



**UNIVERSIDAD
MAYOR**

para espíritus emprendedores

Facultad de Ciencias

CONSTRUCCIÓN CIVIL

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD EN EL USO DE CRISTALES FOTOVOLTAICOS COMO MURO CORTINA

Proyecto de Título para optar al Título de Constructor Civil

Estudiante:

Javier Andrés Ruiz Díaz

Profesor Guía:

José Ignacio Torres Barón

Noviembre 2018

Santiago, Chile



**UNIVERSIDAD
MAYOR**

para espíritus emprendedores

Facultad de Ciencias

CONSTRUCCIÓN CIVIL

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD EN EL USO DE CRISTALES FOTOVOLTAICOS COMO MURO CORTINA

Proyecto de Título para optar al Título de Constructor Civil

Estudiante:

Javier Andrés Ruiz Díaz

Profesor Guía:

José Ignacio Torres Barón

Noviembre 2018

Santiago, Chile

Agradecimientos

Lograr este objetivo sin duda es la máxima sensación de satisfacción, lo cual no se alcanzaría, si no hubiese tenido el apoyo desde el inicio de la carrera. Gracias por todo a mis padres quienes siempre me dieron ánimo y motivación a cumplir mis sueños, además de entregar todo su cariño y dejar algún plan de lado con tal de ayudarme en lo que fuera, gracias a mi hermano por entregar todo su apoyo y compañía en lo que le podía pedir, además de apoyarnos mutuamente en esta etapa. Quiero destacar a mis abuelos por siempre mostrar interés en lo que hacía y motivarme en seguir. Este logro es para mi familia, amigos, profesores, compañeros y para todos los que me acompañan y los que ya no están, pero siguen en mi mente y corazón.

**“Con frecuencia las dificultades
preparan a personas ordinarias
para un destino extraordinario”**

Stephen Dolley

SOLO USO ACADÉMICO

Resumen

El consumo eléctrico crece exponencialmente todos los años, es por eso la necesidad de buscar nuevas tecnológicas que cubran la demanda, reduciendo los niveles de contaminación que generan las actuales fuentes.

La presente memoria tiene como objetivo analizar la factibilidad en el uso de cristales fotovoltaicos en muro cortina, especialmente para edificios inteligentes en Chile. Considerando aspectos económicos, técnicos y legales, para así determinar si el uso de esta nueva tecnología es viable, realizando comparativas con paneles solares tradicionales.

Se presenta la descripción del producto, mostrando la nueva tecnología que consiste en paneles solares, que presentan distintos niveles de transparencia, se señala los métodos de instalación y mantención en un proyecto tipo establecido en Santiago de Chile. Se da a conocer un modelo de negocio, considerando el desarrollo operacional, un plan de marketing y una estimación de demanda e ingresos, realizando pruebas en distintos escenarios, con el fin de analizar la sensibilidad del proyecto. El análisis se realiza en base a los antecedentes que existen en Chile sobre energía solar y proyectos que dentro de su estructura se encuentra la utilización de muro cortina.

SOLO USO ACADÉMICO

Summary

The electric consumption is growing up exponentially every year; as a consequence of that situation there is a need to look for new technologies to cover the demand and at the same time reducing pollution levels generated by current energy sources.

The research aim is to analyze the use of solar photovoltaic panels (crystalline cells) on walls, especially in smart buildings considering technical, economic and legal aspects to determine if the use of this sort of technologies could be viable comparing with traditional solar panels.

The product description is presented showing new technologies that mainly consist in solar panels with different levels of transparency. It is also mentioned how this equipment should be installed and maintained in a standard project in Santiago de Chile.

On the other hand, a business model is announced considering its operational development, a marketing plan and an estimate of income and expenses doing tests in different scenarios that allow studying the project sensibility. The analysis is based on previous data about the topic found in Chile and projects that consider solar technology in their curtain wall as part of their development projects .

Índice

Índice ilustraciones y tablas	3
Introducción	5
Objetivos	6
Objetivo general.....	6
Objetivos específicos	6
Capítulo 1 Energía fotovoltaica	7
1.1 Antecedentes sobre la energía solar	7
1.2 Antecedentes energía Solar en Chile	9
1.3 Justificación del uso de paneles solares.	9
1.4 Método energético	10
1.5 Beneficio en el uso de paneles solares	11
1.5.1 Beneficios Económicos.....	11
1.5.2 Beneficios Ambientales.	12
Capítulo 2 Mercado de energía solar y estudio de pre factibilidad	13
2.1 Demanda y generación eléctrica en Chile	13
2.2 Futuro eléctrico en Chile.....	14
2.3 Edificios inteligentes.....	16
2.3.1 Muro Cortina y sistemas de acristalamiento	16
2.3.1 Ventajas Estructurales.....	18
2.3.2 Ventajas Constructivas y de seguridad	18
2.3.3 Ventajas Térmicas.....	19
2.4 Cristal Fotovoltaico en muro cortina	19
2.4.1 Vidrio de silicio amorfo	19
2.4.2 Vidrio de silicio cristalino	20
2.4.3 Ventajas Cristal silicio amorfo y silicio cristalino.	22
2.4.4 Estudio y proceso de instalación del Vidrio fotovoltaico transparente en muro cortina.	26
Capítulo 3 Proyecto y modelo de negocios.....	32
3.1.1 Proveedores.....	32
3.1.2 Inversionistas	32

3.1.3 Clientes	32
3.2 Modelo de negocio.....	33
3.3 Plan de marketing.	34
3.4 Campaña de marketing	35
3.4.1 Campaña Lanzamiento de un nuevo producto	35
3.4.2 Campaña directa al cliente	36
3.5 Análisis Estratégico del proyecto.....	36
3.5.1 Análisis FODA.....	37
3.6 Desarrollo Operacional y plan logístico.....	38
3.6.1 Logística.....	38
3.6.1.1 Importación desde fábrica de OnyxSolar	38
3.6.1.2 Transporte marítimo y terrestre.....	38
3.6.1.3 Bodegaje e inventario.....	39
3.7 Estimación de Demanda e Ingresos.	40
3.8 Plan de inversión y Costos.	44
3.9 Modelo económico y financiero.	47
3.9.1 Análisis de sensibilidad.....	48
3.9.2 Análisis financiero para el Cliente	49
3.10 Normativa Legal	50
3.10.1 Ley Netbilling.....	50
3.10.2 Especificación Ambiental	50
Capítulo 4 Conclusiones y Anexos.....	52
4.1 Conclusión	52
4.3 Bibliografía y fuentes de información.....	54
4.2 Anexos	56
4.2.1 Encuesta	56
4.2.2 Ley 20.571 “Netbilling”	58
4.2.3 Ley 20.920 “Gestión de residuos”	62

Índice ilustraciones y tablas

Ilustración 1: Efecto fotoeléctrico	10
Ilustración 2: Gráfico Variación precio panel solar \$/Watt.	11
Ilustración 3: Gráfico Variación de la generación, demanda eléctrica y PIB	13
Ilustración 4: Gráfico Capacidad total instalada en los 3 Sistemas eléctricos	14
Ilustración 5: Gráfico Estimación demanda eléctrica	15
Ilustración 6: Gráfico Segmentación capacidad instalada actual.....	15
Ilustración 7: Tipos de fachas acristaladas.....	18
Ilustración 8: Vidrio de silicio amorfo	20
Ilustración 9: Vidrio de silicio cristalino.....	21
Ilustración 10: Diagrama de conexión de células de silicio cristalino	22
Ilustración 11: Niveles de transparencia	22
Ilustración 12: Gráfico Transmisión de la radiación Infrarroja	23
Ilustración 13: Gráfico Transmitancia térmica	23
Ilustración 14: Comparativa cristal convencional y cristal de silicio amorfo	24
Ilustración 15: Pirámide de la Ciencia, Denver.	25
Ilustración 16: Uso de silicio cristalino en Chile	25
Ilustración 17: Anclaje Muro cortina sistema Stick.....	28
Ilustración 18: Anclaje Muro cortina sistema Spyder	28
Ilustración 19: Dimensiones cristales fotovoltaicos.....	29
Ilustración 20: Cordones de respaldo.....	29
Ilustración 21: Esquema de operaciones	33
Ilustración 22: Marketing mix. Las 4p de McCarthy.	34
Ilustración 23: Importación de cristales Nueva York-Valparaiso.....	39
Ilustración 24: Detalle de la propiedad para arriendo de bodegaje.....	40
Ilustración 25: Conocimiento ERNC.	41
Ilustración 26: Popularidad de energías renovables no convencionales.	42
Ilustración 27: Utilización de energía Solar.....	42
Ilustración 28: Costos de instalación energía Solar.	43
Ilustración 29: Conocimiento cristales fotovoltaicos transparentes.....	43
Ilustración 30: Utilización cristales fotovoltaicos transparentes.....	44

Tabla 1: Costos de inversión	44
Tabla 2: Costos fijos y variables	45
Tabla 3: Costos variables	46
Tabla 4: Flujo de caja - Escenario Pesimista	47
Tabla 5: Indicadores económicos – Escenario Pesimista.....	47
Tabla 6: Flujo de caja – Escenario Optimista	48
Tabla 7: Indicadores económicos – Escenario Optimista	48
Tabla 8: Gastos cliente.	49

SOLO USO ACADÉMICO

Introducción

Chile ha sido un país que su desarrollo ha alcanzado niveles de excelencia, a tal punto que las empresas más grandes a puestos sus ojos sobre él, ya sea en el ámbito automovilístico, financiero, minero y constructivo. Por otro lado, la evolución y el desarrollo tanto de Chile como otros países han traído consigo el desgaste considerable de las reservas energéticas tales como el petróleo y el gas. Frente a esta crisis se ha decidido incursionar en la búsqueda de nuevas alternativas de fuentes de energías, que a la vez sean amigables con el ecosistema y no aumenten el daño al medioambiente.

La energía solar es la energía obtenida directamente del sol. Esta es una energía renovable, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética de los rayos solares, la cual ha sido aprovechada por el ser humano desde la antigüedad, mediante diferentes tecnologías que han ido evolucionando. Hoy en día, el calor y la luz del Sol puede aprovecharse por medio de diversos captadores como paneles fotovoltaicos o colectores térmicos, pudiendo transformarse en energía eléctrica o térmica. Es una de las llamadas energías renovables o energías limpias, que podrían ayudar a resolver algunos de los problemas más urgentes que afronta la humanidad, tal como lo es el calentamiento global.

Los paneles solares o las células fotovoltaicas son semiconductores que se encargan de recibir la radiación proveniente del sol. Esta tecnología se utiliza para generar energía eléctrica, teniendo como gran ventaja no generar ningún tipo de contaminación durante el funcionamiento, lo cual evita la emisión de gases de efecto invernadero, lo que ha llevado a la energía solar a posicionarse como una de las energías renovables no convencionales (ERNC) más importantes del mundo.

La aparición de grandes edificios, específicamente en Santiago han traído consigo un uso de espacio de gran magnitud y al ser más modernos, estos gigantes de hormigón generan un consumo eléctrico y una emisión de CO₂ mayor para el país. La presente investigación se abordará el uso de cristales fotovoltaicos en muro cortina, para así buscar una alternativa que permita utilizar espacios de una manera más factible y que sea positivo tanto para el edificio y para el medio ambiente. El análisis se enfoca en un estudio de factibilidad en la instalación de estos cristales, donde se tomará en cuenta los criterios económicos, legales y constructivos que intervienen en la instalación de los cristales.

Objetivos

Objetivo general

- Estudiar factibilidad económica, legal, técnico y financiera en base a la instalación de cristales fotovoltaicos en Santiago como muro cortina.

Objetivos específicos

- Conocer el funcionamiento de la energía solar y su tecnología, específicamente para paneles con niveles de transparencia.
- Buscar las leyes que regulan el uso de ventanas para la generación y comercialización de energía fotovoltaica.
- Realizar un análisis financiero para establecer la instalación de cristales fotovoltaicos en Chile

SOLO USO ACADÉMICO

Capítulo 1 Energía fotovoltaica

1.1 Antecedentes sobre la energía solar

La energía solar ha estado presente desde los inicios de la humanidad, la cual se ha transformado en una importante fuente para que el humano pueda desarrollarse.

Los inicios del uso de la energía solar en hogares recaen en el Imperio Romano, donde se utiliza cristal en las ventanas, con la intención de aprovechar la luz y generar calefacción al interior del hogar, por otro lado, los romanos fueron los pioneros en el uso de invernaderos, los cuales gracias a la energía solar permitían el cultivo de plantas y así generar sus propios alimentos.

Esta energía fue aporte para las máquinas de asedio en tiempos de guerra, ya que Arquímedes quien fue un físico, ingeniero, astrónomo y matemático, desarrollo el espejo ustorio (Meinel, 1982) el cual es de tipo cóncavo de grandes dimensiones que fue utilizado con el objetivo de concentrar los rayos solares y así aprovechar el calor generado con el fin de lograr incendiar barcos enemigos, posteriormente se utilizó con el fin de fundir metales y quemar bosques.

El uso de la energía solar siguió evolucionando, ya que el químico francés Lavoiser creó en 1792 un horno solar, el cual se construyó con láminas curvadas de vidrio, en forma de lente biconvexo, este horno permitía alcanzar hasta 1760°C (Meinel, 1982), lo cual permitía fundir distintos metales. Se utilizó energía solar, ya que es la fuente de calor más pura.

La primera experiencia fotovoltaica la descubrió el francés Alexandre Edmond Becquerel en 1838, quien estaba experimentando con una pila electrolítica (utilizado para la descomposición mediante corriente eléctrica de sustancias ionizadas) con electrodos de platino, lo cual provocó una reacción una vez expuesta al sol, así generando corriente eléctrica. (Sitio Solar, 2013)

El siguiente gran paso se dio en 1873 cuando el ingeniero eléctrico inglés Willoughby Smith descubre el efecto fotovoltaico en sólidos. En este caso sobre el Selenio, el cual se caracteriza por ser buen conductor eléctrico y a la vez ser utilizado para la fabricación de vidrios. Pocos años más tarde, en 1877, El inglés William Grylls Adams, quien en ese instante es profesor de Filosofía Natural en la Universidad King's College de Londres, junto con su alumno Richard Evans Day, quienes siguieron los estudios de Willoughby en base al selenio, dieron un avance muy importante para la energía solar, ya que crearon la primera célula fotovoltaica de selenio. (Meinel, 1982)

En 1874 el sueco Charles Wilson instaló un destilador solar en el desierto de Atacama, el cual tenía como objetivo desalinizar el agua marina, para así poder ser utilizada en los procesos de la salitrera Lastenia Salinas. Esta central tenía una capacidad de trabajo de 22.500 lts diarios. (Solar-Energía, 2018)

En 1953, Gerald Pearson descubrió la célula solar de silicio, la cual era mucho más eficiente que la de selenio. Esta célula se utilizó en aplicaciones prácticas donde se necesitase poca cantidad de electricidad, aunque era considerablemente más costosa que otras energías. Dos años más tarde, Gerald junto a Daryl Chaplin y Calvin Fuller, evolucionaron la célula de silicio con el fin de aumentar su rendimiento en un 3%.

El impulso clave para el desarrollo de la energía solar se consiguió gracias a la carrera espacial que se estaba llevando a cabo entre los Estados Unidos y la Unión Soviética. La NASA empezó a utilizar la energía fotovoltaica para alimentar a los satélites y a los vehículos que se encuentran en órbita. Los presupuestos aumentaron considerablemente, por lo cual en un periodo de dos años se logró perfeccionar el rendimiento de las células, pasando de un 3% a un 8% (DamiaSolar, 2018) y así mismo disminuyendo su costo en un 94% pasando de 300\$/W a 20\$/W. Si bien en un inicio la idea en la NASA era que la energía solar sólo fuese la energía de apoyo, rápidamente se convirtió en la energía principal. Pasando de los 100W en el satélite Vanguard de 1958, a los 20.000W de la Skylab 15 años después.

Las células solares disponibles comercialmente no aparecieron hasta en 1956 aunque el coste todavía era muy elevado para la mayor parte de la gente hasta llegar a 1970 aproximadamente, cuando el precio de las células solares baja aproximadamente un 80% (Solar-Energía, 2018).

El crecimiento de esta industria fue alto hasta mediados de los 50, cuando el bajo costo del gas natural y el perfeccionamiento de la extracción de carbón provocó que se volviera a utilizar energías convencionales con el fin de generar calor y cubrir las necesidades. Esta caída duro hasta los 70, donde lo sucedido en los años 50 cambió, ya que el precio del gas y el petróleo aumentó de manera considerable, lo que llevó a un resurgimiento en el uso de la energía solar (DamiaSolar, 2018).

El siglo XXI llega con una premisa para el desarrollo sostenible medio-ambiental. El creciente desarrollo industrial y de consumo trae como consecuencia un deterioro del medio ambiente a través de las emisiones de CO₂ y otros gases que además de destruir la capa de Ozono afectan la salud del humano.

La protección del medio ambiente es compromiso de todos, es decir, gobiernos, personas e industrias. Hoy día el gran crecimiento, tanto en la producción de paneles solares cada vez más económicos como en la implementación de grandes plantas solares conectadas a la red eléctrica se ha mostrado como una gran alternativa para el mundo.

1.2 Antecedentes energía Solar en Chile

En la actualidad, se considera que uno de los lugares del mundo de mayor potencial como fuente energética solar es el desierto de Atacama chileno. Por las características climáticas y de relieve presentes en gran parte de la región norte del país, esta zona presenta un alto número de días despejados en el año.

Hoy en día, las Energías Renovables No Convencionales representan un 17% de la matriz energética de Chile, siendo la Energía Solar la más importante, concentrando un 47% de este tipo de energías limpias. (Ministerio de Energía, 2017)

Chile cuenta con plantas solares de gran magnitud, entre las cuales están:

- Planta Solar El Romero - potencia bruta de 196 MW
- Planta Solar Bolero - potencia bruta de 146,64 MW
- Planta Solar Luz del Norte - potencia bruta de 141 MW
- Planta Solar Finis Terrae - potencia bruta de 138 MW
- Planta Solar Conejo Solar - potencia bruta de 104 MW
- Planta Solar Quilapilún - potencia bruta de 103,2 MW
- Planta Solar Amanecer CAP - potencia bruta de 101,02 MW
- Planta Solar El Pelicano (En pruebas) - potencia bruta de 100,3 MW
- Planta Solar Carrera Pinto - potencia bruta de 73,50 MW
- Planta Solar Pampa Solar Norte - potencia bruta de 69,30 MW

Codelco (2012) dio el inicio en la instalación de la primera planta industrial de Sudamérica, bajo el nombre de “Calama Solar 3”, la cual Cuenta con una potencia total instalada de 1,1 MW. Esta planta Tiene la importancia de que abastecerá de electricidad a las instalaciones de la División Chuquibambilla de Codelco

El autoconsumo fotovoltaico es una alternativa para la reducción del CO₂, sin embargo, la política de ayuda de cualquier tipo a los productores de autoconsumo es muy escasa. Desde el 2013 en Chile se comenzaron a entregar subsidios para la implementación de paneles solares en hogares.

1.3 Justificación del uso de paneles solares.

El uso de paneles solares implica un gran avance para la sociedad, ya que significa el inicio de establecer un cambio en el cuidado ambiental,

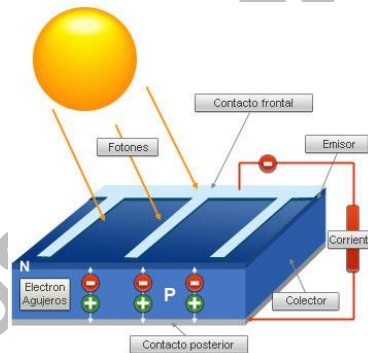
Buscar alternativas para suplicar las fuentes de energía es necesario, ya que para el 2050 se utilizarán 140 mil millones de toneladas de combustibles fósiles, minerales y metales (Ross S, 2011), es decir aumentar cuatro toneladas de consumo de recursos anualmente, por lo que es necesario mejorar la productividad de los recursos y pasar a niveles de consumo más equitativo.

A diferencia de la energía generada por los combustibles fósiles, la energía solar no libera emisiones peligrosas de dióxido de carbono (CO₂). Contar con soluciones energéticas sostenibles sin carbono es esencial para ralentizar el cambio climático y prevenir mayores daños al medio ambiente.

1.4 Método energético

Los fotones que provienen de la radiación solar, impactan sobre la primera superficie del panel, penetrando en este y siendo absorbidos por el silicio, el cual es un material semiconductor, por otro lado, los electrones que forman parte del exterior de los átomos y que se alojan en orbitales de energía, son golpeados por los fotones que impactaron con el panel, para así liberarse de los átomos a los que estaban originalmente confinados, esto les permite circular a través del material y producir electricidad en forma de corriente continua, la cual es convertida a través de un inversor, para transformarla en corriente alterna, para luego ser utilizada por viviendas y edificios. (Zytech Solar, 2018)

Ilustración 1: Efecto fotoeléctrico



Fuente: Zytech Solar (2018). Efecto fotoeléctrico [imagen 1]. Recuperado de <http://www.zytech.es>

Es necesario aclarar que al aumentar la intensidad de la luz no cambia la energía de los fotones, solo cambia la cantidad de fotones, por ende, la energía de los electrones emitidos no depende de la intensidad de la luz, sino de la energía que tienen los fotones. Para que el panel pueda producir energía, toda la energía de un fotón debe ser absorbida y utilizada para lograr liberar un electrón.

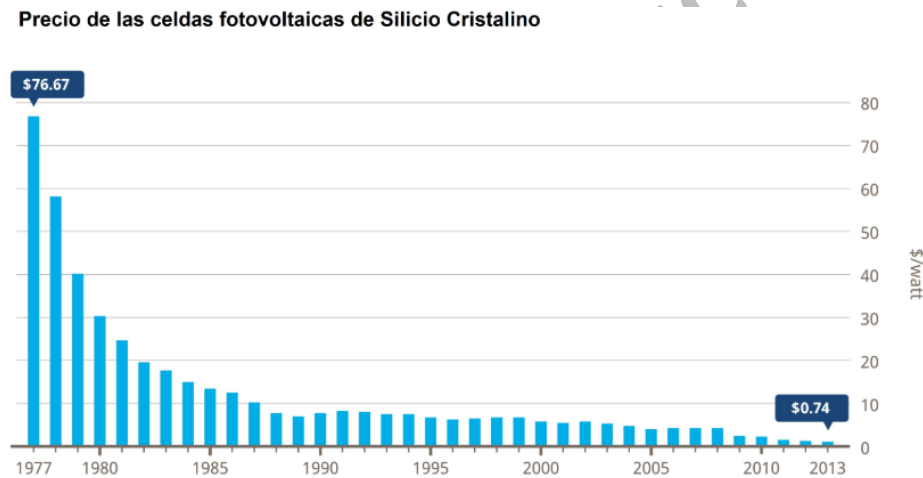
Al instalar paneles solares el cliente no se desvincula de la red eléctrica pública, ya que, si la energía producida por los paneles solares no es la suficiente para abastecer el inmueble, se puede compensar con la energía eléctrica que es producida por el sistema interconectado central.

1.5 Beneficio en el uso de paneles solares

1.5.1 Beneficios Económicos.

En los últimos 10 años se ha reducido el precio de los módulos hasta en 7 veces lo que costaba en un principio, lo cual se debe a la utilización de nuevas tecnologías. La inversión se recupera dependiendo del consumo energético de la instalación, lo cual puede llevar desde 7 a 10 años para paneles solares común y corrientes, aunque también depende del tamaño de la instalación. La garantía de los buenos equipos supera la década y su degradación, que en promedio llega a los 25 años y el ahorro mensual de electricidad llega hasta el 80%. Se pueden instalar en todo el país, incluso en el sur de Chile, donde hay menor radiación solar, aunque el tiempo de recuperación de la inversión puede ser mayor.

Ilustración 2: Gráfico Variación precio panel solar \$/Watt.



Fuente: Neuman, G (2017). Costo sistema solar [Imagen 1], Ciudad de Mexico, Mex.
Recuperado de <https://www.azoteasolar.com>

Tal como indica el grafico 1.1, el precio de una celda fotovoltaica ha disminuido en un 100% en comparación a 1977, donde una celda de 140W llegaba a tener un costo de US \$10.733, mientras que en el 2013 la misma celda alcanza un valor de US \$103,6.

De acuerdo con información de Trina Solar (2017), los inmuebles con sistemas solares se venden hasta un 20% más rápido y con un valor de un 17% superior con respecto a las viviendas sin estos sistemas a nivel mundial, lo cual puede ser una ventaja a la hora de realizar un cambio de propiedad.

1.5.2 Beneficios Ambientales.

No emite dióxido de carbono (CO₂): Uno de los principales objetivos del ser humano en la actualidad es detener el cambio climático, lo cual se logra a través de la generación limpia de energía en base a Ernc.

Autonomía energética: Como es modular, y cada vez más barata, las personas pueden acceder de manera más fácil a generar su propia energía. Esto se ve favorecido, en la medida que la electricidad sea consumida en el mismo lugar en donde se produce, evitando pérdidas por transporte.

Aprovechar mejor los espacios: Los tejados o techos de edificios son ideales para la instalación de esta tecnología, ya que provoca una mejor difusión y con muy poco casi nulo impacto arquitectónico, aportando valor a una superficie que hasta ahora parecía sin utilidad aparente.

Es un recurso inagotable: Como la fuente de la energía es el sol, es un recurso infinito, en cualquier lugar del mundo, salvo por los meses de oscuridad en los polos. (Tritec-Intervento, 2017)

SOLO USO ACADÉMICO

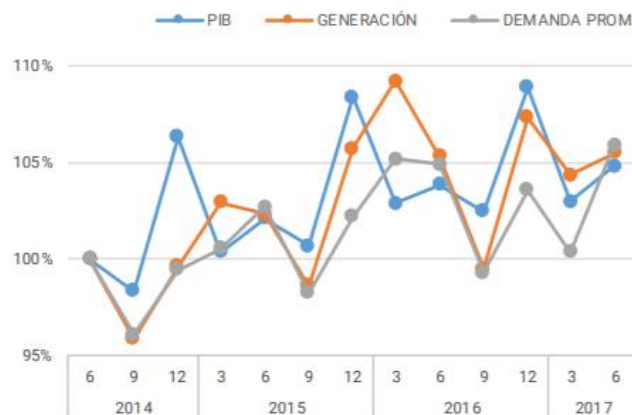
Capítulo 2 Mercado de energía solar y estudio de pre factibilidad

2.1 Demanda y generación eléctrica en Chile

En la medida que nuestro país crece, mayor energía requiere, produciéndose un natural acoplamiento entre economía y energía. En consecuencia, el desafío de Chile hoy es contar con recursos energéticos suficientes y competitivos para apoyar ese desarrollo.

En el gráfico 2.1, es posible apreciar la variación porcentual del PIB, al igual que la generación y la demanda promedio de cada trimestre. De esta manera es posible correlacionar la incidencia del PIB con el consumo eléctrico, ya que, si el PIB aumenta, se debe a que la producción del país creció, por lo que la demanda de recursos también debe aumentar.

Ilustración 3: Gráfico Variación de la generación, demanda eléctrica y PIB

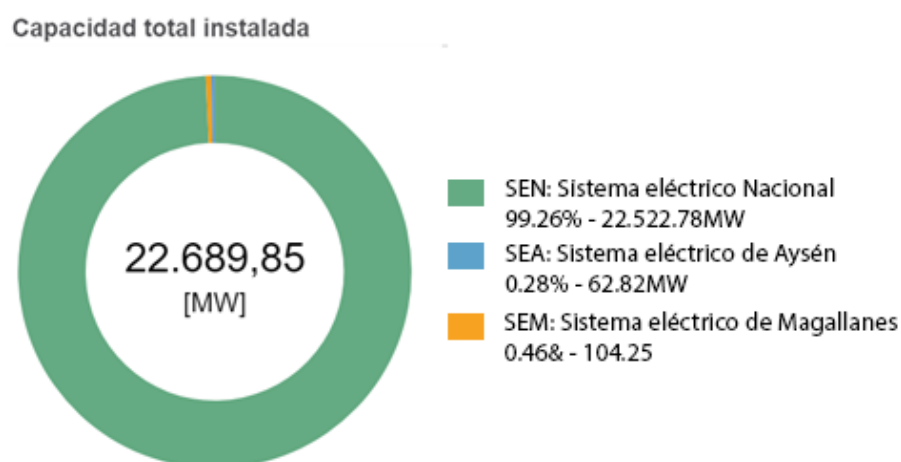


Fuente: Comisión nacional de energía (2017). Reporte financiero Vol n° 2 [Gráfico 1.1], Santiago, CL. Recuperado de <https://www.cne.cl>

“En relación a la generación eléctrica durante el mes de septiembre del 2017 alcanzó un total de 6.201 GWh lo que representa una variación trimestral positiva de 1,09%, una disminución semestral del -1,71% y un aumento con respecto al mismo mes del año 2016 de 0,18%. En cuanto a la demanda promedio para ambos sistemas eléctricos, durante el mes de septiembre del 2017, está alcanzó un total 9.668 MW lo que representa un aumento trimestral de 5,55%, un aumento semestral del 2,25% y un incremento con respecto al mismo mes del año 2016 de 0,98%” (CNE, 2017)

Por otra parte, Chile cuenta con una capacidad total instalada de 22.689,85 MW, los cuales son generados por 10 fuentes de energía y así lograr cubrir los 68.866 GWh. Estas fuentes aportan energía a los 3 sistemas eléctricos existentes a lo largo de Chile: Sistema eléctrico nacional (SEN, interconexión SIC-SING), Sistema eléctrico Aysén (SEA) Y Sistema eléctrico de Magallanes (SEM) (CNE, 2018)

Ilustración 4: Gráfico Capacidad total instalada en los 3 Sistemas eléctricos



Fuente: Energía Abierta (2018). Capacidad total instalada, Santiago, CL. Recuperado de <http://energiaabierta.cl>

2.2 Futuro eléctrico en Chile

Es necesario relacionar el crecimiento económico del Chile con la futura demanda eléctrica que el país tendrá, ya que al crecer lo más común es que la demanda energética aumente, ya que la producción del país será elevada.

Chile proyecta 3 posibles escenarios para el futuro económico en los siguientes 20 años.

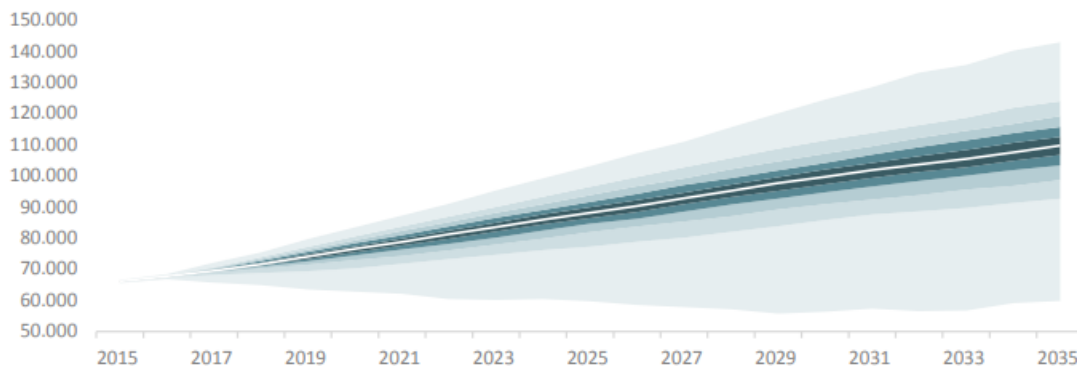
- Escenario de Desarrollo Menor o continuidad del subdesarrollo o incluso de empeoramiento
- Escenario de Desarrollo Medio o desarrollo mediocre (Posible)
- Escenario de Chile país integralmente desarrollado integralmente para todos.

Sea cual sea el futuro, lo cierto es que en Chile no ha existido una inversión de los excedentes del cobre (principal fuente de producción de Chile) en pos de crear nuevas capacidades productivas que reemplacen la bonanza de los precios del cobre, aun cuando existen razones para estar alerta, ya que el 61,9% del cobre se va a China, el cual está creciendo menos y provoca que los precios del cobre caigan un 12% (Cerde, 2018).

De todos modos, el escenario más probable para Chile es un Desarrollo medio, con posibilidades de alcanzar un país integralmente desarrollado, por ende, hay que cubrir la demanda eléctrica proyectada para el año 2035, la cual alcanza los 110.000 GWh, como se ilustra en el gráfico 1.3, lo que equivale a un crecimiento en el consumo de energía eléctrica en Chile entre un 5,5 % y 6,5 % anualmente hasta el año 2035. Para suplir esta

demanda sería necesario incorporar aproximadamente 8.000 MW al sistema de generación actual. (CDEC SIC, 2015)

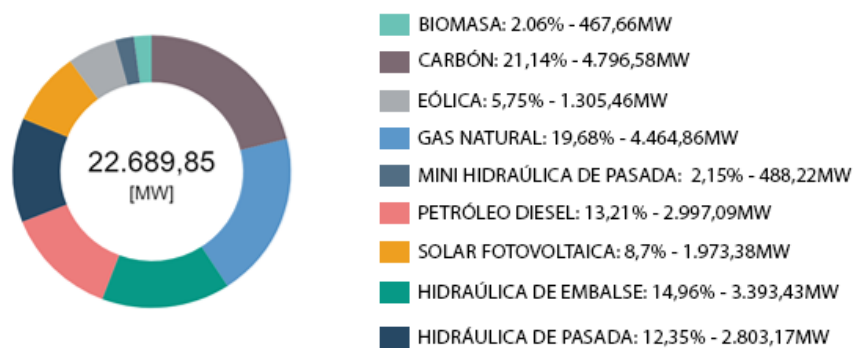
Ilustración 5: Gráfico Estimación demanda eléctrica



Fuente: CDEC SIC (2015). Estudio de previsión de demanda 2015-2035, Santiago, CL.
Recuperado de <https://sic.coordinador.cl>

Las energías renovables no convencionales (ERNC) tienen el objetivo de aportar en la potencia necesaria para el 2035. Chile tiene un 17% de la energía generada proveniente de fuentes renovables no convencionales, el cual quiere alcanzar un 70% para el 2050 (Espinoza, 2017)

Ilustración 6: Gráfico Segmentación capacidad instalada actual.



Fuente: Energía Abierta (2018). Capacidad total instalada, Santiago, CL. Recuperado de <http://energiaabierta.cl>

2.3 Edificios inteligentes

Los edificios inteligentes surgen a partir de la crisis energética mundial durante la década de los setenta (Viego, 2015) lo que produjo que arquitectos e ingenieros buscaran nuevas formas de edificar inmuebles con un consumo energético menor. Las principales características de estos inmuebles corresponden a el ahorro energético y tener la capacidad de poder incluir en un futuro, los nuevos avances que se vayan generando. El diseño se plantea con el objetivo de agregar espacios para lograr incluir nuevas tecnologías, además de satisfacer las necesidades actuales.

Un edificio inteligente es un inmueble que desde su diseño incluye la automatización de sus sistemas, además del cuidado del medio ambiente donde se edificará, y permite obtener ahorros de energía en su operación, incentivar las labores diarias con instalaciones adecuadas y funcionales, facilitar su mantenimiento, favorecer la operación y control con programas interrelacionados de todos los sistemas del edificio y principalmente garantizar una larga vida al inmueble.

Chile, actualmente cuenta con una gran cantidad de edificios inteligentes, especialmente en el distrito financiero de la ciudad de Santiago, también conocido como “Sanhattan”, ubicado en el límite de Las Condes, Vitacura y Providencia. Estos edificios se describen como elegantes y simples, ya que su principal característica es el uso de muro cortina para la obtención de luz solar, dentro de estos edificios podemos encontrar los siguientes:

- Edificio CCU – 44.300m²
- Edificio corporativo BCI – 31.662m²
- Edificio corporativo Corp Group – 42.000m²
- Parque Titanium (3 Edificios) – 138.466m²
- Torre Titanium La Portada – 132.736m²
- Gran torre de Santiago – 128.000m²

Fuente: Videla, J.T (2012). Edificios centro financiero, Santiago, CL. Recuperado de <http://www.arquitecturaenacero.org>

2.3.1 Muro Cortina y sistemas de acristalamiento

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcción define al muro cortina, o también conocido como curtain Wall, como un sistema de fachada no soportante, constituido por elementos unidos entre ellos y a su vez fijado a la estructura del edificio. Un muro cortina está diseñado para resistir la fuerza del viento, así como su propio peso, y transmitirlo a la estructura del edificio. Generalmente los muros cortina se construyen mediante la

repetición de un elemento prefabricado modulado que incluye los necesarios elementos de protección, apertura y accesibilidad según las necesidades. El muro cortina tiene como principal tarea de proporcionar aislamiento térmico y a la vez facilitar la iluminación natural al inmueble.

Los muros cortina deben satisfacer diversos requisitos, tales como:

- Resistencia y rigidez suficientes para soportar las fuerzas horizontales a las que estará sometida sin deformarse.
- Libertad de movimiento para permitir las dilataciones y contracciones debidas a la expansión térmica de los materiales.
- Capacidad para resistir las deformaciones, permanentes y variables, de la estructura principal del edificio sobre la que se fija.
- Capacidad para evacuar el agua atmosférica, evitando que llegue a penetrar al interior.
- Proporcionar el suficiente aislamiento térmico para reducir el consumo de calefacción y enfriamiento.
- Contar con protección solar, que puede estar en parte incorporada en el vidrio, para evitar el exceso de insolación directa en épocas calurosas.

Fuente: Franco, J.T (2011).En detalle: Muro Cortina, Santiago, CL. Recuperado de <https://www.plataformaarquitectura.cl>

Según las necesidades, imagen y características de cada proyecto que se quiera lograr existen diversos sistemas de acristalamiento, tales como el muro cortina, cinta ventana, sistema spider y fachada ventilada.

- Muro Cortina: “Sistema aplicado a edificios de pequeña a gran envergadura, instalado frente a losas. Proporciona un completo cierre de la obra gruesa, dando un aspecto de modernidad al edificio. Disponemos de distintos sistemas según la forma y envergadura del proyecto.” (Glasstech, 2018)
- Cinta Ventana: “Solución de cierre de fachada instalado entre losas. Permite un rápido cierre de recintos, puesto que cada piso es independiente entre si. Se puede prescindir de la aplicación de cortafuegos entre losas, ya que no hay contacto entre dos recintos. Disponemos de distintos sistemas según la forma y envergadura del proyecto.” (Glasstech, 2018)
- Sistema Spyder: “Sistema en donde el soporte es provisto por conectores de estabilización como tensores, costillas de vidrio o pilares de acero, que se ubican adosados a la superficie de vidrio mediante herrajes estructurales llamados arañas.” (Glasstech, 2018)

- Fachada Ventilada: “Sistema de acristalamiento en doble piel sobre un muro cortina instalado, con ventajas como: Control de temperatura del edificio, Modernizar la Fachada sin intervenir lo existente, Proteger la piel interior del edificio de los agentes externos, Posibilidad de hacer fachadas decorativas con cristal templado impreso.” (Glasstech, 2018)

Ilustración 7: Tipos de fachas acristaladas.



Fuente: Vano arq (2014). Fachadas acristaladas. Santiago, Cl. Recuperado de <http://www.vano.cl>

2.3.1 Ventajas Estructurales

Al ser elementos que se estructuran en forma auto soportante, mantienen un comportamiento sísmico muy favorable respecto de otros sistemas dada la independencia entre el muro cortina y la estructura del edificio. Es así como la transmisión del sismo entre la estructura y el muro cortina, está controlada por las dilataciones entre los componentes del cristal, permitiendo que la intensidad del sismo no se transmita al muro cortina conservando su integridad física, por lo que se transforma en una ventaja muy favorable para usarlos en Chile. Otra gran ventaja estructural es su ligero peso, por lo cual fachada no otorga un peso extra a la estructura resistente del edificio, lo que permite realizar distintos tipos de modificaciones. (EMB, 2016)

2.3.2 Ventajas Constructivas y de seguridad

Al ser un sistema prefabricado, permite una estandarización y modulación de sus componentes, es decir, organizar de la manera que el receptor del producto pueda elegir el diseño deseado, debido a la amplia variación de productos, lo que se refleja en una efectiva mejora en la productividad si se le compara con otros tipos de fachada como muros y tabiques exteriores. En la construcción de edificios, los muros cortina garantizan en un alto porcentaje de seguridad en cuanto al uso de anclajes en la cara superior, inferior y en los cantos, para así evitar la caída de sus componentes, además de entregar un montaje sin herramientas especiales y sin conexión eléctrica. (Halfen, 2018)

2.3.3 Ventajas Térmicas

Los muros cortina pueden aportar en el control térmico del interior de un edificio mediante la alta tecnología en los puentes térmicos y los coeficientes de sombra de sus cristales. Además, el diseño de dobles pieles o mayormente conocido como fachada ventilada, cumplen el objetivo de producir ventilación pasiva en las fachadas, para así reducir la temperatura en sectores que tengan luz directa. (EMB, 2016)

2.4 Cristal Fotovoltaico en muro cortina

Para lograr utilizar de manera correcta el espacio utilizado por los edificios, es necesario combinar características. Esto es lo que ofrece el cristal fotovoltaico, al aparecer como una solución energética y arquitectónica, ya que reemplaza el cristal utilizado comúnmente, por cristales fotovoltaicos con distintos tipos de transparencia, que absorben la energía solar para posteriormente transformarla en energía eléctrica para el inmueble.

El vidrio fotovoltaico de silicio cristalino ofrece una gran potencia energética por superficie instalada. Es utilizado generalmente en pérgolas y cubiertas, aunque las posibilidades para optimizar su uso, son en gran cantidad. Desde un punto de vista estético, se comporta de la misma manera que el vidrio arquitectónico convencional, pero aporta mucho más valor, ya que genera energía limpia y gratuita gracias al Sol y mejora la envolvente térmica del edificio gracias a sus propiedades aislantes.

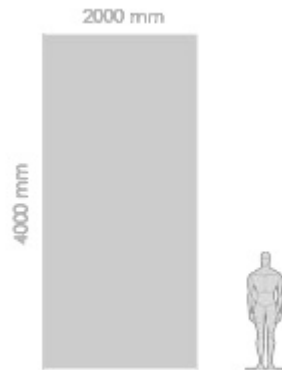
2.4.1 Vidrio de silicio amorfo

El silicio es un semiconductor utilizado en procesos eléctricos, debido a la alta capacidad de controlar sus propiedades eléctricas. El silicio se presenta como un elemento abundante en la naturaleza, lo que ha llevado a aumentar su desarrollo en nuevas tecnologías, tal como en transistores, circuitos integrados y sobre todo en la industria fotovoltaica.

El silicio amorfo ofrece una combinación perfecta entre estética y funcionalidad. Desde el punto de vista mecánico, este vidrio fotovoltaico se comporta igual que cualquier vidrio arquitectónico tradicional, ya que puede ser instalado en cualquier parte de la envolvente de un edificio. Sin embargo, como valor añadido, genera electricidad limpia y gratuita para el propietario, gracias a lo cual puede llegar a satisfacer el 100% de la demanda energética del edificio en el que está integrado. Sus propiedades activas y pasivas lo convierten en el material ideal para fachadas, muros cortina y marquesinas. Además, esta tecnología ofrece muy buen rendimiento bajo condiciones de radiación difusa y altas temperaturas, convirtiéndolo en un vidrio apto para casi cualquier zona climática del mundo. (OnyxSolar, 2018)

El vidrio de silicio amorfo resulta ideal en condiciones de radiación difusa y aplicaciones que requieren mayor sensación de transparencia.

Ilustración 8: Vidrio de silicio amorfo



Fuente: Onyx Solar (2018). Vidrio silicio amorfo. Barcelona, Es. Recuperado de <https://www.onyxsolar.com>

2.4.1.1 Tecnología silicio amorfo

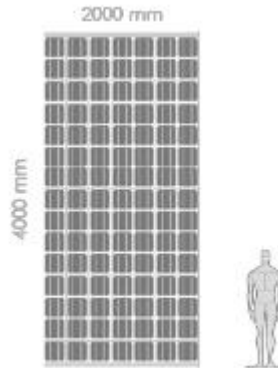
Para lograr la construcción de los cristales, es necesario cubrir la superficie de puntos cuánticos, los cuales son diminutas partículas de silicio, que se desplazan por toda el área de la superficie. El sol golpea las partículas de silicio, las cuales absorben y emiten luz a una frecuencia diferente, esta luz rebota por dentro del cristal hasta llegar al borde, donde es llevada a las baterías de energía.

Los cristales se crean aplicando capas ultra delgadas de recubrimientos líquidos, principalmente de Carbono (C) e Hidrogeno (H), los cuales son aplicados sobre vidrios y plásticos flexibles. Este método de fabricación facilita el trabajo, ya que permite la ejecución a alta velocidad, por lo cual se obtiene un menor costo de producción y a la vez genera protección sobre los agentes ambientales que pueden afectar al panel. (SolarWindow, 2017)

2.4.2 Vidrio de silicio cristalino

El vidrio fotovoltaico de silicio cristalino ofrece una gran potencia energética por superficie instalada. Es utilizado generalmente en pérgolas y lucernarios. A diferencia del silicio amorfo, este tipo de cristal funciona en base a placas que absorben la energía solar, lo cual afecta en la estética del vidrio. Al tener placas directamente incrustadas en el cristal, el vidrio se vuelve mucho más eficiente a la hora de capturar energía solar, ya que el silicio está concentrado en mayores porcentajes.

Ilustración 9: Vidrio de silicio cristalino



Fuente: Onyx Solar (2018). Vidrio silicio cristalino. Barcelona, Es. Recuperado de <https://www.onyxsolar.com>

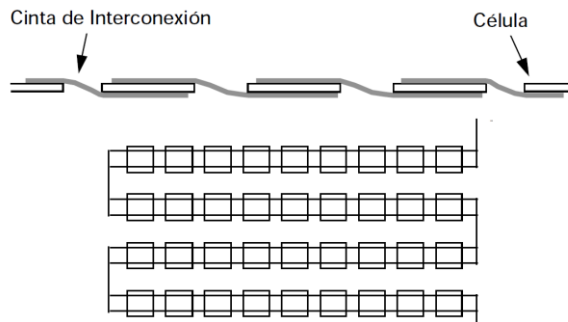
2.4.2.1 Tecnología de silicio cristalino

Los cristales de silicio cristalino cuentan con una cinta de interconexión y un celular solar, o también conocida como placa, la cual absorbe la energía solar y después es distribuida a través de la cinta.

Las placas que componen el silicio cristalino están compuestas por células esféricas de silicio, las cuales son instaladas en una rejilla frontal, que recoge la corriente generada en la célula.

Las células de silicio (Si) deben ser encapsuladas para entregar una adecuada protección mecánica y química, para así también asegurar un buen grado de aislamiento eléctrico. El encapsulado protege el conjunto de células e interconexiones contra el impacto de granizo, aves o cualquier objeto que pueda dañar la superficie o su estructura, así entregando la vida operativa útil del módulo, que idealmente debe sobrepasar los 20 años (OnyxSolar, 2018)

Ilustración 10: Diagrama de conexión de células de silicio cristalino



Fuente: Balenzategui, J.L (2008). Tecnología de células. Barcelona, Es. Recuperado de <https://www.eoi.es>

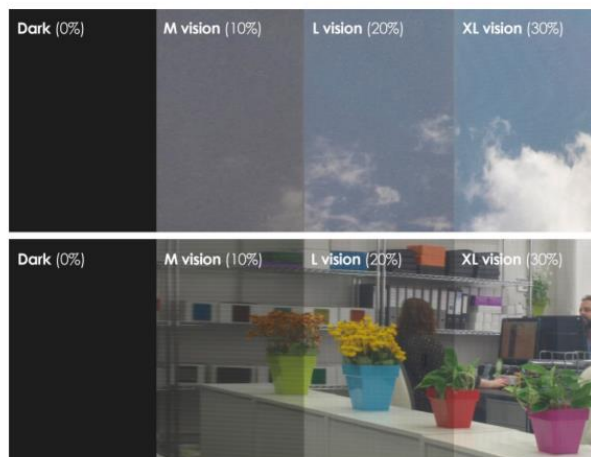
2.4.3 Ventajas Cristal silicio amorfo y silicio cristalino.

2.4.3.1 Cristal silicio amorfo

El Cristal de silicio amorfo presenta ventajas tales como la posibilidad de personalizar el producto en distintos colores, lo cual muestra versatilidad en la integración al proyecto. Por otro lado, el cristal silicio amorfo tiene dentro de sus características cuatro niveles de transparencia, los cuales entregan distintos niveles de potencia máxima nominal, donde al tener mayor transparencia tiene un menor nivel de potencia, que al no tener transparencia.

Sin transparencia (0%): 58Wp/m²
 Baja transparencia (10%): 40Wp/m²
 Transparencia media (20%): 34Wp/m²
 Gran transparencia (30%): 28Wp/m²

Ilustración 11: Niveles de transparencia

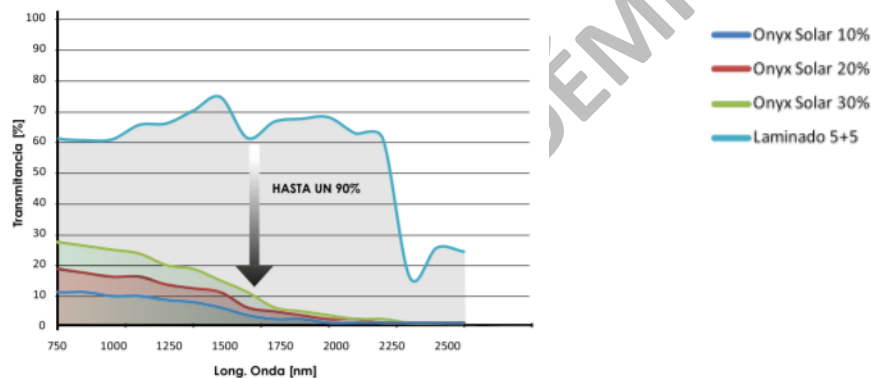


Fuente: Onyxsolar (2008). Guía técnica. Madrid, Es. Recuperado de <https://www.onyxsolar.com>

La radiación infrarroja que contiene luz natural, es la causante principal del aumento de temperatura en los espacios interiores de los edificios, es por esto que el cristal silicio amorfo cuenta con filtro LOW-E, el cual aparte de iluminar de forma natural el inmueble, filtra hasta el 99% de la radiación ultravioleta y un 90 % de la radiación infrarroja, tal como se explica en el gráfico 2.5. (OnyxSolar, 2018)

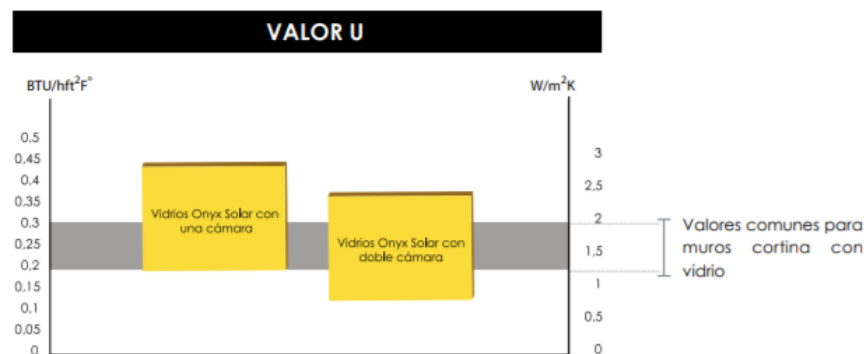
Las características aislantes se demuestran a través de la transmitancia térmica, o también conocida como valor “U”. Este parámetro demuestra la cantidad de calor que atraviesa el cristal. A medida que este valor disminuye, más aislante será el cristal, por lo que más eficiente será el edificio, otorgando así un ahorro energético y económico. El cristal silicio amorfo presenta los cristales con una cámara y con doble cámara, donde el con doble cámara presentara un menos nivel de transmitancia térmica, ya que cuenta con mayores niveles de aislación, así como lo indica el gráfico 2.6.

Ilustración 12: Gráfico Transmisión de la radiación Infrarroja



Fuente: OnyxSolar (2018). Vidrio fotovoltaico LOW-E, Madrid, ES. Recuperado de <https://www.onyxSolar.com>

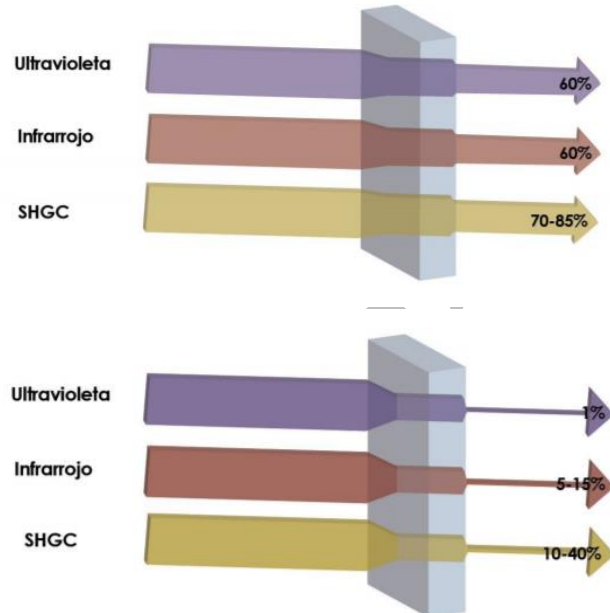
Ilustración 13: Gráfico Transmitancia térmica



Fuente: OnyxSolar (2018). Vidrio fotovoltaico LOW-E, Madrid, ES. Recuperado de <https://www.onyxSolar.com>

El cristal de silicio amorfo muestra cambios en las propiedades ópticas, las cuales tienen relación con el factor solar conocido como valor “G” o SHGC (Solar Heat Gain Coefficient), el cual indica la cantidad de energía que un cristal deja pasar hacia el interior, provocando así que un valor elevado de “G” logre un aumento de la temperatura interior, lo cual resulta crítico para el confort térmico al interior del edificio, por lo que el cristal de silicio amorfo presenta propiedades ópticas para disminuir estos valores y así tener un adecuado control de temperatura al interior. La ilustración 6 muestra una comparativa entre las propiedades ópticas de un vidrio convencional y las propiedades que ofrece el cristal de silicio amorfo.

Ilustración 14: Comparativa cristal convencional y cristal de silicio amorfo



Cristal Convencional, el cual presenta radiaciones nocivas y alto coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC).

Cristal silicio amorfo, detiene en un 99% la radiación ultravioleta y en un 90% la radiación infrarroja, mientras que el coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC) disminuye en 60%.

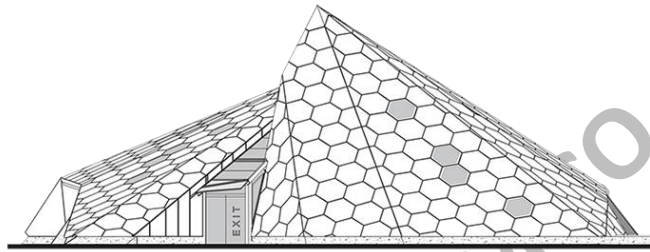
Fuente: Onyxsolar (2018). Factor solar optimizado, Madrid, ES. Recuperado de <https://www.onyxsolar.com>

2.4.3.2 Ventajas silicio cristalino

Las células solares o celdas fotovoltaicas de silicio cristalino, generalmente presentan colores oscuros, que denota la alta pureza y concentración de este material, su eficiencia supera el 15% llegando incluso al 21%. De igual forma poseen una vida útil más duradera que los otros tipos de celdas solares, así alcanzando hasta 25 años y funciona mejor en condiciones de baja intensidad solar. Al ser paneles mucho más eficientes que otros tipos,

requieren menor espacio físico, lo cual puede ser positivo para cualquier tipo de proyecto constructivo, especialmente para lugares que provoquen sombras, tales como techumbres y pérgolas, debido a que estéticamente este producto no es muy llamativo debido a la falta de transparencia, lo cual lo compensa con una gran eficiencia energética. (Balenzategui, 2008)

Ilustración 15: Pirámide de la Ciencia, Denver.



Pirámide de la Ciencia, situada en los Jardines Botánicos de Denver. Techumbre de células de silicio cristalino.

Chile cuenta con uno de los primeros proyectos en base a cristales fotovoltaicos usado en muro cortina, el cual corresponde al hospital de Punta Arenas, que utiliza silicio cristalino, ya que el clima presenta constantemente nubosidad y aun así poder generar energía eléctrica para la instalación

Ilustración 16: Uso de silicio cristalino en Chile



Hospital de Punta Arenas

2.4.4 Estudio y proceso de instalación del Vidrio fotovoltaico transparente en muro cortina.

2.4.4.1 Estudio técnico

Para poder realizar un proyecto es necesario conocer las disposiciones de aplicación general utilizadas en el diseño del edificio, ya sea sísmicas, climáticas, térmicas, etc.

Para poder realizar el estudio sísmico del edificio, del cual va a formar parte el muro cortina, es necesario conocer la siguiente información:

- Zonificación sísmica: Zona 1, 2 o 3
- Categoría: A, B, C y D
- Tipo de suelo de fundación: I, II, III o IV

Además, se debe considerar las disposiciones generales sobre diseño y método de análisis, tales como:

- Método utilizado en el dimensionamiento de elementos estructurales: Tensiones admisibles o factores de carga y resistencia
- Sistema estructural: Sistemas de muro y otros sistemas arriostrados.
- Modelo estructural del edificio
- Método de análisis sísmico

Las estructuras de los anclajes deben ser analizados para acciones sísmicas independientes, ya sean horizontales y perpendiculares. Los criterios de cálculo a utilizar son los recomendados por la NCH 433 denominada “Diseño sísmico de edificios”

Por otro lado, al considerar el muro cortina como parte de la envolvente de un edificio, en su cálculo se debe considerar la acción del viento, tal como detalla la NCH 432 denominada “Cálculo de la acción del viento sobre las construcciones”, donde la presión del viento es el efecto más importante a considerar dentro del diseño de muro cortinas, ya que la superficie del muro afectado por esta presión variable, debe ser capaz de soportar los esfuerzos a flexión, ya que la norma considera que el viento actúa de forma perpendicular a la superficie, para así siempre establecer el peor caso. Esta acción provoca succión en la cara opuesta y presión en la cara expuesta, por ende, es necesario considerar a la hora del diseño los siguientes factores:

- Presión básica del viento
- Forma total del cuerpo que compone el muro cortina

2.4.4.2 Proceso de instalación

2.4.4.2.1 Instalación eléctrica

La conexión del sistema completo debe ser realizado por un instalador certificado por la SEC en el caso de Chile.

La instalación eléctrica para los cristales fotovoltaicos dependerá necesariamente de la tensión necesaria para cada proyecto. En el caso de necesitar un alto voltaje, los módulos serán conectados en serie, ya que el voltaje final será:

$$V=V1+V2+Vn$$

Mientras que la intensidad (La cantidad de electricidad que pasa por un conductor en un segundo) será:

$$I= I1=I2=In$$

En el caso que se necesite realizar aumento de intensidad de corriente, es necesario realizar una conexión en paralelo, por lo tanto, obtendríamos:

$$I=I1+I2+In$$

Por ende, el voltaje se mantiene constante:

$$V=V1=V2=Vn$$

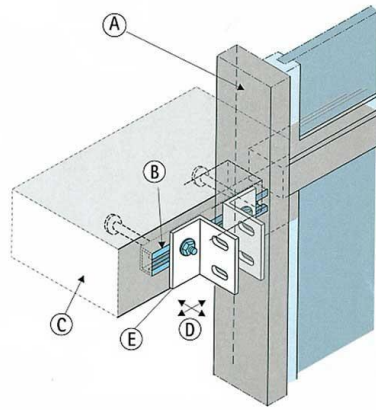
Para este tipo de proyecto es recomendado usar cableado clasificado como cableado solar con longitudes variables, ya que poseen una corriente nominal de 42A, un voltaje nominal que va de los 600V hasta los 1000V y su máxima temperatura aceptable de funcionamiento es de -40° y 85° C. (OnyxSolar, 2018)

2.4.4.2.2 Instalación de la estructura

El proceso de instalación de un vidrio fotovoltaico en un muro cortina no es muy distinto a la instalación corriente, ya que la estructura soportante es en base de aluminio y acero, así solamente soportando su propio peso, el cual es transferido a la estructura del edificio mediante un armazón auxiliar de anclajes y apoyos.

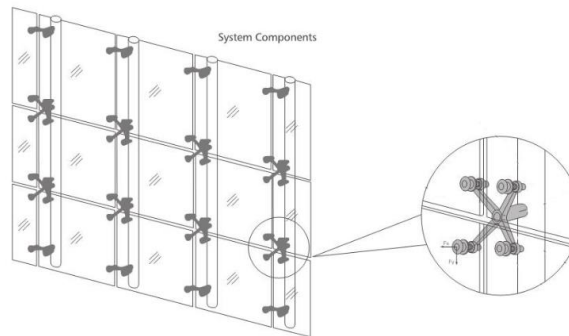
Tal como se indica en el punto 2.2.3, hay diversos tipos de muros cortina, aunque existen 3 tipos de instalaciones como las denominadas Stick, Frame y Spyder. La primera de ellas se caracteriza por la elaboración de los módulos en obra. Este tipo de instalación es más factible, ya que se puede adaptar ante cualquier modificación del proyecto. El sistema Frame, en tanto, cuenta con elementos prefabricados y autoportantes que son agregados listos en la fachada. Por último, el sistema Spyder permite el ajuste de cristales a la estructura por intermedio de elementos especiales articulados donde se apoyan los paneles acristalados.

Ilustración 17: Anclaje Muro cortina sistema Stick



- A) Perfil principal de acero que recibe las cargas horizontales.
- B) Pretina que permite la unión entre el perfil y la losa.
- C) Losa del edificio.
- D) Espacio para la instalación de cristales
- E) Fijación para unir losa (pasando por la pretina) y perfil.

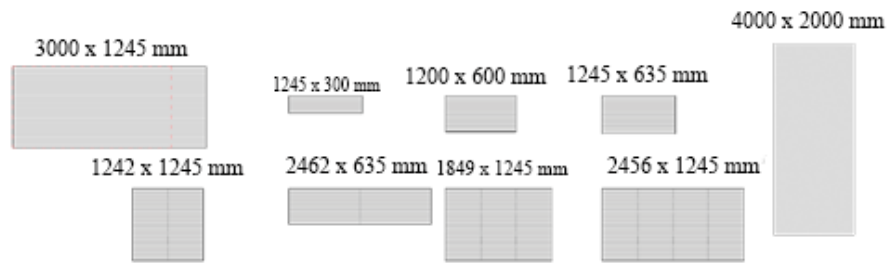
Ilustración 18: Anclaje Muro cortina sistema Spyder



Fuente: Glasstech (2018). Fachadas y muros cortina, Santiago, CL. Recuperado de <https://www.glasstech.cl>

Dentro del proceso de instalación, hay varias fases que resultan comunes para cualquier proceso constructivo, siendo las primeras etapas las más importantes. En el planteamiento se realiza el desarrollo del proyecto, incluyendo todos sus detalles constructivos y especificaciones técnicas. Si bien, es posible encontrar medidas estandarizadas para módulos de muros cortina (en el rango de 1.200 a 1.800 mm, derivados de las medidas comerciales de cristales), se trabaja con dimensiones a pedido dependiendo la especificación y requerimientos de la obra. Los cristales solares se encuentran en el mercado en nueve tamaños distintos, los cuales se especifican en la ilustración 9. (Saavedra, 2013)

Ilustración 19: Dimensiones cristales fotovoltaicos

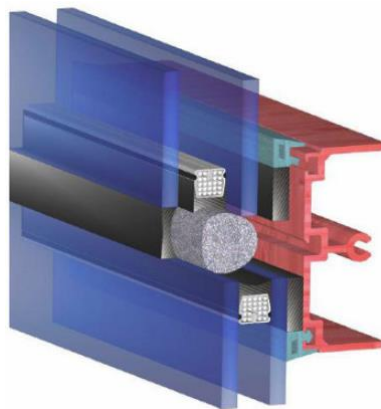


Fuente: Onyxsolar (2018). Medida estándar del vidrio fotovoltaico, Madrid, ES.
Recuperado de <https://www.onyxsolar.com>

Uno de los puntos más importantes que deben ser considerados a la hora de realizar la instalación de un muro cortina corresponde a los sellos, los cuales deben ser realizados en base a las “Recomendaciones técnicas para el diseño, fabricación, instalación y mantenimiento de muros cortinas”, publicado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) en 2006, quienes indican los selladores y adhesivos de silicona utilizados en estas aplicaciones, los cuales cuentan con propiedades especiales que les permiten absorber los movimientos entre módulos de vidrio y protegerlos al mismo tiempo del viento y de la intemperie. El proceso de sellado se debe desarrollar considerando las siguientes tareas:

- Retirar todo el material suelto e innecesario que pueda afectar en la adherencia del sellador
- Limpiar juntas
- Aplicar materiales de respaldo (Compatibles con el sellador)
 - Utilizar cordones de respaldo (Para lograr el perfil adecuado) con un ancho de un 25% mayor que el ancho de la junta.

Ilustración 20: Cordones de respaldo



Fuente: Vidrioperfil (2014). Estándares de calidad, Madrid, ES. Recuperado de <https://www.vidrioperfil.com>

Las juntas entre los elementos pueden sellarse eficazmente con gomas preformadas (Especiales para cada proyecto) o bien con selladores de silicona, que gracias a su elasticidad son capaces de mitigar los daños producidos por movimientos sísmicos, además de aportar resistencia a la radiación UV e impermeabilidad al aire y lluvia. Con la mayoría de los selladores, el ancho de la junta debe ser, como mínimo, cuatro veces el movimiento estimado de esta, dado que la capacidad de movimiento es del 25%. Una vez en el lugar, los módulos se limpian y colocan en forma secuencial. Cuando hay que avanzar hacia pisos superiores, se puede realizar maniobras de izaje para llevar los módulos donde corresponda. También se utiliza la ayuda de grúas y ventosas para elevar las piezas. (CDT, 2006)

2.4.4.3 Control de calidad

La normativa chilena no especifica ningún tipo de control para sistemas vidriados, tal como lo son los muros cortinas, por lo que es recomendado realizar controles por todos los involucrados en la instalación, además de realizar ensayos en obra, los cuales tendrán como objetivo comprobar la resistencia de la estructura, permeabilidad del producto y la capacidad del sellante.

El control de calidad se implementa como norma general, para evitar la insatisfacción del usuario, y a la vez riesgos y pérdidas debido al poco o inexistente control de calidad en procedimientos constructivos.

El Control de calidad en un proyecto debe contemplarse desde tres aspectos diferentes

- Control de calidad del proyecto: Planteamiento, calculo, planos, etc.
- Control de calidad en materiales: Certificación y procedencia.
- Control de calidad en ejecución: Procedimiento e instalación.

2.4.4.4 Mantenimiento Muro cortina fotovoltaico

El mantenimiento de este tipo de proyectos debe ser programado desde el diseño, ya que así se puede tener el control correspondiente de tanto la estructura como los cristales fotovoltaicos.

La CDT (2006), sugiere procedimientos de inspección establecidos en la norma ASTM C24, la cual trata los sellos y los productos selladores utilizados para la construcción. Esta norma específica que las inspecciones deben ser realizadas por profesionales especializados en la materia.

La inspección post-instalación y el programa son necesarios, para así asegurar el correcto funcionamiento y la permanencia a largo plazo.

OnyxSolar (2018) indica que “El mantenimiento preventivo debe realizarse al menos dos veces al año, considerando principalmente las conexiones del sistema, la estructura en la cual están instalados los cristales y la superficie de los cristales” (p.33).

La limpieza del sistema hay que realizarla periódicamente y si el ambiente que rodea al edificio se encuentra contaminado, se debe efectuar limpieza de manera frecuente.

Para poder realizar el procedimiento de limpieza es necesario plantear la ubicación del sistema de limpieza del edificio, para así evitar que los rieles de los carros de limpieza interfieran con el coronamiento del muro cortina. Los productos a utilizar deben ser elegidos dependiendo del estado de suciedad de la superficie y a la vez considerando su compatibilidad con los sellos utilizados (CDT, 2006).

2.4.4.5 Mantenimiento aluminio y acero

Los metales suelen ser materiales muy sensibles a la acción de sustancias acidas (ácido muriático, nítrico y sulfúrico). La acumulación de suciedad en la superficie puede provocar niveles de corrosión en la estructura.

Para proteger los elementos que soportaran los cristales, es necesario mantenerlos protegidos desde el inicio de la obra, para así evitar problemas en el momento de iniciar con la instalación, ya que no deben estar expuestos a la intemperie y a la humedad.

Cuando la superficie presenta poca suciedad, solo basta limpiarla de forma tradicional con jabón neutro. Si la suciedad presenta mayor concentración, se debe aplicar detergente y frotar la zona con cepillos para especializados para metales, en caso de ser necesario se pueden utilizar abrasivo tipo óxido de aluminio, el cual se puede usar para lijar la superficie, ya que se adapta de buena manera a los materiales duros. Al terminar de utilizar hay que limpiar toda la superficie, para que los residuos metálicos no provoquen pares galvánicos, los cuales provocan el fenómeno de corrosión.

2.4.4.6 Daños y eventos específicos

Es posible que el proyecto presente distintos tipos de daños, aunque todo el procedimiento de instalación fue realizado según normativa. Las razones que pueden provocar algún cambio de elementos pueden ser:

- Cristal dañado
- Deformación de elementos (Provocado por sismos)
- Falla del sellador
- Falta adhesión
- Sistema eléctrico solar dañado

Al igual que la mantención, el proceso de reparación debe ser considerado desde el inicio del proyecto, para así conocer los protocolos, accesos y costos que pueden traer consigo el cambio de algún elemento.

En el caso de que exista un cristal dañado, es necesario reemplazar todo el sistema eléctrico, además del cristal afectado. Es muy importante mantener las características térmicas, por lo que se debe cambiar toda la pieza y no solamente la parte exterior.

Capítulo 3 Proyecto y modelo de negocios

El modelo propuesto corresponde a la implementación de cristales fotovoltaicos en edificios, a través de muro de cortina, en la región metropolitana. Donde la inversión inicial es obtenida por privados o entes bancarios. Por otro lado, el cliente tiene que aportar la fachada del proyecto, para así lograr el objetivo del negocio, establecer ahorro energético y monetario para la edificación, así también, disminuyendo la emanación de gases invernaderos.

Para lograr establecer un negocio de esta categoría en Chile, es necesario estudiar a los proveedores, inversionistas y posibles clientes.

3.1.1 Proveedores

Actualmente existe una empresa que ofrece los servicios de instalación de cristales fotovoltaicos como muro cortina. OnyxSolar, es una empresa de origen español, que tiene como objetivo sustituir el vidrio convencional utilizado en las envolventes de los edificios, por un vidrio que sea capaz de generar energía eléctrica, así disminuyendo las emisiones de CO₂.

OnyxSolar cuenta con más de 150 proyectos ejecutados en el mundo, dentro de los cuales se encuentran la Universidad de Washington, edificio Panamá Pacífico, Union National Bank, Dubai Frame, entre otros (OnyxSolar, 2018).

3.1.2 Inversionistas

Para lograr llevar a cabo el negocio, es necesario encontrar financiamiento, por lo cual se buscarán inversionistas tanto privados como públicos, aunque enfocándose principalmente en el privado, ya que hay mayores posibilidades de negociación y suelen correr más riesgos.

El inversionista se va a ver interesado en recuperar su inversión y obtener ganancias en base al proceso. Es necesario preparar una propuesta de inversión, donde se debe mostrar todas las partes interesadas y los procedimientos a utilizar, para así generar confianza en el inversor. Es común que un proyecto “verde” presente un ROI (Retorno de la inversión) prolongado, por lo que es necesario buscar un inversionista con experiencias previas, para que tenga conocimiento alguno en este tipo de proyectos.

3.1.3 Clientes

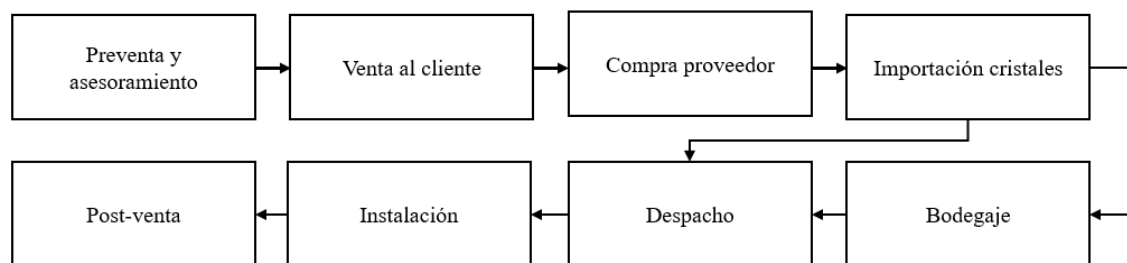
Los clientes, a los cuales enfoca el negocio son los estudios de arquitectura, ya que son los encargados de diseñar los proyectos constructivos, así mostrando esta nueva tecnología, para reemplazar el uso de cristales tradicionales por cristales fotovoltaicos. El otro tipo de clientes objetivos, corresponden a los grupos empresariales de Chile, ya que la gran mayoría ya tiene edificios en construcción y se convierten en potenciales clientes, ya que a ellos se le presentaría la oportunidad de cambiar los cristales ya instalados, por

los nuevos cristales fotovoltaicos. Los posibles nuevos clientes se encuentran ubicados, principalmente en el sector financiero de Santiago, también conocido como Sanhattan.

3.2 Modelo de negocio

Tener una representación abstracta del futuro negocio, es necesario para llevar a cabo el planteamiento del proyecto, por eso es necesario plantear un esquema de operaciones generales, ya que de esta forma se presentan los objetivos y el procedimiento que llevará la empresa, tal como lo indica la ilustración 13.

Ilustración 21: Esquema de operaciones



Fuente: Elaboración propia

La preventa corresponde a un factor importante a la hora de generar un negocio, ya que en esta fase se presentan los productos y las características que ofrecen. Se considera un servicio de asesoramiento con el fin de guiar al cliente para que este obtenga el producto que necesita, cubriendo todas las demandas exigidas de la forma más eficiente posible, dentro de las cuales se encuentra: Cantidad de ventanas, energía a generar, dimensiones de las ventanas (Grosor, alto y ancho), estructura, transparencia, color, etc.

La venta se realiza una vez que el cliente ya tiene la decisión tomada y se realizaron los estudios previos. En una primera instancia, el cliente paga el 30% del total y una vez el producto se encuentra operativa paga el 70% restante.

La compra al proveedor se procesa una vez realizado el primer pago por parte del cliente, aunque es necesario mantener stock para presentaciones y generar prototipos. La adquisición de productos junto con la importación, son los procesos más irregulares, ya que los periodos pueden presentar variaciones, lo cual es un punto importante a considerar a la hora de realizar una oferta. Es necesario considerar el bodegaje, ya que como los periodos pueden variar, los cristales pueden adelantar su llegada, por lo cual será necesario almacenarlos hasta que se utilicen. En resumen, la logística tiene que ser muy bien planificada.

La instalación es el proceso más importante dentro del proyecto, la cual es realizada por técnicos correctamente capacitados y certificados por la Superintendencia de electricidad y combustibles (SEC). El proceso de demostración de capacidades y certificación se ha logrado agilizar, ya que la SEC (2017), indica que ya existen varios convenios con universidades e institutos, para poder realizar el proceso de evaluación para la certificación de competencias laborales.

El servicio de post-venta tiene como objetivo cubrir todos los problemas o inquietudes que puede generar la instalación de cristales durante el periodo de garantía, el cual corresponde a 5 años, aun así, ofreciendo el servicio de mantención en el periodo posterior a la garantía.

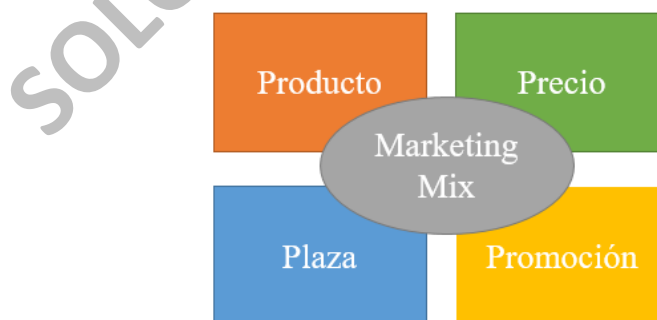
3.3 Plan de marketing.

El marketing es el encargado de analizar la gestión comercial de compañías, con la finalidad de atraer, captar, retener y fidelizar a los clientes a través de la satisfacción de sus deseos y necesidades.

En el Mercado actual es necesario tener presencia virtual y física, lo cual se logra desde la elaboración de una página web, hasta la implementación de una oficina con atención al público. Es muy importante mostrar las nuevas tecnologías, como los cristales fotovoltaicos a todo el mundo, principalmente en las universidades, ya que en estas instituciones las distintas áreas educativas relacionadas, serán las encargadas de mostrar esta información a futuros profesionales, quienes implementarán equipos para nuevos proyectos de construcción.

Para lograr establecer un plan de marketing, se deben cubrir todos los puntos necesarios, por lo cual hay que considerar las 4P de McCarthy.

Ilustración 22: Marketing mix. Las 4p de McCarthy.



Fuente: Elaboración propia

Producto: Corresponde a cristales fotovoltaicos, los cuales serán instalados en muro cortina, que generarán energía eléctrica para el inmueble. Dentro de los beneficios que ofrece, se encuentra la personalización según proyecto y el aporte al cuidado ambiental.

Precio: El precio dependerá de la clase de proyecto en el que se trabajará, ya que puede variar la cantidad de m², la energía necesaria y el sistema de instalación, por lo cual será necesario realizar un estudio antes de cada planificación, para así lograr establecer el precio.

Plaza: La plaza donde se localicen los sistemas deberán de estar encaminadas a empresas que tengan un alto consumo de energía eléctrica, además de empresas que desean disminuir sus emisiones de gases, tal como el CO₂. Es muy importante incluir empresas que cuenten con un Sistema de Gestión de la Calidad, en el cual muestren uno de los puntos relevantes de las normas ISO, la cual establece la necesidad de buscar acciones para el mejoramiento de los sistemas y entornos.

Promoción: El mecanismo de implementación de las acciones será las de utilizar los canales que otorgan las instituciones gubernamentales y que buscan generar los enlaces entre empresas relacionadas con el rubro. Para poder promover el producto, es necesario participar tanto en ferias como seminarios, además de realizar un portafolio con toda la información necesaria para los estudios de arquitectura. La principal fuente de información será a través de una página web, además de participar en el programa de distribuidores de la empresa OnyxSolar.

El producto contará con los estudios y especificaciones técnicas realizadas por el fabricante, para así mostrar el funcionamiento del producto de manera detallada, mostrando como trabajarán para lograr cubrir las necesidades, sus requerimientos y expectativas. Los equipos se pueden utilizar en áreas de esparcimiento y de descanso ya que son sistemas muy seguros y libres de CO₂, lo que genera un plus por no contaminar, buscando mediante esto también el aprovechar los incentivos fiscales y apoyos económicos que por parte de los gobiernos buscan aplicar para el desarrollo e impulso de estos sistemas.

3.4 Campaña de marketing

La campaña de marketing debe satisfacer 2 pasos necesario, donde el primero corresponde a la introducción del producto al mercado, respondiendo las preguntas tales como que trata el producto y cuál es su relación con la energía sustentable. El otro punto es el cómo la empresa va enfrentarse a los posibles clientes, destacando las características del producto y que lo hace ser atractivo frente al resto. Para el primero se generará una campaña de lanzamiento que genere impacto a cualquier tipo de persona de interés. En segundo lugar, una campaña directa al público final que logre convencer al cliente de incluir los cristales fotovoltaicos en su proyecto constructivo.

3.4.1 Campaña Lanzamiento de un nuevo producto

El objetivo de una campaña de lanzamiento es dar a conocer los cristales fotovoltaicos en Chile. La campaña muestra las características y el funcionamiento del producto, además de mostrar las ventajas de reemplazar cristales tradicionales por cristales fotovoltaicos. Este proceso se llevará a cabo durante el primer año, para así lograr captar la atención de

posibles clientes, además de lograr difundir el nuevo producto tal como se indica en las 4p de McCarthy: Revistas, participación en ferias, entrevistas y publicidad web.

3.4.2 Campaña directa al cliente

En esta campaña, el objetivo es realizar una demostración detallada de los cristales fotovoltaicos al futuro cliente que fue captado desde la campaña de lanzamiento. En este punto es donde se realizan reuniones y charlas privadas con el cliente, para así lograr generar confianza entre la empresa y el cliente, con el fin de retenerlo y crecer junto a él.

3.5 Análisis Estratégico del proyecto

Para el correcto análisis del mercado en donde se quiere ingresar, hay una serie de modelos estratégicos con el fin de obtener herramientas para poder optar a posicionar el negocio de manera competitiva.

La matriz FODA corresponde a una herramienta de análisis, la cual puede ser utilizada en un nuevo producto o empresa. Este estudio, permite conformar un cuadro respecto a la situación en la que se encuentra el objeto a estudio, permitiendo así, tomar decisiones acordes a los objetivos planteados.

Como principal objetivo, el análisis FODA consiste en obtener conclusiones sobre la forma en que el nuevo producto o empresa será capaz de resistir las turbulencias que pueden afectar el objeto a estudio. El análisis se realiza dependiendo del posicionamiento que busque la empresa en base a sus oportunidades y amenazas, a partir de sus fortalezas y debilidades. (MatrizFoda, 2018)

3.5.1 Análisis FODA

ANÁLISIS INTERNO	ANÁLISIS EXTERNO
Fortalezas • Rápido Payback para los clientes que desean adquirir el servicio. • Nuevas tendencias en el mercado medio ambiental están exigiendo a los proveedores de productos y servicios una mayor preocupación por la implementación de atributos sustentables y renovables. • Reducción de los costos energéticos por medio de la generación de energía propia.	Oportunidades • Nuevo marco legal respecto a la ley de NetBilling, que clarifica beneficios sobre los usuarios (generación de ingresos mediante auto abastecimiento energético). • Cada vez más la población está más preocupada por el medioambiente y está dispuesta a pagar un poco más por cuidarlo. • La consolidación de la tecnología fotovoltaica y su baja en el precio la ha transformado en una alternativa competitiva para la generación de energía autosustentable y por tanto las ventanas fotovoltaicas se transforman en un buen sustituto de los paneles tradicionales. • Nuevas exigencias medioambientales con relación a la huella de carbono que generan las empresas, permitiendo que estas se interesen en energías renovables sin huella de carbono, por lo tanto, permitiendo el poder generar beneficios económicos en empresas que venden el exceso de bonos de carbono a otras empresas con déficit (compran bonos de carbono para así evitar multas)
Debilidades • Una inversión inicial muy elevada, propone un riesgo alto en esta etapa del proyecto por lo que las garantías que los bancos solicitan pueden llegar a limitar el desarrollo del proyecto. • Empresa nueva en el mercado chileno.	Amenazas • Los riesgos asociados a la calidad de los productos importados. • El potencial término de una relación con un proveedor de componentes fotovoltaicos puede generar una pérdida de recursos.

3.6 Desarrollo Operacional y plan logístico

Un correcto desarrollo se basa en planificación y coordinación, debido a esto, es necesario contar con un plan logístico, para así poder analizar el conjunto de actividades que van a intervenir en los procesos de la empresa. Este plan abarca desde el bodegaje de materia prima, hasta la instalación de cristales en un determinado proyecto.

3.6.1 Logística

La logística para la empresa es un punto fundamental, ya que el principal proveedor posee fábricas en España, Estados Unidos y China, es por esto que la logística se divide en cinco partes:

- Importación de cristales fotovoltaicos provenientes de la empresa OnyxSolar, según especificaciones del proyecto a construir.
- Transporte marítimo y terrestre desde Madrid, Nueva York y Beijing.
- Transporte terrestre en Chile.
- Bodegaje e inventario.
- Distribución de cristales según corresponda.

3.6.1.1 Importación desde fábrica de OnyxSolar

OnyxSolar cuenta con 3 fábricas, las cuales abastecen todos los proyectos que se encuentran en el mundo (OnyxSolar, 2018).

El tratado de libre comercio entre Chile y Estados Unidos reduce los impuestos aplicados a los productos, para así potenciar el intercambio potencial mutuo. Es por esto que la fábrica de Nueva York es la elegida, ya que la distancia es menor en comparación a Madrid y Beijing, al igual que los tiempos de despacho. China será considerado como segunda opción en caso de existir saturación en la fábrica de Estados Unidos.

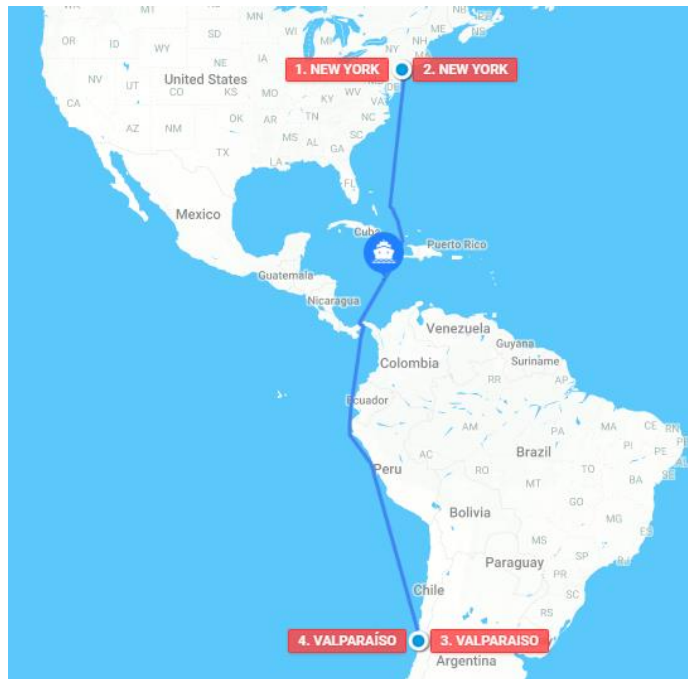
3.6.1.2 Transporte marítimo y terrestre

La importación de cristales fotovoltaicos puede variar dependiendo de la cantidad de unidades y las dimensiones de estos, es por esto que las tarifas van a cambiar según los que se utilicen (20 o 40 pies), además considerar el cuidado que hay que mantener durante su arribó al destino. El tipo de transporte a utilizar es marítimo y terrestre, en el cual se considera:

1. Despacho de productos desde la fábrica de Nueva York - Transporte a puerto - Recepción en Puerto de Nueva York.
2. Recepción en Puerto de Valparaíso o San Antonio - Transporte a bodega - Recepción en bodega de Santiago.

Los tiempos de recepción, tarifas y distancia, se obtienen a través de una herramienta llamada SeaRates, la cual proporciona especificaciones necesarias para la importación de productos, así también, permite realizar una comparación en los costos y tiempos de envío entre las 3 fábricas existentes.

Ilustración 23: Importación de cristales Nueva York-Valparaíso.



Fuente: SeaRates (2018). Cotización de carga. Recuperado de <https://www.searates.com>

El transporte terrestre va a ser realizados por camiones equipados para poder proteger los cristales durante su recorrido en la Región Metropolitana, los cuales serán solicitados a Transportes RAMM Ltda. En caso de realizar proyectos en otras regiones, el transporte se realizará con la empresa ZEAL transportes logísticos Ltda. Con el fin de poder movilizar los contenedores y la maquinaria necesaria para su descarga e instalación.

Dentro del estudio aún no se considera un medio de transporte propio de la empresa, ya que, al ser un producto nuevo es incierta la cantidad de clientes que se pueden tener, por lo cual invertir en logística propia puede considerarse como un gasto no necesario al inicio del negocio, solo se considera transporte para los supervisores.

3.6.1.3 Bodegaje e inventario.

Es necesario mantener un nivel de stock de cristales fotovoltaicos en Chile, ya que algunos proyectos pueden presentar fallas y será necesario realizar la reparación rápidamente. Por otro lado, es necesario almacenar el equipamiento que se utilizará a la hora de instalar los cristales fotovoltaicos, es por esto que es fundamental contar con una bodega de almacenaje, la cual debe estar ubicada en un lugar estratégico con rápida conectividad, para así optimizar tiempos.

Durante el inicio del negocio se considerará arrendar bodegas, ya que la compra de un galpón para almacenaje aumenta demasiado los costos de inversión, es por lo cual se considera para un periodo de 5 años.

Para lograr ubicar bodegas en arriendo con buena ubicación se utilizó la página www.Todogalpon.cl, la cual corresponde a una empresa especializada en propiedades industriales.

El inmueble elegido corresponde a una bodega ubicada en la comuna de Quilicura, específicamente en el parque Aeropuerto en Lo Echevers. Cuenta con gran conexión a través de la autopista Vespucio Norte. El condominio cuenta con oficinas, las cuales se arriendan por un valor de 0.25 UF, precio mucho más bajo que oficinas ubicadas en el centro de Santiago, por lo cual se convierte en una oportunidad para el negocio.

Ilustración 24: Detalle de la propiedad para arriendo de bodegaje.

Detalles de la Propiedad	
Código	AB2131
Valor	U.F. 0.125 mas iva
Construido	desde 396 m2
Terreno	.-
Tipo	Condominio Industrial Bodegas - Galpones
Ubicación	Av.Americo Vespucio
Sector	Parque Aeropuerto - LO Echevers
Comuna	Quilicura

Fuente: Todo Galpón (2018) Arriendo de condominio industrial Bodegas. Santiago, CL
Recuperado de <http://www.todogalpon.cl>

3.7 Estimación de Demanda e Ingresos.

Para estimar la demanda, se utilizará información recabada del Ministerio de Energía, de la Comisión Nacional de Energía y de la Cámara Chilena de la Construcción.

El mercado objetivo es el de construcción, es por esto que se realiza una encuesta que tiene como finalidad obtener información y características de empresas y profesionales ligados al rubro.

La encuesta a empresas constructoras e inmobiliarias de renombre como Moller & Pérez-Cotapos, Novatec e Inmobiliaria Aconcagua. Tiene como objetivo recopilar información sobre posibles futuras inversiones, además de presentar los cristales fotovoltaicos. Las principales conclusiones fueron:

- Las empresas deben tener este concepto de inversión incorporado en su estrategia y plan de desarrollo, pero sin lugar a duda se tienen los recursos para lograr buscar y adquirir nuevas tecnologías. (Moller & Pérez-Cotapos)

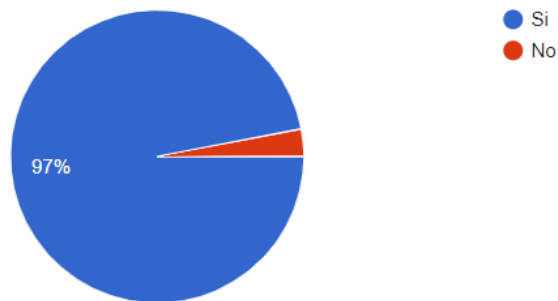
- La inversión en ERNC se interpreta como un valor agregado a la empresa, pero en el día de mañana debiese ser una obligación. Cada día más empresas están incorporando este concepto en sus desarrollos, y la empresa que no lo aplique, sin duda quedará retrasada con respecto a su competencia. (Inmobiliaria Aconcagua)
- Las empresas encuestadas reaccionaron de manera positiva ante la hipotética implementación de los cristales fotovoltaicos, debido a dos razones fundamentales.
 - Menores Costos
 - Conciencia ecológica
- Todos los encuestados coinciden en que invertir en ERNC no es un peligro económico. “Los clientes prefieren un edificio eficiente por sobre uno que no lo es, lo que se traduce en un menor riesgo de venta. Esto puede impactar directamente en las rentabilidades de un proyecto. (Inmobiliaria Aconcagua).
- “Si existe la opción de disminuir los costos en consumo eléctrico, además de evitar la emisión de gases al ambiente, todo edificio debería tener instalado los cristales fotovoltaicos” (Constructora Novatec)

Se realizó una encuesta a 33 personas ligadas al rubro de la construcción, donde se realizaron preguntas sobre el conocimiento que tienen sobre las Energías renovables no convencionales (ERNC), además de su conocimiento sobre los cristales fotovoltaicos.

Los resultados son los siguientes:

1.- El 97% de los encuestados conoce que son las ERNC, mientras que el 3% no sabe su significado.

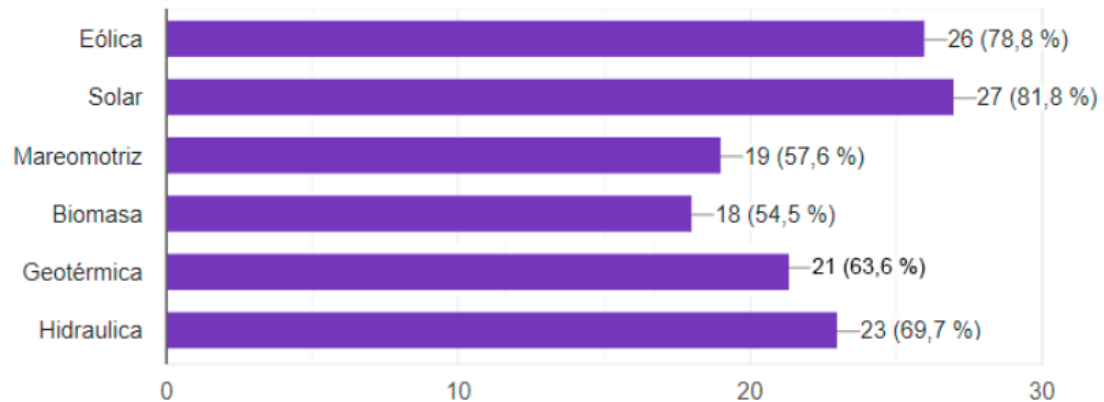
Ilustración 25: Conocimiento ERNC.



Fuente: Elaboración propia- Formulario de Google.

2.- Las Energías renovables no convencionales más conocidas por los encuestados corresponde a la energía Solar alcanzando un 81,8%, seguida de la energía Eólica alcanzando un 78,8%. Mientras que las menos populares corresponden a la Bioenergía (Biomasa) con un 54,5% y la energía Mareomotriz con un 57,6%

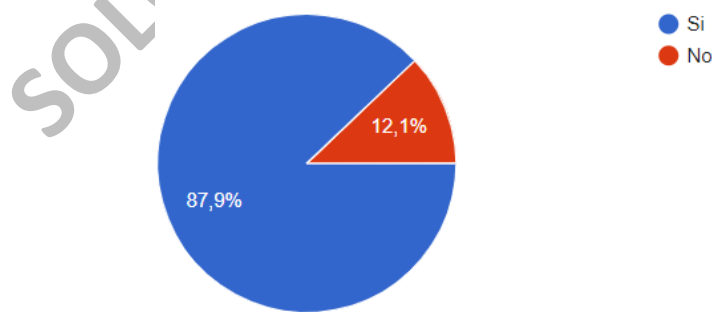
Ilustración 26: Popularidad de energías renovables no convencionales.



Fuente: Elaboración propia- Formulario de Google.

3.- El 87,9% de los encuestados utilizaría energía Solar en caso de tener que realizar algún proyecto constructivo, mientras que el 12,1% no utilizaría este tipo de energía ya que no genera confianza.

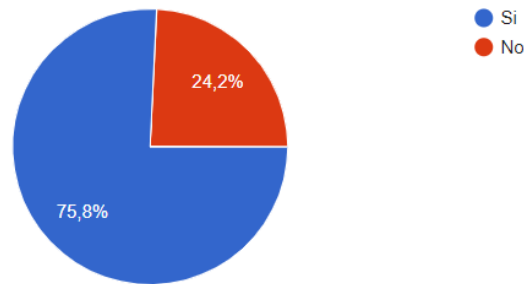
Ilustración 27: Utilización de energía Solar.



Fuente: Elaboración propia- Formulario de Google.

4.- Los costos de instalación para la mayoría de los encuestados son elevados, alcanzando un 75,8%, mientras que el 24,2% dice que el precio es correcto y que es una buena inversión.

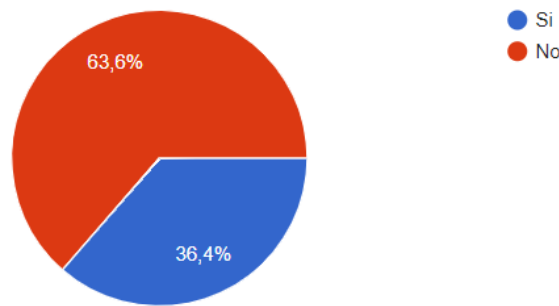
Ilustración 28: Costos de instalación energía Solar.



Fuente: Elaboración propia- Formulario de Google.

5.- El 63,6% de los encuestados no ha escuchado sobre los cristales fotovoltaicos transparentes, mientras que el 34,6% si tiene algún conocimiento, pero muy leve.

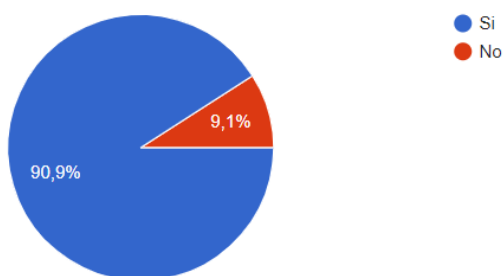
Ilustración 29: Conocimiento cristales fotovoltaicos transparentes.



Fuente: Elaboración propia- Formulario de Google.

6.- El 90,9% utilizaría cristales fotovoltaicos transparentes en su proyecto constructivo para la generación de energía eléctrica, mientras que el 9,1% no lo haría, ya que se trata de un producto nuevo en Chile, por lo cual genera desconfianza en su funcionamiento.

Ilustración 30: Utilización cristales fotovoltaicos transparentes.



Fuente: Elaboración propia – Formulario de Google.

3.8 Plan de inversión y Costos.

El perfil del inversionista será aquel que tenga en vista una alta rentabilidad en el corto y mediano plazo. Preferentemente se buscará un inversionista con conocimiento en la implementación de Energías Renovables no Convencionales. Es necesario la inyección de un capital inicial para invertir en activos fijos como instalaciones, importación de los cristales fotovoltaicos y costos de logística. Esta inyección de capital está estimada en \$300.000.000 en el año 0 para el caso inicial pesimista, se considera equipamiento de oficina, programa de marketing y camionetas para los supervisores y técnicos.

Una vez realizado el contrato con el cliente, se le solicitará el 30% del costo total de proyecto, mientras que el 70% restante se requerirá una vez realizada la instalación de los cristales fotovoltaicos.

Tabla 1: Costos de inversión

Inversión	
Ítem	Costo Total
Inyección de capital	\$300.000.000
Equipamiento Oficina	\$9.542.590
Marketing	\$1.334.821
Camionetas	\$23.752.400
Total	\$334.629.811

Fuente: Elaboración propia

- Equipamiento Oficina: Los recursos serán utilizados para equipar de manera correcta la oficina comercial de la empresa, para así generar un espacio de trabajo agradable. Dentro del equipamiento se consideran muebles, computadores, impresoras y artículos de oficina.
- Marketing: Corresponde a la utilización del capital para publicidad y medios de difusión para los futuros clientes, que deseen llevar a cabo la instalación de cristales fotovoltaicos en sus proyectos constructivos. Se consideran trípticos, pendones, folletos y revistas.
- Camionetas: Con el objetivo de agilizar la movilización de los supervisores y las herramientas de trabajo, se contemplan cuatro camionetas.

Tabla 2: Costos fijos y variables

Inversión	
Ítem	Costo total anual
Sueldo supervisores y técnicos	\$87.840.000
Arriendo Oficina comercial	\$9.888.924
Gastos comunes Oficina comercial	\$2.991.600
Arriendo Bodega	\$19.580.022
Internet y Web Hosting	\$750.000
Administrativos	\$13.200.000
Compra maquinaria	\$2.433.660
Total	\$136.684.206

Fuente: Elaboración propia

- Sueldos Supervisores y técnicos: Se consideran 4 supervisores con un sueldo de \$1.300.000 mensual cada uno y 16 técnicos de instalación con un sueldo de \$600.000 mensual cada uno. Se conformarán cuadrillas de 1 supervisor y 4 técnicos para supervisar el edificio y la correcta instalación de los cristales fotovoltaicos
- Arriendo Oficina Comercial: La oficina estará ubicada en la Av. Del Parque, sector de Ciudad Empresarial, para así mantener una ubicación cercana a la Bodega. Esta oficina tiene un precio de \$824.077 pesos y cuenta con una planta de 90 m2 útil. El edificio cuenta con gastos comunes con un valor de \$249.300.
- Arriendo Bodega: La bodega está ubicada en la comuna de Quilicura, específicamente en el parque Aeropuerto en Lo Echevers. Cuenta con 1 galpón de 496 m2. El costo equivale a \$19.580.022 pesos anuales, valor que incluye los gastos comunes.

- Internet & Web Hosting: Se considera el diseño de la página web de la empresa y la mantención de un servidor de red local con el fin que siempre esté activo. Se considera la creación de dominio, cuentas de email de empresa y bases de datos de clientes.
- Administrativos: Se refiere a los sueldos de la recepcionista y al asistente. La secretaria percibe un sueldo de \$700.000 mensual y estará encargada de agendar reuniones con posibles clientes, y el asistente recibe un sueldo de \$400.000.
- Compra Maquina: Se considera la adquisición de maquinaria ya que es mucho más rentable que el arriendo de esta. Se contará con un tecla pluma hidráulico de 2000Kg y un tecla eléctrico de 1000Kg, además de la compra de herramientas tales como Taladro percutor, atornillador eléctrico y herramientas comunes. Se considera 16 atornilladores eléctricos y 4 taladros percutores, los cuales serán divididos en las cuadrillas de trabajo.

Tabla 3: Costos variables

Costos variables	
Ítem	Costo total anual
Contenedor 40 pies	\$ 7.929.450
Transporte camiones	\$ 2.215.944
Costo proveedores OnyxSolar	\$ 90.360.000
Arancel importación	\$ 6.941.411
Capacitaciones	\$ 5.880.000
Total	\$ 113.326.805

Fuente: Elaboración propia

Para la realización de los costos variables se considera un edificio prototipo con 600m² de muro cortina, como proyecto inicial.

- Contenedor de 40 pies: Se considera un contenedor de 40 pies, cuyo costo de transporte es de USD\$ 1315. Se estima abastecimiento de 6 veces al año.
- Transporte en camiones: Se considera el traslado en camiones con una capacidad de 36 m³, por lo que para trasladar la cantidad solicitada.
- Costo de proveedor OnyxSolar: El proveedor de cristales fotovoltaicos establece un valor de 200 €/m².
- Arancel de Importación: Está establecido por la Dirección General de Aduanas, el cual se calcula sobre el costo de importación y costo de transporte, equivalente a un 6%.

- Capacitaciones: Se considera una capacitación intensiva en cristales fotovoltaicas en SER-CAP para 8 técnicos y 4 supervisores con un valor de \$490.000 pesos por capacitación.

3.9 Modelo económico y financiero.

Para la evaluación financiera del proyecto, se confecciona un flujo de caja, en base al método de Descuento de Flujo de Caja (DFC). El cual entrega indicadores importantes para el funcionamiento del negocio, tal como lo son el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y PayBack. En el año 0 destaca una alta inversión inicial para el comienzo de funcionamiento del negocio, el cual se proyecta a 10 años.

Tabla 4: Flujo de caja - Escenario Pesimista

	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	año 2018	año 2019	año 2020	año 2021	año 2022	año 2023	año 2024	año 2025	año 2026	año 2027	año 2028
Ingresos											
Proyectos Ingresados	-	\$ 157.710.000	\$ 315.420.000	\$ 473.130.000	\$ 630.840.000	\$ 630.840.000	\$ 946.260.000	\$ 946.260.000	\$ 946.260.000	\$ 946.260.000	\$ 946.260.000
Costos Variables											
Contenedor (40 pies)		-\$ 7.929.450	-\$ 8.756.360	-\$ 10.608.714	-\$ 14.144.952	-\$ 14.144.952	-\$ 21.217.428	-\$ 21.217.428	-\$ 21.217.428	-\$ 21.217.428	-\$ 21.217.428
Transporte Camiones		-\$ 2.215.944	-\$ 4.431.888	-\$ 6.647.832	-\$ 8.863.776	-\$ 8.863.776	-\$ 8.863.776	-\$ 8.863.776	-\$ 8.863.776	-\$ 8.863.776	-\$ 8.863.776
Costo Proveedor ONYX		-\$ 90.360.000	-\$ 180.720.000	-\$ 271.080.000	-\$ 361.440.000	-\$ 361.440.000	-\$ 542.160.000	-\$ 542.160.000	-\$ 542.160.000	-\$ 542.160.000	-\$ 542.160.000
Aranjel de Importación		-\$ 6.941.411	-\$ 27.765.644	-\$ 62.472.698	-\$ 111.062.575	-\$ 111.062.575	-\$ 112.759.969	-\$ 112.759.969	-\$ 112.759.969	-\$ 112.759.969	-\$ 112.759.969
Capacitaciones		-\$ 5.880.000	-\$ 5.880.000	-\$ 5.880.000	-\$ 5.880.000	-\$ 5.880.000	-\$ 5.880.000	-\$ 5.880.000	-\$ 5.880.000	-\$ 5.880.000	-\$ 5.880.000
Costos Fijos											
Sueldo Técnicos			-\$ 87.840.000	-\$ 90.387.360	-\$ 93.008.593	-\$ 95.705.842	-\$ 105.152.369	-\$ 109.989.378	-\$ 115.048.890	-\$ 120.341.139	-\$ 125.876.831
Almuerzo Oficina Comercial		-\$ 9.888.924	-\$ 10.175.702	-\$ 10.470.798	-\$ 10.774.751	-\$ 11.086.910	-\$ 11.408.430	-\$ 11.739.275	-\$ 12.079.714	-\$ 12.430.026	-\$ 12.790.496
Almuerzo Bodega		-\$ 19.580.022	-\$ 20.147.842	-\$ 20.732.130	-\$ 21.333.361	-\$ 21.952.029	-\$ 22.588.638	-\$ 23.243.708	-\$ 23.917.776	-\$ 24.611.391	-\$ 25.325.122
Internet & Web Hosting		-\$ 750.000	-\$ 750.000	-\$ 750.000	-\$ 750.000	-\$ 750.000	-\$ 750.000	-\$ 750.000	-\$ 750.000	-\$ 750.000	-\$ 750.000
Gastos Comunes Oficina Comercial		-\$ 2.991.600	-\$ 3.129.213	-\$ 3.273.157	-\$ 3.423.722	-\$ 3.581.213	-\$ 3.745.949	-\$ 3.918.263	-\$ 4.098.503	-\$ 4.287.034	-\$ 4.484.238
Compra maquinaria y mantención		-\$ 2.433.660	-\$ 700.000	-\$ 749.000	-\$ 801.430	-\$ 857.530	-\$ 917.557	-\$ 981.786	-\$ 1.050.511	-\$ 1.124.047	-\$ 1.202.730
Depreciación											
Camionetas Empresa		-\$ 2.375.240	-\$ 2.375.240	-\$ 2.375.240	-\$ 2.375.240	-\$ 2.375.240	-\$ 2.375.240	-\$ 2.375.240	-\$ 2.375.240	-\$ 2.375.240	-\$ 2.375.240
Resultado antes de Impuesto		-\$ 6.363.749	-\$ 37.251.889	-\$ 12.296.929	-\$ 3.018.400	-\$ 6.860.067	-\$ 108.440.644	-\$ 102.381.177	-\$ 96.038.193	-\$ 89.459.950	-\$ 84.979.630
IMPUESTO (27%)		-\$ 1.718.212	-\$ 2.063.648	-\$ 8.998.053	-\$ 16.311.393	-\$ 16.311.393	-\$ 93.577.598	-\$ 93.577.598	-\$ 93.577.598	-\$ 93.577.598	-\$ 93.577.598
Resultado después de Impuesto		-\$ 8.081.961	-\$ 5.579.492	-\$ 24.328.070	-\$ 44.101.173	-\$ 44.101.173	-\$ 253.006.097	-\$ 253.006.097	-\$ 253.006.097	-\$ 253.006.097	-\$ 253.006.097
Depreciación											
Camionetas Empresa (depreciación)		\$ 3.393.200	\$ 3.393.200	\$ 3.393.200	\$ 3.393.200	\$ 3.393.200	\$ 3.393.200	\$ 3.393.200	\$ 3.393.200	\$ 3.393.200	\$ 3.393.200
Inversión											
Inyección de Capital	-\$ 300.000.000										
Equipamiento oficina	-\$ 9.542.590										
Marketing	-\$ 1.334.821	-\$ 1.334.821	-\$ 1.334.821	-\$ 1.334.821	-\$ 1.334.821	-\$ 1.334.821	-\$ 1.334.821	-\$ 1.334.821	-\$ 1.334.821	-\$ 1.334.821	-\$ 1.334.821
Camionetas Empresa	-\$ 23.752.400										
Flujo de Caja	-\$ 334.629.811	\$ 10.140.340	\$ 3.521.113	\$ 26.388.449	\$ 46.159.552	\$ 46.159.552	\$ 255.064.476	\$ 255.064.476	\$ 255.064.476	\$ 255.064.476	\$ 255.064.476
Flujo de Caja Acumulado	-\$ 334.629.811	-\$ 324.489.471	-\$ 328.010.584	-\$ 301.624.134	-\$ 255.464.583	-\$ 209.305.031	-\$ 45.759.445	\$ 300.823.922	\$ 555.888.398	\$ 810.952.875	\$ 1.066.017.351
VALOR PRESENTE	-\$334.629.811	\$9.053.875	-\$2.807.010	\$18.781.353	\$29.335.230	\$26.192.169	\$129.223.602	\$115.378.216	\$103.016.264	\$91.978.807	\$2.125.537.303

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Indicadores económicos – Escenario Pesimista

VAN	\$2.311.059.999
TIR	21,68%
PAYBACK	10,18
Tasa Descuento	12,0%

Fuente: Elaboración propia

Los indicadores señalan que el proyecto sigue siendo rentable en el escenario pesimista al tener un VAN de \$2.311.059.999 pesos, además de tener un porcentaje de beneficio de 21.68%, lo cual respalda el valor actual neto. El proyecto presenta un PayBack de 10.18 años.

- Se considera una depreciación en las camionetas adquiridas a siete años.

- El impuesto corresponde al 27%, ya que es el establecido en Chile para los proyectos energéticos (SII, 2018)
 http://www.sii.cl/portales/reforma_tributaria/mapa_reformatributaria.pdf
- La tasa de descuento equivale a un 12%, debido a que la agencia internacional de energía recomienda esta tasa para proyectos fotovoltaicos. (IEA, 2012)

3.9.1 Análisis de sensibilidad.

El análisis de sensibilidad proporciona información sobre los cambios, la solución óptima y el valor de la función, respecto a los escenarios que se puede enfrentar el modelo económico. (EcuRed, 2018)

El análisis de sensibilidad permite observar cómo una fluctuación en las ventas influye en el resultado financiero del proyecto. Este plan de negocios presenta una importante sensibilidad con respecto a las ventas, las que están definidas por la cantidad de proyectos que se vayan a llevar a cabo. Se plantea un flujo de caja con 8 proyectos definidos a partir del año 1 de funcionamiento de la empresa.

Tabla 6: Flujo de caja – Escenario Optimista

	año 2018	año 2019	año 2020	año 2021	año 2022	año 2023	año 2024	año 2025	año 2026	año 2027	año 2028
Ingresos											
Proyectos Ingresados	-	\$1.419.390.000	\$1.419.390.000	\$1.577.100.000	\$1.734.810.000	\$1.734.810.000	\$1.734.810.000	\$1.892.520.000	\$1.892.520.000	\$1.892.520.000	\$1.892.520.000
Costos Variables											
Contenedor (40 pies)		-\$ 7.929.450	-\$ 8.756.360	-\$ 10.608.714	-\$ 14.144.952	-\$ 14.144.952	-\$ 21.217.428	-\$ 21.217.428	-\$ 21.217.428	-\$ 21.217.428	-\$ 21.217.428
Transporte Camiones		-\$ 11.079.720	-\$ 13.295.664	-\$ 15.511.608	-\$ 17.727.552	-\$ 17.727.552	-\$ 19.943.496	-\$ 19.943.496	-\$ 19.943.496	-\$ 19.943.496	-\$ 19.943.496
Costo Proveedor ONYX		-\$ 451.800.000	-\$ 542.160.000	-\$ 632.520.000	-\$ 722.880.000	-\$ 722.880.000	-\$ 813.240.000	-\$ 813.240.000	-\$ 813.240.000	-\$ 813.240.000	-\$ 813.240.000
Arancel de Importación		-\$ 28.248.550	-\$ 33.852.721	-\$ 39.518.419	-\$ 45.285.150	-\$ 45.285.150	-\$ 51.264.055	-\$ 51.264.055	-\$ 51.264.055	-\$ 51.264.055	-\$ 51.264.055
Capacitaciones		-\$ 5.880.000	-\$ 6.050.520	-\$ 6.225.985	-\$ 6.406.538	-\$ 6.592.328	-\$ 6.783.505	-\$ 6.980.227	-\$ 7.182.654	-\$ 7.390.951	-\$ 7.605.288
Costos Fijos											
Sueldo Técnicos		-\$ 355.200.000	-\$ 365.500.800	-\$ 376.100.323	-\$ 387.007.232	-\$ 398.230.442	-\$ 409.779.125	-\$ 421.662.719	-\$ 433.890.938	-\$ 446.473.775	-\$ 459.421.515
Arriendo Oficina Comercial		-\$ 9.888.924	-\$ 10.175.702	-\$ 10.470.798	-\$ 10.774.751	-\$ 11.086.910	-\$ 11.408.430	-\$ 11.739.275	-\$ 12.079.714	-\$ 12.430.026	-\$ 12.790.496
Arriendo Bodega		-\$ 19.580.022	-\$ 20.147.842	-\$ 20.732.130	-\$ 21.333.361	-\$ 21.952.029	-\$ 22.588.638	-\$ 23.243.708	-\$ 23.917.776	-\$ 24.611.391	-\$ 25.325.122
Internet & Web Hosting		-\$ 750.000	-\$ 750.000	-\$ 750.000	-\$ 750.000	-\$ 750.000	-\$ 750.000	-\$ 750.000	-\$ 750.000	-\$ 750.000	-\$ 750.000
Gastos Comunes Oficina Comercial		-\$ 2.991.600	-\$ 3.129.213	-\$ 3.273.157	-\$ 3.423.722	-\$ 3.581.213	-\$ 3.745.949	-\$ 3.918.263	-\$ 4.098.503	-\$ 4.287.034	-\$ 4.484.238
Compra maquinaria y mantención		-\$ 4.867.320	-\$ 1.400.000	-\$ 1.498.000	-\$ 1.602.860	-\$ 1.715.060	-\$ 1.835.114	-\$ 1.963.572	-\$ 2.101.022	-\$ 2.248.094	-\$ 2.405.460
Depreciación											
Camionetas Empresa		-\$ 3.393.200	-\$ 3.393.200	-\$ 3.393.200	-\$ 3.393.200	-\$ 3.393.200	-\$ 3.393.200	-\$ 3.393.200	-\$ 3.393.200	-\$ 3.393.200	-\$ 3.393.200
Resultado antes de Impuesto		-\$ 517.781.214	-\$ 417.564.378	-\$ 463.284.066	-\$ 506.867.082	-\$ 494.257.564	-\$ 473.777.960	-\$ 519.990.457	-\$ 506.227.614	-\$ 492.056.950	-\$ 477.466.102
IMPUESTO (27%)		-\$ 139.800.928	-\$ 2.063.648	-\$ 8.968.053	-\$ 16.311.393	-\$ 16.311.393	-\$ 93.577.598	-\$ 93.577.598	-\$ 93.577.598	-\$ 93.577.598	-\$ 93.577.598
Resultado después de Impuesto		-\$ 657.582.142	-\$ 5.579.492	-\$ 24.328.070	-\$ 44.101.173	-\$ 44.101.173	-\$ 253.006.097	-\$ 253.006.097	-\$ 253.006.097	-\$ 253.006.097	-\$ 253.006.097
Camionetas Empresa		-\$ 3.393.200	-\$ 3.393.200	-\$ 3.393.200	-\$ 3.393.200	-\$ 3.393.200	-\$ 3.393.200	-\$ 3.393.200	-\$ 3.393.200	-\$ 3.393.200	-\$ 3.393.200
Inversión											
Inversión de Capital	-\$ 700.000.000										
Equipamiento oficina	-\$ 9.542.590										
Marketing	-\$ 1.334.821	-\$ 1.334.821	-\$ 1.334.821	-\$ 1.334.821	-\$ 1.334.821	-\$ 1.334.821	-\$ 1.334.821	-\$ 1.334.821	-\$ 1.334.821	-\$ 1.334.821	-\$ 1.334.821
Camionetas Empresa	-\$ 23.752.400										
Flujo de Caja	-\$ 734.629.811	-\$ 659.640.521	-\$ 3.521.113	-\$ 26.386.449	-\$ 46.159.552	-\$ 46.159.552	-\$ 255.064.476	-\$ 255.064.476	-\$ 255.064.476	-\$ 255.064.476	-\$ 255.064.476
Flujo de Caja Acumulado	-\$ 734.629.811	-\$ 74.989.290	-\$ 78.510.403	-\$ 52.123.954	-\$ 5.964.402	-\$ 40.195.149	-\$ 295.259.626	-\$ 550.324.102	-\$ 805.388.578	-\$ 1.060.453.055	-\$ 1.315.517.531
VALOR PRESENTE	-\$734.629.811	\$588.964.750	-\$2.807.010	\$18.781.353	\$29.335.230	\$26.192.169	\$129.223.602	\$115.378.216	\$103.016.264	\$91.978.807	\$2.125.537.303

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7: Indicadores económicos – Escenario Optimista

VAN	\$2.490.970.874
TIR	28,60%
PAYBACK	11,16
Tasa Descuento	12,0%

Fuente: Elaboración Propia

El VAN del escenario optimista es mucho mayor que el del escenario pesimista por \$179.910.875, aunque el PAYBACK aumento en dos años aproximadamente. El porcentaje de beneficio aumento a un 28,6% lo cual hace mucho más rentable el proyecto.

Considerar 8 proyectos al inicio aumenta los costos iniciales, ya que hay que contemplar un aumento en la cantidad de sueldos, maquinaria, importación de materiales, etc.

3.9.2 Análisis financiero para el Cliente

El proyecto tipo corresponde a 600 m2 de instalación de muro cortina y se estima un tiempo de colocación de 60m2 semanales.

Tabla 8: Gastos cliente.

	Periodo de Instalación			Mantenimiento y limpieza								
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Inversión Inicial 30%	\$47.313.000											
Inversión Final 70%			\$110.397.000									
Mantenimiento					\$ -							\$ -
Limpieza												
Seguros												
Equipamiento seguridad				\$6.000.000	\$6.000.000	\$6.000.000						\$18.000.000
Anclaje												
Materiales												
Mano de obra												

Fuente: Elaboración propia

El tiempo de instalación corresponde a 3 meses aproximadamente. En el primer mes se realiza el pago del 30% del proyecto y una vez terminado se realiza el pago del 70% restante.

La mantención bianual se incluye en los costos de instalación, por lo cual no tiene valor agregado. La limpieza es realizada por una empresa externa que tiene un cobro de \$30000/m2 en promedio para la primera limpieza, la cual lleva un periodo de 2 a 3 meses aproximadamente, ya que es donde se realiza la instalación de anclajes y es la que más residuos puede tener post-obra. Las siguientes limpiezas se realizan cada 6 meses. Los valores son elevados ya que, al ser un trabajo en altura, trae consigo grandes riesgos, por lo cual las empresas deben estar capacitadas, certificada y tener un seguro de respaldo. (ALTWORKS, 2018)

3.10 Normativa Legal

3.10.1 Ley Netbilling

(Ministerio de Energía, 2012) “La ley 20.571 regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales. Conocida como Netbilling, que indica que los excedentes producidos de forma residencial de energía eléctrica pueden ser vendidos a las compañías de distribución eléctrica. Esto a un precio regulado y publicado por cada compañía de distribución.”

Toda persona que desee adherirse a la ley “Netbilling” debe declarar su proyecto frente a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC). Esta declaración debe ser realizada por instaladores certificados, además de contener los detalles técnicos de la instalación. Por último, el propietario del proyecto debe informar a su distribuidor. (Min.Energía, 2017)

Los Cristales fotovoltaicos deben ser presentados a la SEC, para así ser parte de la ley 20.571, aunque en un principio esta ley busca lograr la venta de los excedentes producidos solamente de viviendas familiares. Aunque debido al gran aumento en el uso de energía solar en edificios, se está analizando por parte del Ministerio de Energía habilitar el Netbilling para edificios. (SEC, 2017)

3.10.2 Especificación Ambiental

(Ministerio del Medio Ambiente, 2016) “La Ley 20.920, de responsabilidad extendida del Productor y Fomento del Reciclaje, obliga a los proveedores a hacerse cargo de los residuos que ponen en el mercado”. Si bien esta ley no considera dentro de su prioridad los cristales fotovoltaicos o ventanas de por sí, pueden entrar en la categoría de aparatos electrónicos, puesto que contienen silicio, el cual es un elemento utilizado como conductor y en chips el cual es difícil de reciclar. Es posible que con el avanzar del tiempo, sean considerados a futuro dentro de los elementos prioritarios.

La ley tiene dentro de su objetivo promover el reciclaje de elementos que usualmente se convierten en “e-waste”, estos elementos son simplemente depositados en la basura donde tienen un periodo de degradación de hasta cien años. Si bien la instalación de paneles no genera residuos desde los paneles, la ruptura de estos se convierte en residuos que bajo la ley 20.920, se busca que sean reciclados y no desechados. Para esto el estado ofrece metas de recolección, que, si bien estas aún no son especificadas, para cuando se comience a reciclar tecnología fotovoltaica, ya estarán bastante más claras. (Ministerio del Medio Ambiente , 2017)

Los cristales fotovoltaicos pueden ser reciclados por especialistas, agregando 25 años más a su vida útil, después de su periodo de utilización. Por su parte el artículo 6 obliga a quienes generen residuos a buscar la mejor forma de reciclar sus desperdicios. (Ministerio del Medio Ambiente , 2017)

Los cristales fotovoltaicos tienen una vida útil de 25 años aproximadamente, pero es necesario considerar un programa de reciclaje, para cuando sea necesario cambiar los cristales obsoletos que fueron instalados en un proyecto, o simplemente se realice el cambio por mal estado.

En Chile no existen métodos eficientes para reciclar ventanas fotovoltaicas y menos silicio cristalizado, es por esto, que la mejor opción para el reciclado es el envío de los paneles en mal estado de vuelta a la planta, esto se debe a que OnyxSolar cuenta con una división de su empresa llamada Onyx Environmental Services, la cual se dedica al reciclaje de los productos realizados por OnyxSolar. (OnyxSolar, 2018)

Los cristales como residuo (renovación) no necesitan un trato especial para ser transportados, debido a que la cantidad de silicio que puedan liberar es baja, por debajo del umbral de peligro para los usuarios y trabajadores que transporten los productos. Caso distinto es el de cristales dañados, en donde las capas de silicio pueden quedar expuestas, si bien la cantidad es baja como para generar daños a los habitantes como a los transportistas, en conjunto una gran cantidad podría ser dañino, por lo que se debe tratar como desperdicio peligroso. Los cristales que se encuentren en este estado deben ser trasladados en contenedores aptos para estos materiales, tal como indica el artículo 8 del Reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos. (Ministerio de Salud, 2004)

Capítulo 4 Conclusiones y Anexos

4.1 Conclusión

El mundo evoluciona hacia una planificación arquitectónica y social que apueste por la sustentabilidad y el respeto al ambiente, es por esto que Chile debe buscar nuevas tecnologías que sean un aporte al futuro de las ciudades chilenas, tal como lo serían los cristales fotovoltaicos, los cuales buscan aportar energía eléctrica obtenida desde la radiación proveniente del sol y a la vez utilizando el espacio que comúnmente se ocupa con cristal tradicional.

La demanda eléctrica proyectada para el año 2035 alcanza los 110.000 GWh, de esta manera, Chile debe invertir en nuevas energías sustentables, para así lograr cubrir el crecimiento proyectado y a la vez reducir la contaminación generada por las fuentes energéticas tradicionales.

La energía solar tradicional se ha vuelto con el pasar de los años cada vez más accesible en sus costos. En 1977 el \$/Watt correspondía a \$76,67 USD, mientras que en el 2013 ese valor disminuyó en un 96% alcanzando los \$0,74 USD. Además, los inmuebles con sistemas solares se venden hasta un 20% más rápido y con un valor de un 17% superior.

De acuerdo con los objetivos planteados en este proyecto, se pudo determinar que la demanda de electricidad, se logra cubrir gracias a los cristales fotovoltaicos. Esta evaluación busca reducir los gastos económicos de los inmuebles donde sean instalados, además de reducir la emanación de gases invernaderos. Los costos de instalación pueden ser elevados, pero el estudio realizado demuestra que la recuperación de la inversión es rápida, trae beneficios económicos en ahorro y la duración del producto es extensa.

Los cristales fotovoltaicos se pueden adecuar a cualquier tipo de proyecto, presentando distintos niveles de transparencia y una configuración que puede generar una gran combinación de colores, además de permitir la entrada de luz natural y ser imbatible como aislante al filtrar el calor y las radiaciones dañinas que pueden afectar a un edificio hasta en un 99%, gracias a su filtro Low-e. Los cristales también cuentan con la ventaja de poder utilizarse en sectores donde las condiciones de luz sean difusas.

El modelo de negocio se transforma en una oportunidad muy llamativa para invertir, ya que el proyecto muestra un rápido retorno de la inversión, además de grandes porcentajes de utilidad, además de contar con la motivación de profesionales tanto de arquitectura y construcción, lo cual lo hace aún más llamativo al tener este respaldo.

En conclusión, el proyecto de cristales fotovoltaicos se puede llevar a cabo en Chile, ya que las leyes que afectan los programas solares se están modificando para lograr cubrir todo tipo de inmueble, donde los más beneficiados serían los edificios, ya que podrán optimizar el espacio utilizado por los paneles fotovoltaicos normalmente instalados en la parte superior, reemplazar los cristales que actualmente se usan, todo esto, considerando el crecimiento constructivo que se está llevando a cabo.

4.3 Bibliografía y fuentes de información-

- ALTWORKS, F. V. (22 de Noviembre de 2018). Limpieza y mantención en altura. (J. Ruiz, Entrevistador)
- Balenzategui, J. (2008). *Tecnología de células solares de Silicio Cristalino*. Obtenido de <https://www.eoi.es/es/file/18329/download?token=GvP0Oy0u>
- CDEC SIC. (2015). Centro de despacho económico de carga SIC. *Estudio de Previsión de Demanda 2015-2035 (2050)*.
- CDT. (2006). *Recomendaciones técnicas para el diseño , fabricación, instalación y mantención de muros cortinas*. Obtenido de <http://www.cdt.cl/download/5180/>
- CNE. (2017). *Comisión nacional de energía*. Obtenido de https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2015/06/RT_Financiero_v201710.pdf
- CNE. (Agosto de 2018). *Energía abierta*. Obtenido de Capacidad instalada: <http://energiaabierta.cl/visualizaciones/capacidad-instalada/>
- CNE. (2018). *Energía abierta*. Obtenido de Capacidad instalada: <http://energiaabierta.cl/visualizaciones/capacidad-instalada/>
- DamiaSolar. (2018). *¿Quién descubrió la energía solar fotovoltaica? y ¿Qué papel tuvo la NASA?* Obtenido de https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/descubrimiento-energia-solar-fotovoltaica_1
- EcuRed. (2018). *EcuRed*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Análisis_de_sensibilidad
- EMB. (2016). *Muros Cortina*. Obtenido de <http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=3612&tip=3&xit=muros-cortina-un-sistema-con-diversos-beneficios>
- ENEL. (2017). Informe de sostenibilidad. *Seeding Energies*, 55-155.
- Espinoza, C. (24 de Abril de 2017). *Energías renovables*. Obtenido de Diario La tercera: <https://www.latercera.com/noticia/17-la-energia-producida-chile-proviene-fuentes-renovables-no-convencionales/>
- Glasstech. (2018). *Fachadas y muros cortina*. Obtenido de https://neufert-cdn.archdaily.net/uploads/product_file/file/2394/Glasstech_MurosCortina.pdf
- Halfen. (2018). *Sistema HCW Curtain Wall*. Obtenido de <https://www.halfen.com/es/4069/product-ranges/construccion/tecnica-de-fijacion/sistema-hcw-curtain-wall/introduccion/>
- MatrizFoda. (2018). *Matriz Foda*. Obtenido de <http://www.matrizfoda.com/dafo/>
- Meinel, A. (1982). *Aplicaciones de la energía solar*. Arizona: Reverté .

Min.Energía. (14 de Junio de 2017). Obtenido de <http://www.minenergia.cl/ley20571/>

Ministerio de Energía. (02 de Febrero de 2012). *Ley 20571*. Obtenido de <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1038211&r=1>

Ministerio de Energía. (02 de Octubre de 2017). *Las 10 plantas solares más grandes de Chile*. Obtenido de <http://www.energia.gob.cl/tema-de-interes/las-10-plantas-solares-mas-grandes>

Ministerio de Salud. (16 de Junio de 2004). *Reglamento sanitario* . Obtenido de <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=226458>

Ministerio del Medio Ambiente . (2017). *Chile Recicla*. Obtenido de http://chilerecicla.gob.cl/la_ley/

Ministerio del Medio Ambiente. (01 de Junio de 2016). *Ley 20920*. Obtenido de <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1090894>

OnyxSolar. (2011). *Product Manual*. Obtenido de http://www.onyxsolardownloads.com/docs/ALL-YOU-NEED/Product_Manual.pdf

OnyxSolar. (2018). *Guía de instalación*. Obtenido de http://www.onyxsolardownloads.com/docs/ALL-YOU-NEED/Photovoltaic_Installation_Guide.pdf

OnyxSolar. (2018). *Sustainability*. Obtenido de <https://www.onyxsolar.com/about-onyx/sustainability>

OnyxSolar. (2018). *Vidrio fotovoltaico silicio amorfo*. Obtenido de <https://www.onyxsolar.com/es/vidrio-fotovoltaico/vidrio-de-silicio-amorfo>

OnyxSolar. (2018). *Vidrio fotovoltaico silicio cristalino*. Obtenido de <https://www.onyxsolar.com/es/vidrio-fotovoltaico/vidrio-de-silicio-cristalino>

Saavedra. (2013). *Instalación de muros cortinas*. Obtenido de Recomendaciones Técnicas: <http://biblioteca.cchc.cl/datafiles/31060-2.pdf>

Saavedra, A. (2013). Instalación de muros cortina . *Soluciones Constructivas*.

SEC. (Mayo de 2017). Obtenido de http://www.sec.cl/pls/portal/docs/PAGE/SEC2005/ELECTRICIDAD_SEC/ERNC/GENERACION_DISTRIBUIDA/DOCUMENTACION/TAB6121713/1%20PRESENTACION%20LEY%2020571.PDF

Sitio Solar. (2013). *Sitio Solar*. Obtenido de <http://www.sitiosolar.com/la-historia-de-la-energia-solar-fotovoltaica/>

Solar-Energía. (2018). *Energía Solar*. Obtenido de <https://solar-energia.net/historia>

SolarWindow. (2017). *Technology*. Obtenido de <https://www.solarwindow.com/technology>

Tritec-Intervento. (2017). *¿Por qué elegir energía solar fotovoltaica para nuestros proyectos?* Obtenido de <http://www.tritec-intervento.cl/productostritec/por-que-elegir-energia-solar-fotovoltaica-para-nuestros-proyectos/>

Viego, F. P. (2015). *Edificios Inteligentes*. Obtenido de <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia60/HTML/Articulo09.html>

Zytech Solar. (19 de Abril de 2018). *¿Qué es una célula solar fotovoltaica y el efecto fotoeléctrico?* Obtenido de <http://zytech.es/que-es-una-celula-solar-y-el-efecto-fotoelectrico/>

4.2 Anexos

4.2.1 Encuesta

Encuesta realizada a profesionales ligados al rubro de la construcción.

Uso de cristales fotovoltaicos como muro cortina

Proyecto de título para optar al título de Constructor Civil

*Obligatorio

Edad *

Sexo *

☐ Mujer

☐ Hombre

☐ Prefiero no decirlo

☐ Otro:

Profesión *

Tu respuesta _____

¿Conoce lo que son las Energías renovables no convencionales (ERNC)? *

- ☐ Si
☐ No

¿Cual de las siguientes energías renovables no convencionales conoce? *

- ☐ Eólica
☐ Solar
☐ Mareomotriz
☐ Biomasa
☐ Geotérmica
☐ Hidráulica

¿Conoce la ley 20.571, la cual permite la generación de energía e inserción de esta misma a la red nacional? *

- ☐ Si
☐ No

¿Consideraría hacer parte de su proyecto constructivo la utilización de energía solar? *

- ☐ Si
☐ No

¿Considera que los costos que contrae consigo la instalación de energías renovables son muy elevados ? *

- ☐ Si
☐ No

¿Ha escuchado respecto a los cristales fotovoltaicos transparentes? *



☐ Si

☐ No

¿Utilizaría un producto que reemplaza las ventanas tradicionales por cristales fotovoltaicos sin modificar la estética del inmueble, manteniendo los niveles de transparencia? *

☐ Si

☐ No

4.2.2 Ley 20.571 “Netbilling”

LEY NÚM. 20.571 REGULA EL PAGO DE LAS TARIFAS ELÉCTRICAS DE LAS GENERADORAS RESIDENCIALES

Teniendo presente que el H. Congreso Nacional ha dado su aprobación al siguiente proyecto de ley que tuvo su origen en una Moción del Honorable Senador señor Antonio Horvath Kiss. Proyecto de ley:

"Artículo único. - Introdúzcanse las siguientes modificaciones en el decreto con fuerza de ley N° 4, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, de 2007, que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado del decreto con fuerza de ley N° 1, del Ministerio de Minería, de 1982, Ley General de Servicios Eléctricos, en materia de energía eléctrica:

1) Agregar, en el inciso final del artículo 149, la siguiente oración final:

"No se aplicarán las disposiciones del presente inciso a aquellas instalaciones de generación que cumplan con las condiciones y características indicadas en el artículo 149 bis, en cuyo caso deberán regirse por las disposiciones establecidas en él."

2) Incorpórense, como artículos 149 bis, 149 ter, 149 quáter y 149 quinquies, los siguientes:

Artículo 149 bis.- Los usuarios finales sujetos a fijación de precios, que dispongan para su propio consumo de equipamiento de generación de energía eléctrica por medios renovables no convencionales o de instalaciones de cogeneración eficiente, tendrán derecho a inyectar la energía que de esta forma generen a la red de distribución a través de los respectivos empalmes.

Se entenderá por energías renovables no convencionales aquellas definidas como tales en la letra aa) del artículo 225 de la presente ley. Asimismo, se entenderá por instalaciones de cogeneración eficiente a aquellas definidas como tales en la letra ac) del mismo artículo.

Un reglamento determinará los requisitos que deberán cumplirse para conectar el medio de generación a las redes de distribución e inyectar los excedentes de energía a éstas. Asimismo, el reglamento contemplará las medidas que deberán adoptarse para los efectos de proteger la seguridad de las personas y de los bienes y la seguridad y continuidad del suministro; las especificaciones técnicas y de seguridad que deberá cumplir el equipamiento requerido para efectuar las inyecciones; el mecanismo para determinar los costos de las adecuaciones que deban realizarse a la red; y la capacidad instalada permitida por cada usuario final y por el conjunto de dichos usuarios en una misma red de distribución o en cierto sector de ésta.

La capacidad instalada a que se refiere el inciso anterior se determinará tomando en cuenta la seguridad operacional y la configuración de la red de distribución o de ciertos sectores de ésta, entre otros criterios que determine el reglamento. La capacidad instalada por cliente o usuario final no podrá superar los 100 kilowatts. La concesionaria de servicio público de distribución deberá velar por que la habilitación de las instalaciones para inyectar los excedentes a la respectiva red de distribución, así como cualquier modificación realizada a las mismas que implique un cambio relevante en las magnitudes esperadas de inyección o en otras condiciones técnicas, cumpla con las exigencias establecidas por el reglamento. En caso alguno podrá la concesionaria de servicio público de distribución sujetar la habilitación o modificación de las instalaciones a exigencias distintas de las dispuestas por el reglamento o por la normativa vigente. Corresponderá a la Superintendencia fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en el presente artículo y resolver fundadamente los reclamos y las controversias suscitadas entre la concesionaria de servicio público de distribución y los usuarios finales que hagan o quieran hacer uso del derecho de inyección de excedentes.

Las inyecciones de energía que se realicen en conformidad a lo dispuesto en el presente artículo serán valorizadas al precio que los concesionarios de servicio público de distribución traspasan a sus clientes regulados, de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 158. Dicha valorización deberá incorporar, además, las menores pérdidas eléctricas de la concesionaria de servicio público de distribución asociadas a las inyecciones de energía señaladas, las cuales deberán valorizarse del mismo modo que las pérdidas medias a que se refiere el numeral 2 del artículo 182 y ser reconocidas junto a la valorización de estas inyecciones. El reglamento fijará los procedimientos para la valorización de las inyecciones realizadas por los medios de generación a que se refiere este artículo, cuando ellos se conecten en los sistemas señalados en el artículo 173.

Las inyecciones de energía valorizadas conforme al inciso precedente deberán ser descontadas de la facturación correspondiente al mes en el cual se realizaron dichas inyecciones. De existir un remanente a favor del cliente, el mismo se imputará y descontará en la o las facturas subsiguientes. Los remanentes a que se refiere este artículo, deberán ser reajustados de acuerdo al Índice de Precios del Consumidor, o el instrumento que lo reemplace, según las instrucciones que imparta la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

Para efectos de la aplicación de lo establecido en este artículo las concesionarias de servicio público de distribución deberán disponer un contrato con las menciones mínimas establecidas por el reglamento, entre las que se deberán considerar, al menos, el equipamiento de generación del usuario final y sus características técnicas esenciales, la capacidad instalada de generación, la opción tarifaria, la propiedad del equipo medidor, el mecanismo de pago de los remanentes no descontados a que se refiere el artículo siguiente y su periodicidad, y demás conceptos básicos que establezca el reglamento.

Las obras adicionales y adecuaciones que sean necesarias para permitir la conexión y la inyección de excedentes de los medios de generación a que se refiere este artículo, deberán ser solventadas por cada propietario de tales instalaciones y no podrán significar costos adicionales a los demás clientes.

Artículo 149 ter. - Los remanentes de inyecciones de energía valorizados conforme a lo indicado en el artículo precedente que, transcurrido el plazo señalado en el contrato, no hayan podido ser descontados de las facturaciones correspondientes, deberán ser pagados al cliente por la concesionaria de servicio público de distribución respectiva. Para tales efectos, la concesionaria deberá remitir al titular un documento nominativo representativo de las obligaciones de dinero emanadas de las inyecciones no descontadas, salvo que el cliente haya optado por otro mecanismo de pago en el contrato respectivo.

Artículo 149 quáter. - Sin perjuicio de lo establecido en los artículos anteriores, la energía que los clientes finales inyecten por medios de generación renovables no convencionales de acuerdo al artículo 149 bis, podrá ser considerada por las empresas eléctricas que efectúen retiros de energía desde los sistemas eléctricos con capacidad instalada superior a 200 megawatts, a objeto del cumplimiento de la obligación establecida en el artículo 150 bis.

Con dicho fin, anualmente, y cada vez que sea solicitado, la respectiva concesionaria de servicio público de distribución remitirá al cliente un certificado que dé cuenta de las inyecciones realizadas por el cliente a través de medios de generación renovables no convencionales. Copia de dicho certificado será remitida a las Direcciones de Peajes de los CDEC para efectos de su incorporación al registro a que se refiere el inciso sexto del artículo 150 bis. Mensualmente, y conjuntamente con cada facturación, la concesionaria deberá informar al cliente el monto agregado de inyecciones realizadas desde la última

emisión del certificado a Biblioteca del Congreso Nacional de Chile - www.leychile.cl - documento generado el 23-Oct-2014 que se refiere este inciso.

El certificado de inyecciones leídas constituirá título suficiente para acreditar inyecciones para el cumplimiento de la obligación establecida en el inciso primero del artículo 150 bis, por los valores absolutos de las inyecciones indicadas en él. Para tales efectos, el cliente podrá convenir, directamente, a través de la distribuidora o por otro tercero, el traspaso de tales inyecciones a cualquier empresa eléctrica que efectúe retiros en ese u otro sistema eléctrico. El reglamento establecerá los procedimientos que deberán seguirse para el traspaso de los certificados y la imputación de inyecciones pertinente.

Artículo 149 quinquies. - Los pagos, compensaciones o ingresos percibidos por los clientes finales en ejercicio de los derechos que les confieren los artículos 149 bis y 149 ter, no constituirán renta para todos los efectos legales y, por su parte, las operaciones que tengan lugar conforme a lo señalado en tales disposiciones no se encontrarán afectas a Impuesto al Valor Agregado.

No podrán acogerse a lo dispuesto en el inciso precedente, aquellos contribuyentes del impuesto de Primera Categoría obligados a declarar su renta efectiva según contabilidad completa, con excepción de aquellos acogidos a los artículos 14 bis y 14 ter de la Ley sobre Impuesto a la Renta, contenida en el artículo 1° del decreto ley N° 824, de 1974.

Las concesionarias de servicio público de distribución deberán emitir las facturas que den cuenta de las inyecciones materializadas por aquellos clientes finales que gocen de la exención de Impuesto al Valor Agregado señalada en el inciso precedente, siempre que dichos clientes finales no sean contribuyentes acogidos a lo dispuesto en los artículos 14 bis y 14 ter de la Ley sobre Impuesto a la Renta, caso en el cual éstos deberán emitir la correspondiente factura.

El Servicio de Impuestos Internos establecerá mediante resolución, la forma y plazo en que las concesionarias deberán emitir las facturas a que se refiere el inciso precedente."

Artículo transitorio. - Esta ley entrará en vigencia una vez publicado el reglamento a que se refiere el artículo 149 bis.

Durante el período comprendido entre la fecha de publicación del reglamento del artículo 149 bis y hasta la entrada en vigencia de la fijación de tarifas del valor agregado de distribución correspondiente al quadrienio 2012-2015, los clientes que deseen inyectar sus excedentes de energía a la red, de acuerdo a lo señalado en el artículo 149 bis, y para efectos del pago de sus retiros de energía y potencia, podrán seguir adscritos a la opción tarifaria contratada a esa fecha."

Y por cuanto he tenido a bien aprobarlo y sancionarlo; por tanto, promúlguese y llévese a efecto como Ley de la República.

Santiago, 20 de febrero de 2012.- SEBASTIÁN PIÑERA ECHENIQUE, Presidente de la República. - Rodrigo Álvarez Zenteno, Ministro de Energía. - Felipe Larraín Bascuñán, Ministro de Hacienda.

4.2.3 Ley 20.920 “Gestión de residuos”

Se consideran los artículos más relevantes relacionados con el proyecto de cristales fotovoltaicos

ESTABLECE MARCO PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS, LA RESPONSABILIDAD EXTENDIDA DEL PRODUCTOR Y FOMENTO AL RECICLAJE

Teniendo presente que el H. Congreso Nacional ha dado su aprobación al siguiente Proyecto de ley:

Título 1

Disposiciones Generales

Artículo 1º.- Objeto. La presente ley tiene por objeto disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, a través de la instauración de la responsabilidad extendida del productor y otros instrumentos de gestión de residuos, con el fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente.

Artículo 6º.- Obligaciones de los gestores de residuos. Todo gestor deberá manejar los residuos de manera ambientalmente racional, aplicando las mejores técnicas disponibles y mejores prácticas ambientales, en conformidad a la normativa vigente, y contar con la o las autorizaciones correspondientes.

Asimismo, todo gestor deberá declarar, a través del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, al menos, el tipo, cantidad, costos, tarifa del servicio, origen, tratamiento y destino de los residuos, de acuerdo a lo dispuesto en el reglamento a que se refiere el artículo 70, letra p), de la ley N° 19.300.

Artículo 7º.- Los gestores de residuos peligrosos que determine el Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos deberán contar con un seguro por daños a terceros y al medio ambiente.

Artículo 8º.- Obligaciones de los importadores y exportadores de residuos. Los importadores y exportadores de residuos se registrarán por lo dispuesto en el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación, y por las demás normas legales y reglamentarias que regulen la materia. Se prohíbe la importación de residuos peligrosos para su eliminación. La importación de residuos peligrosos para su valorización sólo será autorizada si se acredita ante el

Ministerio del Medio Ambiente que aquella será efectuada por gestores autorizados que cuenten con una resolución de Calificación Ambiental que los habilite para tal efecto. Mediante decreto supremo, expedido por el Ministerio y firmado además por el Ministro de Salud, se establecerán los requisitos, exigencias y procedimientos para la autorización de importación, exportación y tránsito de residuos, el que deberá incluir la regulación de las garantías asociadas.

Cuando la autoridad correspondiente advierta que un importador o exportador no cuenta con la autorización señalada en el inciso precedente, el Ministerio podrá adoptar las medidas necesarias para el adecuado manejo de los residuos, a costa del infractor, debiendo siempre manejar los residuos de manera que garantice la protección del medio ambiente y la salud de las personas.

El Ministerio estará facultado para denegar fundadamente las autorizaciones de importación y exportación, cuando existan antecedentes de que los residuos no serán sometidos a un manejo ambiental racional

Todo importador y exportador de residuos deberá informar, al menos, el tipo de residuo, cantidad, origen, tratamiento aplicado, incluyendo el destino de los residuos generados, cuando corresponda, a través del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes.

Artículo 35.- Autorización Sanitaria. Un reglamento establecerá la regulación específica de un procedimiento simplificado, los plazos, las condiciones y los requisitos para la autorización sanitaria de las labores de recolección y las instalaciones de recepción y almacenamiento de residuos, peligrosos y no peligrosos, de productos prioritarios, desarrolladas por un gestor autorizado y registrado acorde a la presente ley.