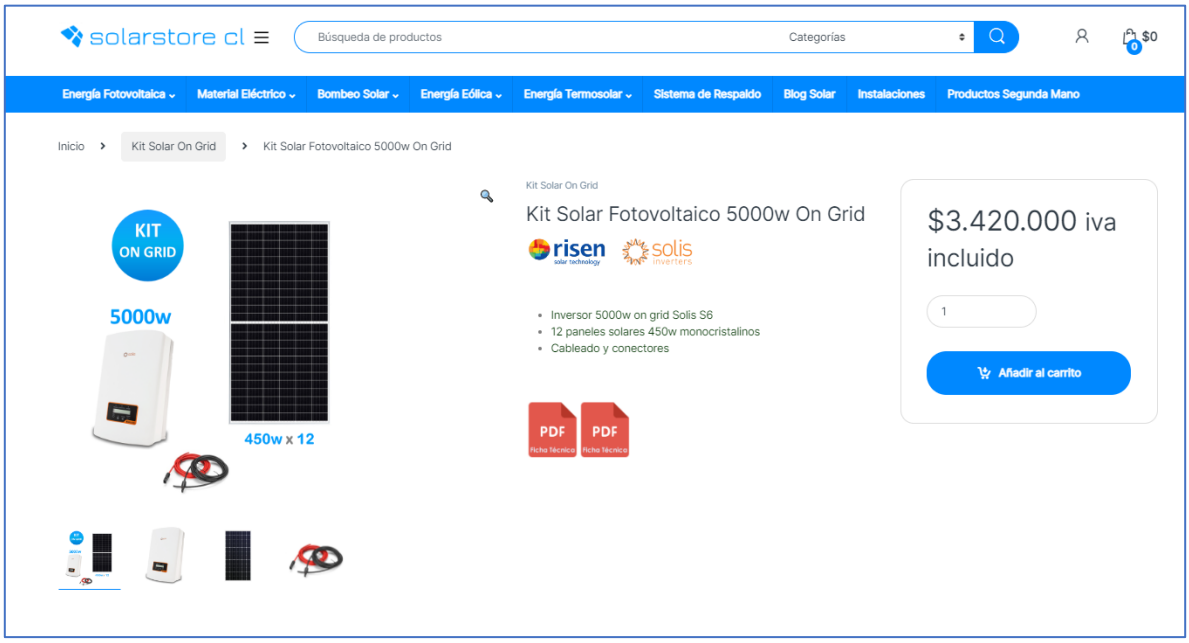
Tu negocio en tus manos, www.gesnex.com

Total descuentos:	$0
Subtotal neto:	$2.265.072
Impuestos IVA:	$430.364
TOTAL	$2.695.436

Fuente: Cotización enviada por ejecutiva de la empresa via WhatsApp

3. Solar Store

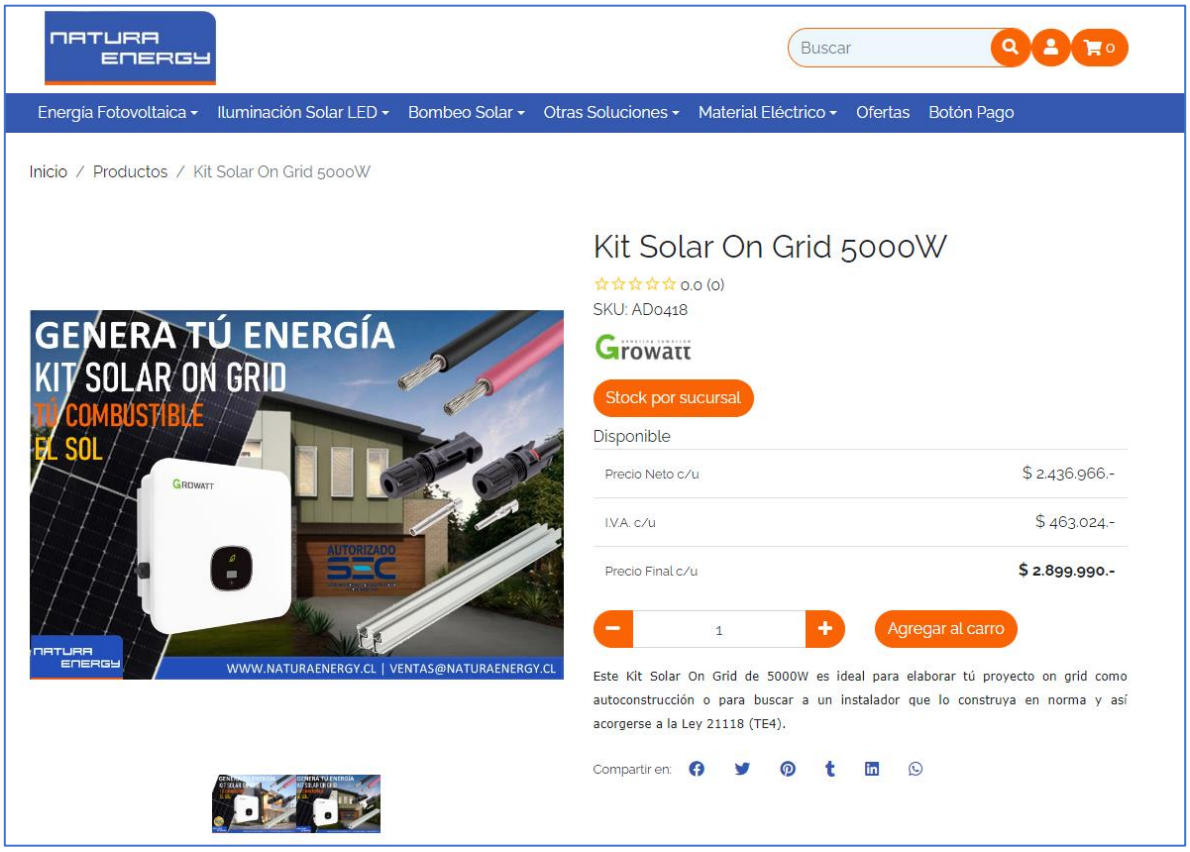
- Sólo venta de productos/insumos, sin asesoría técnica
- Sin instalación



Fuente: http://solarstore.cl

4. Natura Energy

- Con asesoría técnica
- Con instalación en todo Chile



Fuente: http://naturaenergy.cl

Se agrega para la misma empresa, una cotización adicional con instalación y tramitación SEC incluida:

COTIZACIÓN N°: 30594

NATURA ENERGY SPA

NATURA ENERGY

RUT:	76.486.207-4		
Giro:	IMPORTACION Y COMERCIALIZACION DE PRODUCTOS ELECTRICOS		
Dirección:	LIRA 2483	E-mail:	ventas@naturaenergy.cl
Ciudad:	SANTIAGO	Tel. Oficina:	+56 2 2551 9651
Comuna:	SAN JOAQUÍN	Atendido por:	Tammy Givovich

SEÑOR(ES):	Oscar Blaimont	FECHA EMISIÓN:	13/09/2023
RUT:	-	TELÉFONO:	9999999
GIRO:	Sin Giro		
DIRECCIÓN:		CORREO:	oscar.blaimont@gmail.com
COMUNA:			
CONTACTO:	Oscar Blaimont		

Cantidad	SKU	Descripción	Valor Unitario	% Desc	Subtotal
1	AD3214	Kit Energía Solar On Grid 5kW, Incl. Instalación y Tramite SEC Kit Solar 5kW con Instalación y TE-4	$ 3.865.538	0.0 %	$ 3.865.538

Observaciones:

Forma de Pago: Efectivo, Transferencia o Tarjetas de Débito o Credito

NETO($)	$ 3.865.538
I.V.A(19%)	$ 734.452
TOTAL	$ 4.599.990

Fuente: Cotización enviada por ejecutiva de la empresa via correo electrónico institucional

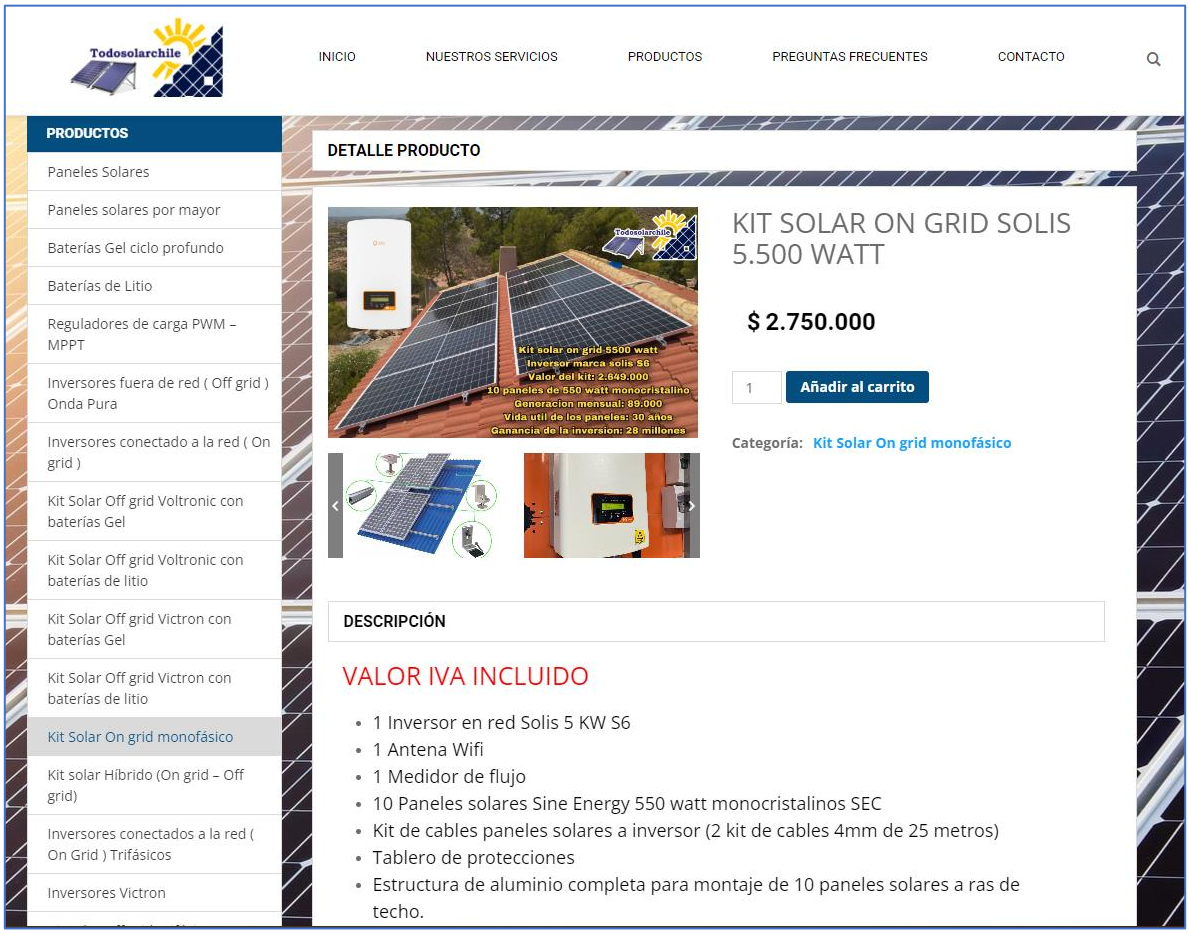
5. Sol Energy

- Sin respuesta
- Sin disponibilidad para cotización online en sitio web

Fuente: http://solenergy.cl

6. Todo Solar Chile

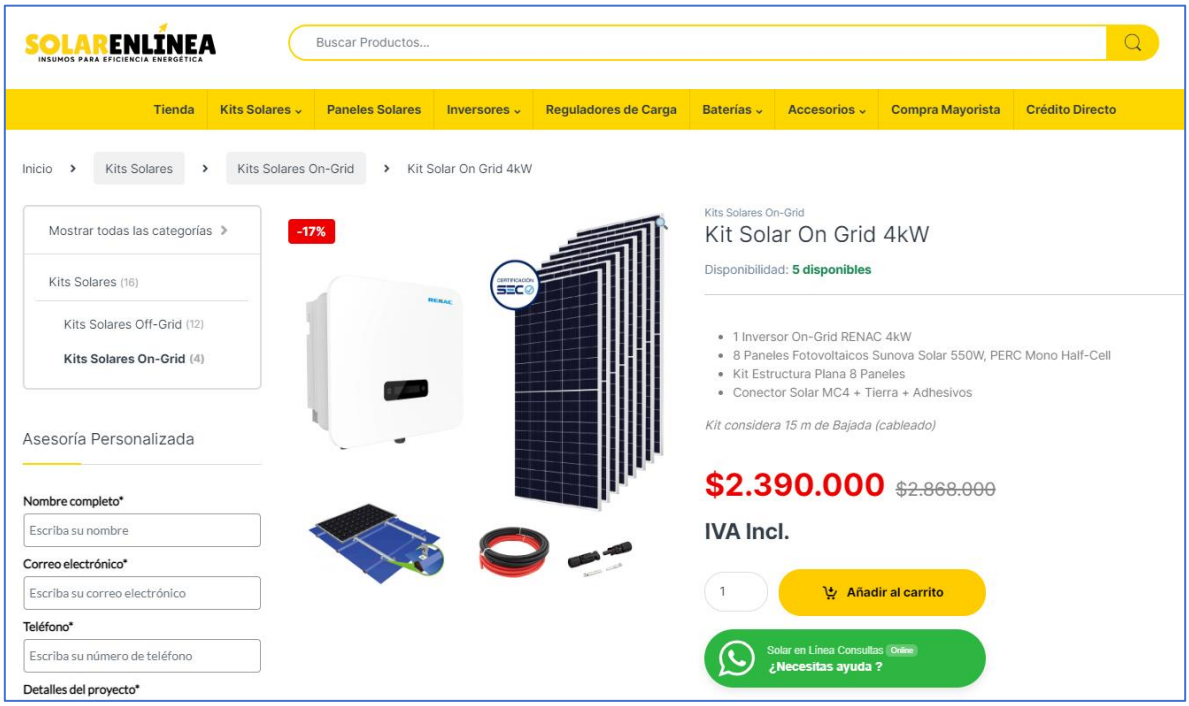
- Con asesoría en ventas
- Sin instalación en Calama



Fuente: http://todosolarchile.cl

7. Solar en Línea

- Sólo venta de productos/insumos, sin asesoría técnica
- Sin instalación



Fuente: http://solarenlinea.cl

8. Alma Solar

Sin respuesta

9. T&H Soolar

No cumple, no trabajan con sistemas on-grid

10. Solcor Chile

No cotiza a particulares

11. Nikola

No cotiza, no tiene instalación en Calama

12. Norsol

No cumple, trabajan con kit prefabricados todos con respaldo y el de mayor capacidad es de 2 kW

13. Punto Solar

- Con asesoría técnica, sin instalación en Calama
- Se remueven las baterías de cotización para homologar en cuadro resumen

La nueva generación de energía

PUNTO SOLAR SPA
RUT: 76099496-0
Bernardo Vera y Pintado 2576, Providencia

Oscar Blaimont
Chile

Presupuesto # SO18437

Fecha del presupuesto:	Fecha de caducidad:	Vendedor:	Forma de Pago:
15/06/2023	25/06/2023	Anyel Campos Pinilla	Transferencia

Descripción	Cantidad	Precio un.	Desc. (%)	Precio Desc.	Impuestos	Importe
Inversor On-Grid Monofasico Huawei Sun2000-5Ktl-L1	1 Un	1.259.990	8,00	1.159.190,8	IVA 19% Venta	$ 1.159.191
Panel Solar Mono Perc Trina 24V 510W	10 Un	179.990	8,00	165.590,8	IVA 19% Venta	$ 1.655.908
KIT Estructura XR 5 Modulos Coplanar L	2 KIT	91.890	8,00	84.538,8	IVA 19% Venta	$ 169.078
Módulo Potencia Batería Dc/Dc Converter Huawei Luna2000-5Kw-C0	1 Un	1.029.990	10,00	926.991,0	IVA 19% Venta	$ 926.991
Bateria Litio Huawei Luna2000-5-E0 5Kwh	3 Un	3.019.990	10,00	2.717.991,0	IVA 19% Venta	$ 8.153.973
Cable Solar H1Z2Z2-K Negro 4mm2	30 MT	910	8,00	837,2	IVA 19% Venta	$ 25.116
Cable Solar H1z2z2-K Rojo 4mm2	30 MT	910	8,00	837,2	IVA 19% Venta	$ 25.116
Conectores MC4 SET	6 Un	1.300	8,00	1.196,0	IVA 19% Venta	$ 7.176

Subtotal	$ 12.122.549
Impuestos en $ 12.122.549	$ 2.303.284
Total	$ 14.425.833

Fuente: Cotización enviada por ejecutiva de la empresa via correo electrónico institucional

14. Ener Life

No cotiza, no tiene instalación en Calama

15. AMC

Sin respuesta

16. Tritec Center

Sin respuesta

17. Vincent Solar

- Sin respuesta de ejecutivos, cotización se obtiene de su página web
- Se indica con instalación en todo Chile

Fuente: http://www.vincentsolar.com

18. Kit Solares

- Con asesoría
- Sin tramitación para inyección a red bajo amparo de ley de generación distribuida

KIT SOLARES SPA
R.U.T: 77.118.748-K
COM E INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE ENERGÍA SOLAR, ELÉCTRICAS, TRANS CARGA
Dirección: Calle Nuble 1034, Piso 2, Oficina 220, Santiago
Email: ventas@kitsolares.cl
Teléfono(s): +56 612618193

COTIZACIÓN
Nº 3479

Fecha emisión: 06 de septiembre de 2023

Señor(es):	Oscar Blaimont	**RUT:**	16.574.057-2
Dirección:	5 Oriente #770, Calama	**Comuna:**	Calama
Giro:	Sin giro	**Ciudad:**	Calama
Contacto:		**Validez:**	07 de septiembre de 2023
Plazo entrega:		**Forma pago:**	Transferencia electrónica
Vendedor:	Carlos Gehren	**Moneda:**	Pesos

Código	Descripción	Cant.	Precio	Dscto.(%)	Recargo	Af/Ex	Valor
KO-K5-447189	kit 5kw On-grid// 9P 550W/Estructura /cables conexiones / tablero y protectores CON INSTALACION / SIN TRAMITE DE CERTIDFICACION	1	4.369.747,89			AFECTO	4.369.748
SC-CU-819306	Conector Union Placa Riel Paneles 35MM	16					
I-IO-914629	INVERSOR ONGRID SOLIS MINI 5 Kw 4G	1					
D-DD-93443	Disyuntor DC 2X63A	1					
T-TS-627598	Tablero Sobrepuesto Plastico 8 Posiciones	1					
C-CM-226152	Conector MC4 Simple	4					
CS-CS-624361	Cable Solar 6MM Rojo	10					
CS-CS-921044	Cable Solar 6MM Negro	10					
SC-CT-70291	Conector terminal Z Riel Placa 35MM	8					
SC-CS-790766	Conector Soporte L Riel Aluminio	18					
EP-RS-898003	Estructura Metálica Riel Soporte Aluminio por Metro Lineal	18					
P-PF-253711	Panel fotovoltaico Anhui Sine 550 Watt Perc, Mono Half Cell	9					
SC-CU-155129	Conector Union Riel 45MM R17-C	4					

Nº líneas: 1 / Cant: 1

Observaciones generales:
Todas nuestras ofertas son hasta Agotar Stock. // Transferencias Bancarias a Nuestra Cuenta Corriente // Banco de Chile / Cuenta Corriente / 8012230607/ Rut: 77.118.748-K/ A nombre de Kit Solares SPA // ventas@kitsolares.cl // Forma de Pago para Instalaciones // Anticipo 50% Saldo contra entrega y funcionamiento de Equipos // Encomiendas a Regiones Pago Anticipado //

Subtotal: $	4.369.748
Descto. global %: $	0
Monto neto: $	4.369.748
IVA (19%): $	830.252
Total: $	**5.200.000**

Observaciones pago:
Precios validos solo con pagos en Efectivo o transferencia, pagos con tarjeta de crédito se recarga un 4% y con tarjeta de Debito se Recarga 2% por Comisión Transbank.

Desarrollado por reflexa.cl 2023

Fuente: Cotización enviada por correo electrónico por parte de vendedor de la empresa

19. Solar Tek

Sin respuesta a mail de contacto, cotización se obtiene de su página web

Fuente: http://www.solartek.cl

20. RC Solar

Empresa local de Calama, sin respuesta

11.4 Cotización baterías e inversores híbridos

A continuación, se detallan cotizaciones especificas para baterías e inversores híbridos que complementan lo expuesto en la sección de evaluación financiera.

Baterías de plomo AGM y GEL:

Ah	V	Tipo	Subtipo	Precio [CLP]	Marca	Fuente
200	12	Plomo	AGM	375.439	Curtiss	Kuhn
200	12	Plomo	AGM-GEL	313.664	Kuhn	Kuhn
200	12	Plomo	AGM	307.675	Eltrik	Kuhn
200	12	Plomo	GEL	345.100	Rayssa	Rayssa
200	12	Plomo	GEL	265.000	Taiyo	Solar Store
200	12	Plomo	GEL	275.000	Aokly	Solar Store
200	12	Plomo	AGM	295.000	Ultracell	Solar Store
200	12	Plomo	GEL	300.000	Ultracell	Solar Store

Fuente: Elaboración propia, en base a cotizaciones reales en sitios web según fuente

Precio promedio: $286.642.-

Baterías de Litio:

Ah	V	kWh	Tipo	Precio [CLP]	Marca	Fuente
100	48	4,8	Litio	2.220.000	Pylontech	Solarstore
100	48	4,8	Litio	1.980.000	Pylontech	Solarstore
100	48	5,0	Litio	1.560.000	Voltronic	Solarstore
100	48	4,5	Litio	2.070.000	Pylontech	Todosolarchile

Fuente: Elaboración propia, en base a cotizaciones reales en sitios web según fuente

Precio promedio: $1.957.500.-

Inversores híbridos 5kW:

Capacidad [kW]	Precio [CLP]	Marca	Fuente
5,0	1.982.005	Renac	Kuhn
5,0	2.120.000	Goodwe	Solar Store
5,0	1.950.000	Solis	Todosolarchile

Fuente: Elaboración propia, en base a cotizaciones reales en sitios web según fuente

Precio promedio: $2.017.335

Kit ongrid 5kW, sin respaldo:

Empresa	Inversor [CLP]	Capacidad Kit [kW]	Total paneles [CLP]	Otros [CLP]	Precio kit c/IVA [CLP]	Ratio [CLP/kW]
Kuhn	726.963	5,09	2.343.444	130.405	3.200.812	629.462
Rayssa	690.200	4,95	1.570.800	434.436	2.695.436	544.532
Solar Store	770.000	5,40	2.040.000	610.000	3.420.000	633.333
Natura Energy	664.991	5,50	1.532.500	702.499	2.899.990	527.271
Todosolarchile	749.000	5,50	1.449.000	552.000	2.750.000	500.000
Solar En Línea	559.900	4,10	1.349.000	481.100	2.390.000	582.927
Punto Solar	827.662	5,10	1.970.533	426.772	3.224.967	632.346

Fuente: Elaboración propia, en base a cotizaciones reales en sitios web según fuente

Precio promedio inversor ongrid: $712.674.-

Precio promedio kit: $2.940.172.-

Precio promedio por kW: $578.553.-

Kit ongrid 5kW, sin respaldo, con instalación incluida:

Empresa	Capacidad Kit [kW]	Precio kit c/IVA [CLP]
Natura Energy	5,50	4.599.990
Vincent Solar	5,00	4.165.000
Kit Solares	4,95	6.200.000
Solar Tek	4,95	5.300.000

Fuente: Elaboración propia, en base a cotizaciones reales en sitios web según fuente

Precio promedio kit: $5.066.248.-