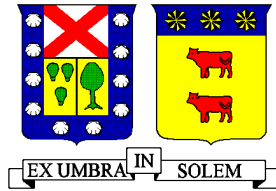


UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
DEPARTAMENTO DE OBRAS CIVILES
VALPARAÍSO - CHILE



“CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE APLICADA EN VIVIENDA PARTICULAR
CONSTRUIDA CON CONTENEDORES Y SISTEMA FOTOVOLTAICO”

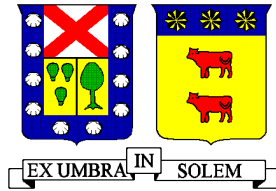
MARÍA FRANCISCA LINEROS LUDUEÑA

Memoria para optar al Título de
CONSTRUCTOR CIVIL

Profesor Guía
FRANCISCO LAGOS PERALTA

Enero 2019

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
DEPARTAMENTO DE OBRAS CIVILES
VALPARAÍSO - CHILE



“CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE APLICADA EN VIVIENDA PARTICULAR
CONSTRUIDA CON CONTENEDORES Y SISTEMA FOTOVOLTAICO”

Memoria de titulación presentada por
MARÍA FRANCISCA LINEROS LUDUEÑA

Como requisito parcial para optar al título de
CONSTRUCTOR CIVIL

Profesor Guía
FRANCISCO LAGOS PERALTA

Profesor Co-Referente
SERGIO CARMONA MALATESTA

Enero 2019

Resumen

Debido a las elevadas cifras de contaminación ambiental y el gran consumo energético que conlleva el desarrollo de la industria de la construcción, es que se hace necesario reducir estos impactos negativos en el entorno a través de la promoción e implementación de sistemas de construcción alternativos que permitan el desarrollo sustentable. Es por ello, que los profesionales de la construcción debemos estar conscientes de la situación actual, mirar hacia el futuro y ser parte del cambio.

En la presente memoria de título se realiza un estudio económico, en el cual se comparan los costos de habitabilidad proyectados en 10 años, entre una vivienda construida con contenedores marítimos y para cuyo abastecimiento energético se emplea un sistema de paneles fotovoltaicos, y una vivienda tradicional construida con albañilería sin considerar la energía solar. Para ello se elaborará un presupuesto acorde a la vida útil, que también abarcará aspectos de mantención y reparación durante el período de tiempo mencionado.

Otro aspecto considerado es el análisis de las ventajas y desventajas del uso de energías renovables no convencionales (ERNC), además de la utilización de materiales reciclados en edificaciones con el objetivo de fomentar una construcción acorde a las necesidades y problemáticas actuales.

Asimismo, se recopilan las principales certificaciones y estrategias aplicadas en Chile que promueven una evolución de las construcciones hacia la eficiencia energética. Si bien muchas de estas iniciativas no son de carácter obligatorio, el Estado tiene la intención de convertirlas en obligatorias y mejorar la calidad del parque edilicio. En nuestro país, se avanza progresivamente hacia una matriz energética limpia y viviendas eficientes, pero aún quedan desafíos pendientes y es tarea de los nuevos profesionales velar por el bienestar de las futuras generaciones y el aprovechamiento de recursos de manera responsable.

Palabras clave: construcción sustentable, eficiencia energética, contenedores marítimos, paneles fotovoltaicos

Abstract

Due to the high levels of environmental pollution and the high energy consumption involved in the development of the construction industry, it is necessary to reduce these negative impacts on the environment through the promotion and implementation of alternative construction systems that allow sustainable development. That is why construction professionals must be aware of the current situation, look to the future and be part of the change.

In the present report an economic study is carried out, in which the projected habitability costs are compared in 10 years, between a house built with shipping containers and for whose energy supply a photovoltaic panel system is used, and a traditional house built with masonry without considering solar energy. For this purpose, a budget will be developed according to the useful life, which also covers aspects of maintenance and repair during the aforementioned period of time.

Another aspect considered is the analysis of the advantages and disadvantages of the use of non-conventional renewable energies (NCRE), in addition to the use of recycled materials in buildings with the aim of promoting a construction according to the needs and current problems.

In the same way, the main certifications and strategies applied in Chile that promote an evolution of buildings towards energy efficiency are compiled. While many of these initiatives are not compulsory, the State intends to make them mandatory and improve the quality of the building park. In our country progress is being made towards a clean energy matrix and efficient housing, but there are still outstanding challenges and it is the task of the new professionals to ensure the welfare of future generations and the use of resources in a responsible manner.

Key words: sustainable construction, energy efficiency, shipping containers, photovoltaic panels

Índice general

Resumen	5
Abstract.....	6
Índice general	7
Índice de Figuras	9
Índice de Gráficos.....	10
Índice de Tablas.....	11
Capítulo 1: Introducción.....	13
1.1 Antecedentes Generales	13
1.2 Objetivo General.....	14
1.3 Objetivos Específicos	14
1.4 Alcance	15
1.5 Metodología de Trabajo.....	15
Capítulo 2: Descripción de las problemáticas y necesidades actuales	16
2.1. Industria de la construcción e impacto medioambiental.....	16
2.1.1. Situación mundial.....	16
2.1.2. Situación nacional	17
2.2. Construcción sustentable	18
2.3. Energías renovables no convencionales.....	19
Capítulo 3: Análisis de costos y elaboración de presupuesto.....	21
3.1. Descripción vivienda modular	21
3.1.1. Generalidades	21
3.1.2. Obras Preliminares	21
3.1.3. Obra Gruesa.....	22
3.1.4. Terminaciones	23
3.1.5. Instalaciones	24
3.2. Descripción vivienda tradicional	25
3.2.1. Generalidades	25
3.2.2. Obra gruesa	25
3.2.2. Terminaciones	26
3.2.3. Instalaciones	26
3.3. Tablas de presupuesto	26
3.3.1. Vivienda con contenedores	26

3.3.2. Vivienda tradicional	28
3.4. Comparación de costos	29
3.4.1. Construcción.....	29
3.4.2. Mantenición.....	30
3.4.3. Reparación.....	31
3.5. Comentarios	32
Capítulo 4: Ventajas y desventajas de la implementación de contenedores y sistema fotovoltaico en una vivienda.....	33
4.1. Ámbito económico.....	33
4.2. Ámbito medioambiental	33
4.3. Ámbito social.....	39
4.4. Eficiencia energética.....	40
4.5. Otros aspectos	40
Capítulo 5: Políticas medioambientales en Chile.....	42
5.1. Aspectos Generales.....	42
5.2. Gestión ambiental	43
5.2.1. Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)	43
5.2.2. ISO 14000	43
5.2.3. Acuerdos de Producción Limpia (APL).....	43
5.3. Certificaciones	44
5.3.1. Calificación Energética de Viviendas (CEV).....	44
5.3.2. Passivhaus	46
5.3.3. LEED.....	47
5.3.4. Certificación Edificio Sustentable (CES).....	50
5.3. Desafíos e iniciativas futuras	52
Conclusiones.....	54
Referencias	56
Anexos.....	58
Anexo A: Planos vivienda modular	58
Anexo B: Ficha técnica Bioaislant.....	64
Anexo C: Análisis de precios unitarios.....	67
Anexo D: Ley N° 20.571 para la generación distribuida.....	80

Índice de Figuras

Figura 1: Aporte de la Construcción. Innovación en construcción sustentable, 2014.....	17
Figura 2: Mercado de la Construcción. CChC, 2012.	18
Figura 3: Calendario de mantención. MINVU 2012.	31
Figura 4: Diagrama cronológico de iniciativas sustentables en Chile. Elaboración propia.	42
Figura 5: Calificación Energética de Vivienda. EE Chile.	46
Figura 6: Ejemplo de vivienda bajo estándar Passivhaus. Eficiencia Energética Chile.....	47
Figura 7: Niveles de certificación LEED. Eficiencia Energética Chile.	48
Figura 8: Proceso de revisión LEED. Portal Verde Chile GBC.....	49
Figura 9: Descripción general de CES. Portal Verde Chile GBC.	51
Figura 10: Distribución de contenedores en planta.	58
Figura 11: Vista en planta del nivel -1.	59
Figura 12: Vista en planta del nivel 1.....	60
Figura 13: Vista en planta del nivel 2.....	61
Figura 14: Elevación sur.....	62
Figura 15: Elevación poniente.....	62
Figura 16: Elevación oriente.....	63
Figura 17: Elevación norte.	63

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2013. SNI, 2017.....	13
Gráfico 2: Suministro total de energía primaria (TPES). International Energy Agency, 2017.	16
Gráfico 3: Potencia instalada a partir de ERNC. BID, 2016.	20
Gráfico 4: Inversión en energías limpias en Chile. Climatoscope, 2017.	20
Gráfico 5: Huella de carbono en vivienda tradicional. (Willem, 2013)	35
Gráfico 6: Huella de carbono en vivienda con contenedores. (Willem, 2013)	35
Gráfico 7: Potencial de acidificación en vivienda tradicional. (Willem, 2013)	36
Gráfico 8: Potencial de acidificación en vivienda con contenedores (Willem, 2013)	36
Gráfico 9: Agotamiento de recursos en vivienda tradicional. (Willem, 2013).....	37
Gráfico 10: Agotamiento de recursos en vivienda con contenedores. (Willem, 2013).....	37
Gráfico 11: Generación de residuos en vivienda tradicional. (Willem, 2013).....	38
Gráfico 12: Generación de residuos en vivienda con contenedores. (Willem, 2013)	38
Gráfico 13: Ponderación de puntajes según categoría de evaluación. GBC Chile.....	49
Gráfico 14: Proyectos LEED registrados en Chile. CChC 2015.....	50

Índice de Tablas

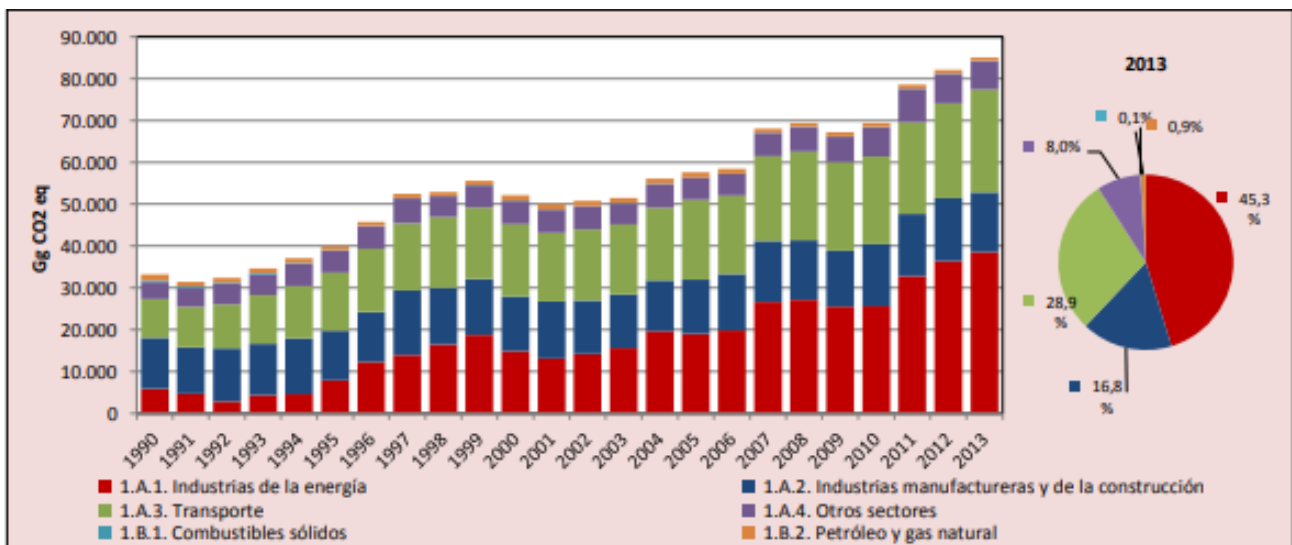
Tabla 1: Comparación de precios de aislantes. http://www.bioaislant.cl/wp/preguntas/ 23	23
Tabla 2: Bioaislant comparado con otros materiales aislantes. Ficha técnica Bioaislant. ... 23	23
Tabla 3: Presupuesto general vivienda contenedores. Elaboración propia. 27	27
Tabla 4: Presupuesto general vivienda de albañilería. Elaboración propia. 28	28
Tabla 5: Resumen impacto medioambiental de una vivienda tradicional. (Willem, 2013) . 39	39
Tabla 6: Resumen impacto medioambiental de una vivienda con contenedores. (Willem, 2013)..... 39	39
Tabla 7: Rangos de ahorro de consumo. Guía desarrollo sustentable de proyectos inmobiliarios, 2015..... 45	45
Tabla 8: Áreas temáticas de CES. Guía desarrollo sustentable de proyectos inmobiliarios, 2015. 51	51
Tabla 9: Abertura de vanos. Subcontrato Darío Aravena..... 67	67
Tabla 10: Pilar metálico 100x100x4. Elaboración propia. 67	67
Tabla 11: Pilar metálico 100x100x3. Elaboración propia. 67	67
Tabla 12: Pilar metálico 75x75x3. Elaboración propia. 68	68
Tabla 13: Excavación para fundaciones. Portal Ondac. 68	68
Tabla 14: Fundaciones. Elaboración propia. 68	68
Tabla 15: Pletinas. Subcontrato Darío Aravena. 68	68
Tabla 16: Sobretecho. Subcontrato Darío Aravena. 69	69
Tabla 17: Canal aguas lluvia. Portal Ondac. 69	69
Tabla 18: Bajada aguas lluvia. Portal Ondac..... 69	69
Tabla 19: Replanteo, trazado y niveles. Elaboración propia. 69	69
Tabla 20: Cimientos H-15. Elaboración propia..... 70	70
Tabla 21: Moldaje sobrecimiento. Elaboración propia. 70	70
Tabla 22: Sobrecimientos y cadena H-20. Elaboración propia. 70	70
Tabla 23: Rellenos interiores. Elaboración propia. 71	71
Tabla 24: Albañilería. Elaboración propia. 71	71
Tabla 25: Radier. Elaboración propia..... 71	71
Tabla 26: Estucos interiores. Elaboración propia..... 71	71
Tabla 27: Estucos exteriores. Elaboración propia. 72	72
Tabla 28: Moldaje cadenas. Elaboración propia. 72	72
Tabla 29: Enfierradura cadenas. Elaboración propia..... 72	72
Tabla 30: Hormigonado de losa. Elaboración propia. 72	72
Tabla 31: Techumbre. Elaboración propia. 73	73
Tabla 32: Cubierta zincalum. Elaboración propia. 73	73
Tabla 33: Aislación techumbre. Elaboración propia. 73	73
Tabla 34: Tabiques zonas secas vivienda contenedores. Elaboración propia. 74	74
Tabla 35: Tabiques zonas húmedas vivienda contenedores. Elaboración propia..... 74	74

Tabla 36: Escaleras interiores. Elaboración propia.	74
Tabla 37: Cielo volcometal. Elaboración propia.	75
Tabla 38: Puerta acceso. Elaboración propia.	75
Tabla 39: Puertas exteriores. Elaboración propia.	75
Tabla 40: Puertas interiores. Elaboración propia.	76
Tabla 41: Puerta plegable. Elaboración propia.	76
Tabla 42: Cerradura acceso. Elaboración propia.	76
Tabla 43: Cerraduras interiores. Elaboración propia.	76
Tabla 44: Ventanas. Elaboración propia.	77
Tabla 45: Piso flotante. Elaboración propia.	77
Tabla 46: Cerámica de piso. Elaboración propia.	77
Tabla 47: Cerámica de muro. Elaboración propia.	77
Tabla 48: Empaste de muros y cielo. Elaboración propia.	78
Tabla 49: Pintura interior. Elaboración propia.	78
Tabla 50: Pintura exterior vivienda contenedores. Elaboración propia.	78
Tabla 51: Tabiques zonas secas vivienda tradicional. Elaboración propia.	78
Tabla 52: Tabiques zonas húmedas vivienda tradicional. Elaboración propia.	79
Tabla 53: Pintura exterior vivienda tradicional. Elaboración propia.	79

Capítulo 1: Introducción

1.1 Antecedentes Generales

Durante las últimas décadas, hemos sido testigos de las diversas problemáticas relacionadas con la gestión de recursos y contaminación a nivel mundial. Esto se debe en gran parte al impacto negativo que las diversas industrias a través de sus procesos productivos, generan en el medio ambiente. En el caso de la industria de la construcción en Chile, según los datos proporcionados por el programa estratégico Construye 2025, esta aporta el 33% de las emisiones totales de gas de efecto invernadero (GEI) y genera un 23% de los residuos del país. Además, 10 millones de personas, correspondientes a un 58% de la población, viven en zonas contaminadas con material particulado (MP) con un promedio anual de 2,5 superior a la norma.



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Gráfico 1: Emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2013. SNI, 2017.

Es por lo anterior que se hace indispensable buscar una solución constructiva que no solo sea factible económicamente, sino que también busque el bienestar social, la conservación ecológica y la eficiencia energética. De esta manera es que se desarrolla el concepto de construcción sustentable.

A nivel mundial ya se han desarrollado distintas políticas orientadas a reducir el efecto invernadero y el calentamiento global. Ejemplo de estas, lo son las diferentes certificaciones de viviendas que se han ido desarrollando con el paso de los años. Se comenzó con el método BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) que consiste en etiquetas de desempeño, luego apareció el LEED (Leadership in Environmental and Energy Efficient Development) enfocado en la eficiencia energética y así, constantemente se está avanzando en el desarrollo sostenible y en mejorar la calidad de vida de las personas.

En Chile, cada vez existe una mayor preocupación por construir eficientemente. El Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) comenzó el año 2000 a regular la calidad de las viviendas desde el punto de la eficiencia energética, comenzando con un requerimiento de aislación de techumbres. Entre los años 2013 y 2016, se estudia una nueva Reglamentación Térmica y se espera que se aplique en dos etapas durante los años 2020 y 2022, respectivamente, que considerarán una zonificación térmica, ventilaciones adecuadas, análisis de riesgos de condensación, entre otros aspectos.

En la actualidad, ya existen diferentes viviendas en nuestro país que basan su construcción en la sustentabilidad, sin embargo, son la minoría. El parque habitacional nacional está compuesto por aproximadamente 6,5 millones de viviendas de las cuales un 70,8% fueron construidas antes de la Reglamentación Térmica (CENSO/INE 2017). Si bien, estas viviendas se pueden reacondicionar a fin de mejorar su eficiencia, queda en evidencia el largo camino que queda por recorrer en cuanto a sustentabilidad.

Es por ello, que en la presente memoria, se estudia una vivienda construida con containers y paneles fotovoltaicos con el fin de demostrar su factibilidad económica y además y hacer un análisis de sus pros y contras con miras a promover la edificación sustentable en Chile.

1.2 Objetivo General

Promover la construcción sustentable, con la finalidad de amortiguar los impactos negativos provocados por la industria de la construcción en el medio ambiente, pero sin descuidar la calidad de las viviendas, a través de la elaboración de un estudio económico y un análisis medioambiental cualitativo que comparen los costos de los procesos constructivos entre una vivienda conformada por contenedores y paneles fotovoltaicos, y una vivienda tradicional de albañilería.

1.3 Objetivos Específicos

- Demostrar la reducción de los costos de habitabilidad en una construcción modular con paneles fotovoltaicos en un período de 10 años, incluyendo aspectos de reparación y mantención, en relación a una vivienda de construcción estándar con características y superficie similares, con el propósito de justificar su viabilidad económica.
- Realizar un estudio de las ventajas y desventajas de la aplicación de energías renovables no convencionales y reciclaje de materias primas, a fin de promover una construcción más consciente y responsable con el medio ambiente.
- Analizar el impacto del desarrollo sostenible en los estándares de construcción nacionales y los desafíos futuros que se tienen al respecto como país.

1.4 Alcance

Conocer la viabilidad económica de una vivienda basada en los principios de la edificación sustentable con el ánimo de que este tipo de residencia sea cada vez más utilizado en nuestro país. De esta manera, la actual huella que deja en el medio ambiente la industria de la construcción se aminoraría.

Por otro lado, se estudian y promueven las normativas y certificaciones chilenas relacionadas, ya que es primordial contar con políticas que incentiven construir viviendas eficientes.

Además, se da paso a que tanto futuros profesionales como Constructores Civiles, Arquitectos, Ingenieros y otros entendidos en el tema, se interesen y busquen un desarrollo sostenible para el país.

1.5 Metodología de Trabajo

Para obtener los antecedentes necesarios para el desarrollo de la presente memoria de título, se comienza con la recopilación de información a través de sitios web oficiales y acreditados, además de búsqueda de literatura acorde al tema propuesto, que abarque los conceptos básicos de sustentabilidad en la construcción, además de sus ventajas y limitaciones en diversas locaciones. De igual forma, se asiste a seminarios y exposiciones sobre eficiencia energética que faciliten la comprensión del tema de estudio. Asimismo, se investigan los distintos sistemas de certificación e indicadores que convierten a una construcción en sustentable, tanto a nivel internacional como nacional.

Se continúa con visitas a terreno con el contratista encargado de la construcción del proyecto estudiado en esta ocasión, previa autorización de la propietaria, durante su ejecución con el fin de comprender la metodología constructiva y detectar posibles deficiencias en esta. Asimismo, esta visita permite conocer en terreno la instalación de paneles fotovoltaicos y profundizar el conocimiento que se tiene de estos.

Lo siguiente es evaluar los costos asociados a la ejecución, mantención y reparación de la obra. Para ello, se establece comunicación directa con la propietaria de la vivienda en construcción, permitiendo conocer los principales costos de esta. Luego de esto, se busca comparar dichos valores con los correspondientes a una vivienda tradicional equivalente en superficie y diseño. Por consiguiente, esta información se obtendrá consultando a contratistas que trabajan en diversas faenas de construcción y en sitios web que proporcionen precios y cotizaciones aplicables a este caso.

Por último, en base a los antecedentes recopilados y los resultados obtenidos, se concluye con respecto a la factibilidad económica del proyecto y su real implementación, los pros y contras de este modelo constructivo, la importancia de la eficiencia energética y los desafíos que se tienen como país para llegar a posicionarse como un referente en la construcción sustentable.

Capítulo 2: Descripción de las problemáticas y necesidades actuales

2.1. Industria de la construcción e impacto medioambiental

La industria de la construcción es responsable del consumo de una importante cantidad de recursos, que se explotan por sobre su tasa de renovación, siendo muchos de ellos ni siquiera renovables, por lo que claramente el daño que ello implica en el medio ambiente ha llegado a ser irreversible. Este impacto ambiental es generado durante todo el ciclo de vida de una construcción, no solo durante su ejecución, sino también en las etapas de mantenimiento y demolición por ejemplo. Es por ello que se hace urgente encontrar soluciones constructivas que permitan optimizar el uso de recursos y disminuir el impacto ambiental de la industria, además de reducir la dependencia energética entre países.

2.1.1. Situación mundial

La sobreexplotación de recursos es cada vez más crítica y las economías de muchas naciones están basadas en la obtención de combustibles fósiles, de los cuales proviene la mayor parte de la energía utilizada globalmente. En el gráfico N°2 se puede observar que la mayoría del suministro de energía primaria en el mundo proviene de combustibles fósiles.

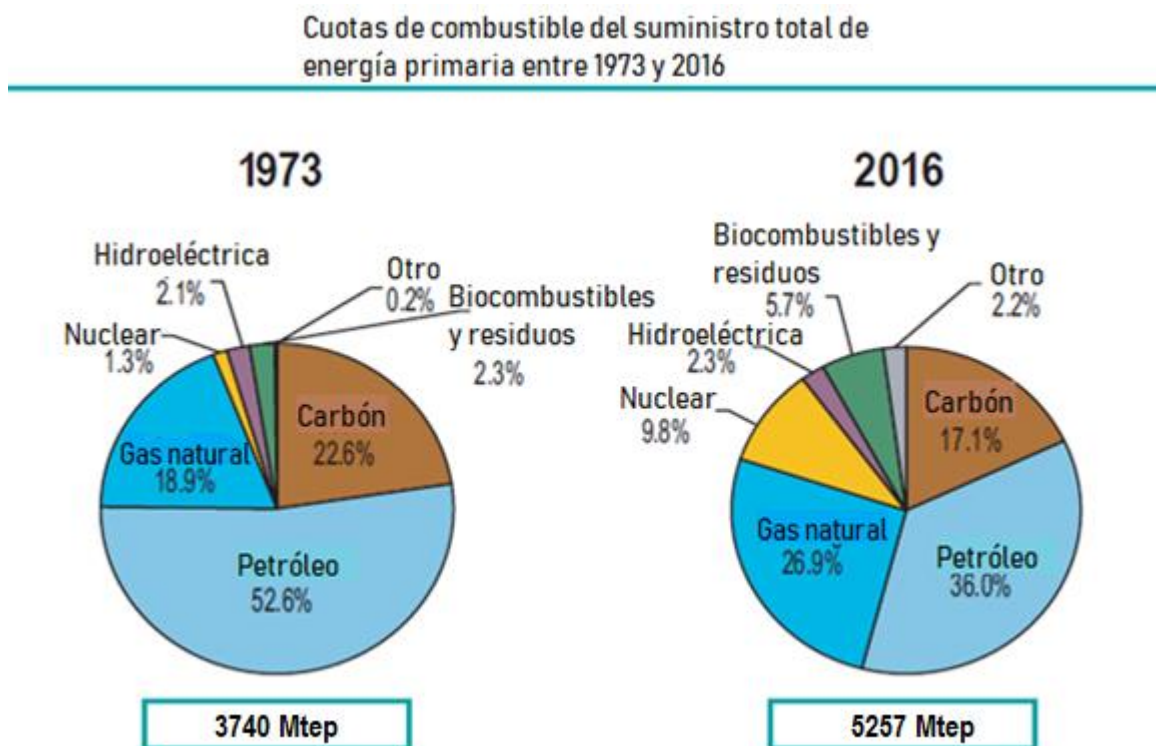


Gráfico 2: Suministro total de energía primaria (TPES). International Energy Agency, 2017.

Existen países como Kuwait o Arabia Saudita cuyas economías están basadas en la producción de combustibles fósiles que entregan elevados ingresos; 38% y 23% del PIB respectivamente (Nature, 2017), siendo muy difícil cambiar a una economía baja en carbono, sin embargo es urgente invertir en tecnologías bajas en carbono y aumentar el porcentaje de energías renovables no convencionales que disminuyan la dependencia energética basada en el carbono.

Por otro lado, la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) de la industria de la construcción se ha triplicado desde el año 1970 y consume aproximadamente un tercio de la energía mundial. Asimismo, se espera que la demanda energética del parque edilicio aumente entre un 50% entre 2018 y 2050 (Informe de Riesgos Mundiales, 2018), cifras alarmantes para el sector.

2.1.2. Situación nacional

En nuestro país, las emisiones de GEI se han incrementado un 165,4% desde 1990 y en un 17,1% desde 2010 (SNI, 2017). De este porcentaje, un 33% lo aporta la industria de la construcción y genera un 34% de los desechos sólidos (Construye 2025). En la figura N°1 se pueden observar algunas cifras que revelan el impacto económico y medioambiental de esta industria a nivel nacional.



Figura 1: Aporte de la Construcción. Innovación en construcción sustentable, 2014.

Por otro lado, en la figura N°2, se aprecian cifras en MMUS\$ que describen el mercado de la construcción, del cual solo un 0,5% del total, equivalente a 160 MMUS\$, pertenece a construcciones consideradas sustentables. Sin embargo, debido a la oportunidad de negocio que existe en este ámbito, se estima que la inversión podría alcanzar los 2.000 MMUS\$ al año.

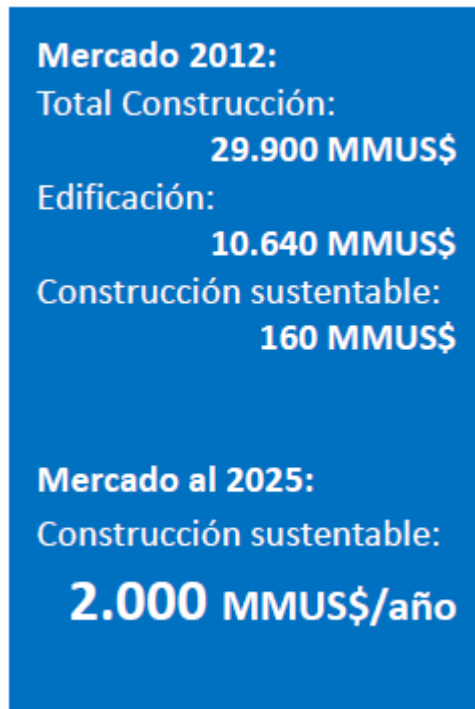


Figura 2: Mercado de la Construcción. CChC, 2012.

2.2. Construcción sustentable

La sustentabilidad es un concepto amplio y complejo, que ha logrado convertirse en un concepto clave para el sector de la construcción. La idea de sustentabilidad, se basa en el mejoramiento de la calidad de vida, permitiendo a las personas vivir en un ambiente saludable, esto es, con las condiciones sociales, económicas y ambientales adecuadas. (Buildings, MDPI, 2012).

Según la Ley N° 19.300 de Bases del Medio Ambiente, se define el desarrollo sustentable como “el proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida de las personas, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección del medio ambiente, de manera de no comprometer las expectativas de las generaciones futuras”.

Según la OCDE, existen 5 objetivos involucrados en una construcción sustentable:

1. Eficiencia de recursos
2. Eficiencia energética
3. Prevención de la contaminación
4. Armonización con el medio ambiente
5. Enfoques integrados y sistémicos

Por otro lado, en nuestro país, según los “Estándares de Construcción Sustentable para viviendas de Chile” del MINVU, se consideran 6 medidas sustentables para el mejoramiento de la vivienda:

1. Salud y Bienestar: Las condiciones de habitabilidad al interior de la vivienda permiten bienestar y ambiente saludable.

2. Energía: Se cuenta con un uso y generación de energía eficiente, abaratando costos.
3. Agua: Consumo consciente de agua, que no solo produce ahorros, sino que también disminuye el impacto al entorno.
4. Materiales y Residuos: Adecuada gestión de desechos durante todo el ciclo de vida de una vivienda.
5. Impacto ambiental: Se debe disminuir el impacto que tienen las edificaciones en el ambiente.
6. Entorno inmediato: Mejores condiciones del entorno inmediato para la comunidad.

Si bien los indicadores para una edificación sustentable son equivalentes en todo el mundo, en Chile y Latinoamérica en general, el enfoque de esta, se sostiene más en un aspecto social que de eficiencia energética, a diferencia de los países desarrollados. Es por ello que se deben incorporar las necesidades propias de cada región a cada tipología constructiva sustentable, de manera de resolver las problemáticas locales y a la vez aumentar la calidad de las construcciones, sin comprometer el impacto medioambiental que ellas puedan tener.

Además, es importante mencionar que, un proyecto sustentable, lo debe ser durante todas las etapas de su vida, esto es, el diseño, construcción, operación y reutilización. Sin embargo, en repetidas ocasiones, esto no se cumple. Un ejemplo de ello, es la deficiente administración de residuos en una obra de construcción. Según datos de la Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción (CDT), el 60% de las empresas constructoras de la Región Metropolitana no conoce la legislación relacionada con la administración de residuos y escombros. Esto es un dato alarmante que expresa la necesidad de actualizar y mejorar la normativa actual, ya que esta desinformación tiene directa relación con problemas tan graves como los vertederos ilegales y la contaminación de desechos sólidos.

2.3. Energías renovables no convencionales

Debido a la gran demanda energética mundial proveniente de recursos finitos, es que nace como alternativa limpia y duradera el uso de Energías Renovables no Convencionales (ERNC). A su vez, las energías renovables se dividen en convencionales y no convencionales, dependiendo del tipo de tecnologías empleado en su aprovechamiento e ingreso en los mercados energéticos. En Chile se define como fuentes de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) a la eólica, la pequeña hidroeléctrica (centrales hasta 20 MW), la biomasa, el biogás, la geotermia, la solar y la energía de los mares (Ministerio de Energía, 2016).

En Chile, la elección de energías limpias, resulta especialmente favorable ya que se cuenta con los mayores niveles de radiación solar mundial, vientos de gran velocidad y un importante potencial de energía marina (Ministerio de Energía, 2016).

Según la última versión del New Energy Finance Climascoppe, en el índice en que se evalúa a las economías emergentes del mundo, Chile se posiciona como el país con mayor inversión en energías limpias de Latinoamérica, enfocándose principalmente en la energía solar debido al gran potencial que esta posee en la región.

La evolución de la inversión en energías limpias en nuestro país a lo largo de los últimos años se puede observar en los gráficos N°3 y N°4, lo que demuestra que Chile está cambiando su matriz energética y que avanza hacia un desarrollo sustentable.

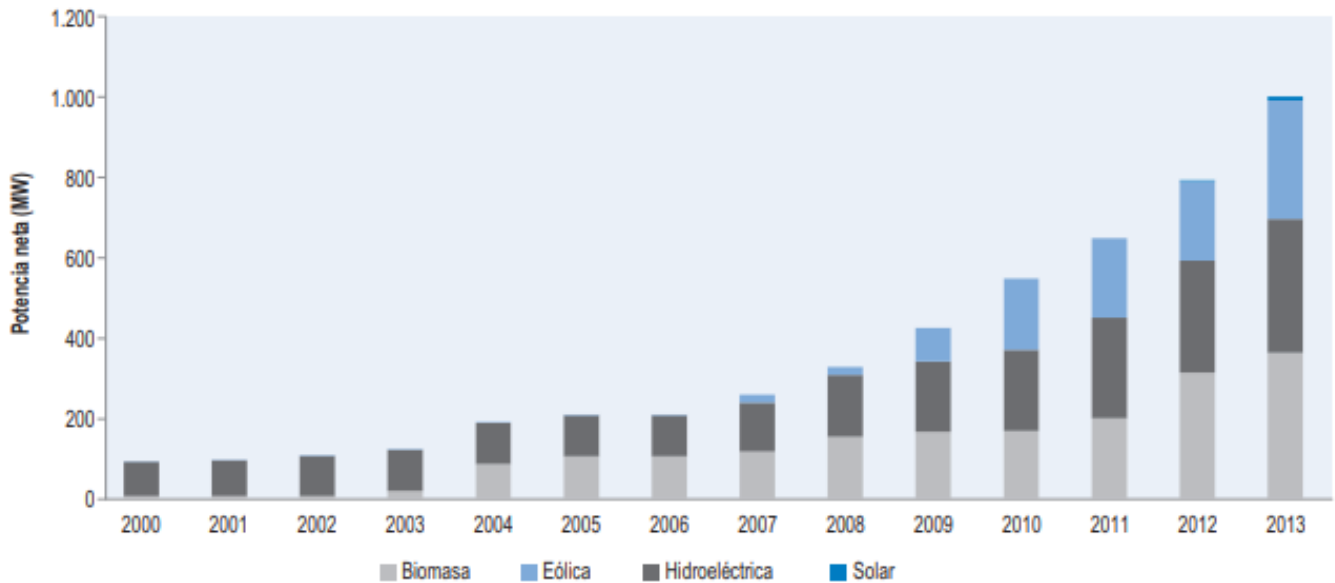


Gráfico 3: Potencia instalada a partir de ERNC. BID, 2016.

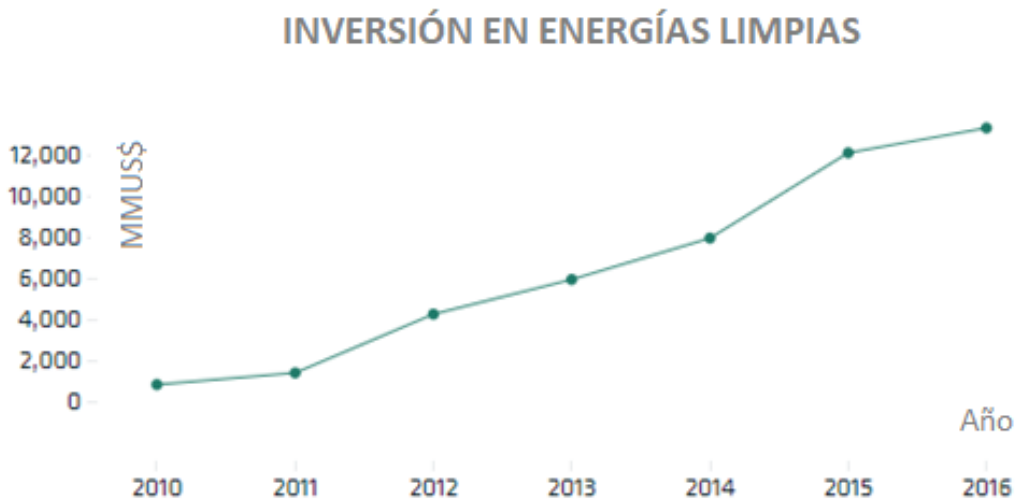


Gráfico 4: Inversión en energías limpias en Chile. Climatoscope, 2017.

Capítulo 3: Análisis de costos y elaboración de presupuesto

3.1. Descripción vivienda modular

3.1.1. Generalidades

El proyecto consiste en la construcción de una vivienda particular ubicada en una parcela perteneciente al eco-loteo Alto Las Mellizas II en Peñablanca, Región de Valparaíso. Esta eco-parcelación tiene como finalidad salvaguardar la biodiversidad de la zona y mantener la armonía con el entorno. En general, las viviendas acá construidas se caracterizan por ser sustentables y contar con energías renovables para la generación y consumo de energía.

La vivienda en estudio, es de carácter modular, compuesta por 5 contenedores de 40 pies cada uno y que destaca por la implementación de un sistema fotovoltaico para el abastecimiento energético. Se considera el empleo de la energía solar, ya que, debido a la lejanía de la parcela, no existe mayor conectividad ni disponibilidad de servicios.

Se dispone de 3 niveles principales los cuales se dividen en:

- Nivel -1: Consiste en un contenedor de 12,2 metros de largo x 2,5 metros de ancho x 2,6 metros de alto aproximadamente. Se subdivide en un estar de 14,3 [m²], una cocinilla de 8,5 [m²] y un baño de 3,6 [m²].
- Nivel 1: Está conformado por dos contenedores orientados en dirección este oeste, de iguales dimensiones al nivel -1 y además considera el espacio entre estos en los cuales se construye la escalera y se dispone de un comedor de 35,4 [m²]. En los contenedores, por su parte, se encuentran una oficina de trabajo de 9,6 [m²], un baño de 3,7 [m²], un estar de 12,7[m²], una despensa de 6,7 [m²] y una cocina de 19,2 [m²]. Por otra parte, sobre el contenedor que corresponde al nivel -1 se construye una terraza de 31, 7[m²].
- Nivel 2: Se dispone de dos contenedores orientados de norte a sur, ocupando el espacio entre ellos, al igual que en el nivel 1. En esta planta hay un estar de 9,1 [m²] y 3 habitaciones; la principal tiene 10,4 [m²] y cuenta con un baño y un vestidor de 5,5 [m²] y 4,8 [m²] respectivamente, la segunda cuenta con 17,7 [m²] de superficie y un baño de 3,6 [m²], mientras que la tercera tiene 16,2 [m²] y un baño de 3,6 [m²]. Además, los espacios sobre los contenedores inferiores se utilizan como terrazas, una en cada extremo de la vivienda. La terraza de acceso tiene 10,2 [m²], en cambio, las otras tres están asociadas a cada habitación. La terraza de la segunda habitación es de 6,9 [m²] y las otras dos restantes, de 4,6 [m²] cada una.

3.1.2. Obras Preliminares

Los contenedores fueron trasladados desde la ciudad de San Antonio hasta el terreno y fue necesaria la contratación de una grúa para la colocación de los correspondientes al último nivel, debido a su complejidad. Los contenedores fueron dispuestos tal como se señala en el Anexo A.

Debido al sistema constructivo de la vivienda, no es necesario realizar mayores excavaciones, adicionalmente a esto, el diseño se hizo pensando en la topografía del lugar, por lo que los movimientos de tierra son mínimos.

3.1.3. Obra Gruesa

Uno de los principales elementos a comparar será la estructura principal, en este caso corresponde a contenedores, que se llevan la gran parte de la obra gruesa y que pueden denominarse como el esqueleto de la vivienda.

Para estructurar la construcción, se instalan pilares metálicos con perfiles cuadrados de 100x100x4 [cm], 100x100x3 [cm] y 75x75x3 [cm], con una base de hormigón de 40x40x60 [cm], los cuales cumplen la función de marco y que se encuentran en las esquinas de cada contenedor.

Para este tipo de viviendas, muchas veces no se realizan fundaciones y las cargas y esfuerzos son transmitidos directamente al terreno, ya que se consideran estructuras relativamente livianas. Sin embargo, debido a que la vivienda en estudio cuenta con 3 niveles, se decide considerar fundaciones de bloques de hormigón, que son las más utilizadas. Se emplea también en la construcción de las fundaciones, pilotes, que según el desnivel del terreno, pueden ser de concreto o pino impregnado.

Los bloques de hormigón que corresponden a fundaciones aisladas, tienen dimensiones de 50x50x50 [cm] y se distribuyen como lo muestra la siguiente figura. Por otro lado, existe una fundación corrida que se aprecia en el área achurada. La disposición general fue estudiada previamente en base a las dimensiones de los vanos, que influye en la capacidad portante de los contenedores.

Es importante mantener una estructura estable frente a las diferentes cargas a las que será sometida la vivienda, por lo que la unión entre contenedores es de gran importancia. Para ello, se utilizaron pletinas metálicas de 32x3 [cm], lo que permite que la estructura quede definida y trabaje en conjunto frente a las cargas. A su vez, estas pletinas sirven como sello y permiten reducir las infiltraciones. Por otro lado, es importante destacar la protección de las esquinas, ya que es en estas zonas donde se transfieren las fuerzas verticales debido al apilamiento de los contenedores.

Para la techumbre, se soldó una estructura metálica correspondiente a un sobretecho de 12x2,4 [m] con una pequeña inclinación y que está compuesto por perfiles cuadrados de 50x50 [cm], los cuales fueron previamente pintada con anticorrosivo y esmalte sintético. Esta estructura cubrirá solo el sector que no se encuentra protegido por contenedores, ya que estos se encuentran estandarizados bajo la norma ISO, por ende, es posible avalar su impermeabilidad y la protección de la cubierta está más orientada hacia la aislación térmica y acústica. Es por esto, que no se construirá una estructura de cubierta adicional, solo se recubrirá con pintura anticorrosiva con el fin de proteger la estructura metálica de la oxidación.

La hojalatería, correspondiente principalmente a canaletas y bajadas de aguas lluvia, será instalada perimetralmente desde los niveles superiores al terreno, tal como se consideraría en una vivienda tradicional.

3.1.4. Terminaciones

El procedimiento constructivo del cielo, será como cualquier otro de volcometal, con placas de Volcanita estándar, espesor 10 [mm] y perfiles de metalcon; montantes y canales. Para la aislación, será utilizada una fibra natural llamada Bioaislant, que corresponde a un aislante 100% natural, de origen chileno. Este aislante es una alternativa a los tradicionales, como el poliestireno expandido y la lana mineral, ya que además de ser amigable con el medio ambiente, puesto que es el material aislante con la huella de carbono más baja del mercado, (<http://www.bioaislant.cl>) no libera partículas dañinas para quien lo manipule. Además, posee cualidades semejantes para espesores equivalentes y a un menor costo. A continuación en las tablas N°1 y N°2, se presentan análisis comparativos de Bioaislant en relación a otros aislantes utilizados normalmente.

Tabla 1: Comparación de precios de aislantes. <http://www.bioaislant.cl/wp/preguntas/>

	Bioaislant®	Lana de vidrio	Lana de poliéster	Poliestireno expandido
Espesor mínimo de producto comercial requerido para lograr una aislación de R100=188, zona climática 3 según la O.G.U.C.	86 mm	80 mm	150 mm	80 mm
Comparativo base Bioaislant®	-	7,3%	34,0%	-4,2%
	-	El costo de aislación con lana de vidrio es un 7,3% más caro que con Bioaislant®	El costo de aislación con lana de poliéster es un 34,0% más caro que con Bioaislant®	El costo de aislación con poliestireno expandido es un 4,2% más económico que con Bioaislant®

Tabla 2: Bioaislant comparado con otros materiales aislantes. Ficha técnica Bioaislant.

Bioaislant® comparado con otros materiales aislantes				
Parámetro	Lana de vidrio	Lana de poliéster	Poliestireno expandido	Bioaislant®
Conductividad térmica	0,041 (W/m·K)	0,063 (W/m·K) 😞	0,042 (W/m·K)	0,045 (W/m·K)
Espesor necesario para lograr un R100 = 188 (m2K/W) x 100 (Zona 3)	77,0 (mm)	118,4 (mm) 😞	79,0 (mm)	84,6 (mm)
Aplicaciones de aislación	Techumbres Muros Pisos	Techumbres 😞	Techumbres Muros Pisos	Techumbres Muros Pisos
Filtración de calor	Ninguna	Ninguna	Alta 😞	Ninguna
Facilidad de corte en obra	Baja	Alta	Muy Baja 😞	Alta
Elementos protección personal especiales	SI 😞	NO	NO	NO
Tipo de residuo	Peligroso 😞	Inocuo	Inocuo	Inocuo
Impacto medioambiental	Alto 😞	Alto 😞	Alto 😞	Bajo 😊
Responsabilidad social	NO 😞	NO 😞	NO 😞	SI 😊
Sustentabilidad	Baja 😞	Baja 😞	Baja 😞	Alta 😊

La tabiquería interior se realiza con placas de volcanita estándar con espesor de 15 [mm] en las zonas secas, como habitaciones y salas de estar, mientras que para zona húmedas como baños y cocina, se requieren placas de volcanita resistente a la humedad de 15 [mm]. Su aislación, al igual que la de cielos, será con Bioaislant. Además, se utilizarán perfiles de volcometal; montantes y canales de 0,5 [mm].

En esta vivienda, hay distintos tamaños de ventanas, algunas de grandes proporciones, que entregan una buena iluminación al interior, pero que a su vez, y debido a sus medidas, permiten una cantidad significativa de infiltraciones y pérdidas de energía. Es por ello, que se optó por instalar ventanas termopanel o también conocidas como de doble vidrio hermético. Con ellas se busca solucionar este problema debido que al estar compuestas por dos vidrios con una cámara de aire seco entre ellos, es posible mantener una temperatura interior estable, además de impedir la infiltración de agua y humedad a la vivienda, convirtiéndose en un aislante térmico de gran calidad.

Las puertas se encuentran divididas en cuatro categorías: acceso, exteriores, interiores y plegables. La puerta de acceso, es la que cuenta con mayor dimensión, siendo de 85x200 [cm], mientras que las exteriores, plegables, e interiores, que incluyen las puertas de baños y dormitorios, cuentan con medidas de 75x200 [cm]. Las puertas plegables, que serán de PVC, solo se instalarán en el baño y vestidor del vestidor principal en el nivel 2. En un comienzo, estaban consideradas en todo este nivel, sin embargo, finalmente se optó por usar puertas de madera HDF.

Los pavimentos se dividirán en dos materialidades; piso flotante y cerámica de piso, la cual será utilizada tanto en pisos de baños como de cocina. Para ejecutar estas partidas hay dos opciones; la primera consiste en remover el piso que ya trae el contenedor, formado por contrachapado fenólico, sin embargo, es un proceso complicado, por lo que en este caso, se recurrirá a la segunda opción, en la cual se cubre por completo la superficie con el piso flotante o la cerámica, según corresponda. Tanto la instalación de estos recubrimientos de piso, como los materiales requeridos para ella en un contenedor, no difieren de los correspondientes a una vivienda tradicional. El piso flotante tiene un espesor de 7 [mm] y las cerámicas son de 40x40 [cm].

Para revestir los muros, se utilizará pasta muro como empaste, al igual que en los cielos. A continuación se instalarán cerámicas de 20x30 [cm] en las zonas húmedas (baño y cocina) y esmalte al agua en las zonas secas (dormitorios, estar, oficina, etc.) con una aplicación de dos manos.

3.1.5. Instalaciones

Se provee a la vivienda de energía eléctrica a través de un sistema fotovoltaico, que cuenta con 9 paneles, 8 baterías y un inversor y a través del cual se logra generar 340 [kWh] mensualmente, que corresponde a lo que se demandaría en una vivienda tradicional con los equipos considerados en el diseño original. Para su instalación y dimensionamiento, se contrató a una empresa externa, encargada de entregar soluciones de diseño, construcción y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos.

Respecto a las instalaciones de alcantarillado, agua potable y otros artefactos, no serán tomados en cuenta, puesto que no se consideran como elementos diferenciadores de relevancia para efectos de este estudio.

3.2. Descripción vivienda tradicional

3.2.1. Generalidades

La vivienda de referencia tiene características equivalentes a la modular, puesto que sus superficies y divisiones interiores son idénticas. Sin embargo, la gran diferencia radicará en que la estructura principal será de albañilería; como lo son en la actualidad la mayoría de las viviendas, en el sistema de abastecimiento de energía eléctrica; que será de manera tradicional, a través de un medidor con suministro directo de la compañía eléctrica y por último, en la configuración y apariencia de la vivienda; muy difícil de replicar si considera albañilería en lugar de contenedores.

Respecto al diseño general, para efectos de este estudio y debido a las dificultades mencionadas con la geometría, la vivienda tradicional se considerará solo con dos pisos, ya que se agruparán los niveles -1 y 1 de la vivienda modular en el primer piso, en cambio, el nivel 2 se mantendrá sin cambios.

3.2.2. Obra gruesa

A diferencia de la vivienda modular, que aprovechaba las características del terreno para simplificar los movimientos de tierras, en este caso no es posible, ya que se requieren fundaciones corridas y por ende, una superficie uniforme.

Las fundaciones serán corridas, con cimientos y sobrecimientos de hormigón. El esqueleto de la vivienda, por así decirlo, estará conformado por albañilería armada, con refuerzos de barras de acero de 12 [mm] y confinada con cadenas. Además, se considerará la construcción de un radier que transmitirá las cargas al terreno y en la parte superior, una losa de hormigón.

Respecto a la estructura de techumbre, destacada por ser completamente diferente en esta vivienda, esta estará compuesta por cerchas de pino de 1x4", aislada térmica y acústicamente con rollos de lana mineral y forrada con planchas de zinc onduladas de 0,35 [mm] y lisas de 0,40 [mm].

La hojalatería, al igual que la vivienda modular, corresponderá principalmente a canaletas y bajadas de aguas lluvia de acero galvanizado, que serán confeccionadas con iguales dimensiones que la vivienda anterior. En relación con su ubicación, debido a que esta vivienda cuenta con dos niveles, en lugar de 3, no será idéntica a la anterior, sin embargo, será proporcional.

3.2.2. Terminaciones

A diferencia de la vivienda modular, en este caso no se requerirá de un cielo de volcometal, sino que se construirá una losa de hormigón como división entre los dos pisos. Esta losa tendrá un espesor de 15 [cm], con hormigón H-25 y se le dará terminación con empaste de yeso.

La tabiquería se realizará con planchas de volcanita estándar de para zonas secas y resistentes a la humedad para baños y cocina. En ambas viviendas, tanto las planchas, como montantes, canales y tornillos serán los mismos, solo se diferenciarán en la aislación utilizada, ya que en este caso, se empleará lana mineral corriente.

Las ventanas también se considerarán de termopanel, ya que hoy en día, debido a sus apreciadas cualidades de aislación y confort, su uso en edificaciones se ha masificado y se ha convertido en un material de gran importancia. Cabe mencionar que, las ventanas tendrán iguales dimensiones y se ubicarán con la disposición del caso anterior. Lo mismo sucederá con las puertas, que no cambiarán de lugar, materialidad o medida.

Las cerámicas y piso flotante, se instalarán sobre el radier y losa, en el primer y segundo piso respectivamente, de la forma en que se mencionó anteriormente. Por ende, en este sentido, no hay grandes diferencias.

El revestimiento de muros se diferenciará en que la albañilería será estucada, interior y exteriormente. Al interior, luego de estucar, se aplicará pintura en dos manos, idéntica a la utilizada en los contenedores, mientras que al exterior, luego de estucar, se aplicará como revestimiento grano blanco, que será la textura final de la fachada.

3.2.3. Instalaciones

En el caso de la energía eléctrica, no se considerará la instalación de paneles fotovoltaicos, por lo que esta será suministrada por la compañía eléctrica que corresponda según la zona. En cuanto a las otras instalaciones y artefactos, como ya se indicó, no serán evaluados en los presupuestos.

3.3. Tablas de presupuesto

3.3.1. Vivienda con contenedores

A continuación, se presenta en pesos chilenos la tabla de presupuesto para la construcción de la vivienda modular, considerando obras previas, obra gruesa y terminaciones, ya que son los grandes elementos diferenciadores de esta comparación económica. Los detalles de los precios unitarios se pueden ver en el Anexo C.

Tabla 3: Presupuesto general vivienda contenedores. Elaboración propia.

PRESUPUESTO

PROYECTO: VIVIENDA PARTICULAR

PROPIETARIO: PAULINA LEDDIHN

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
OBRAS PRELIMINARES					
1	CONTENEDOR MARÍTIMO 40 FT	UNI	5	1050000	\$ 5.250.000
2	TRASLADO CONTENEDORES	GL	5	200000	\$ 1.000.000
3	GRÚA PARA INSTALACIÓN	GL	1	600000	\$ 600.000
4	EXCAVACIÓN PARA FUNDACIONES	M3	8,5	1198	\$ 10.183
					\$ 6.850.000
OBRA GRUESA					
5	ABERTURA DE VANOS	M2	67	14000	\$ 938.000
6	PILARES ESTRUCTURALES	GL	1	342558	\$ 342.558
7	FUNDACIONES	M3	8,5	81392	\$ 691.832
8	PLETINAS DE ACERO	ML	37	6500	\$ 240.500
9	SOBRETECHO	UNI	1	800000	\$ 800.000
10	CANAL AGUAS LLUVIAS	ML	71	7014	\$ 497.994
11	BAJADA DE AGUAS LLUVIAS	ML	47	6056	\$ 284.632
					\$ 3.795.516
TERMINACIONES					
12	TABIQUES ZONAS SECAS	M2	268	12567	\$ 3.367.956
13	TABIQUES ZONAS HÚMEDAS	M2	132	16342	\$ 2.157.144
14	ESCALERAS INTERIORES	ML	7	48608	\$ 340.256
15	CIELO	M2	187	9938	\$ 1.858.406
16	PUERTAS	GL	1	739924	\$ 739.924
17	VENTANAS	GL	1	370000	\$ 370.000
18	QUINCALLERÍA	GL	1	140315	\$ 140.315
19	CERÁMICA DE PISO	M2	57	10397	\$ 592.629
20	PISO FLOTANTE	M2	113	9661	\$ 1.091.693
21	CERÁMICA DE MURO	M2	147	8891	\$ 1.306.977
22	EMPASTES MUROS Y CIELOS	M2	511	3525	\$ 1.801.275
23	PINTURA INTERIOR	M2	324	1598	\$ 517.752
24	PINTURA EXTERIOR	M2	298	2305	\$ 686.890
					\$ 14.971.217
SISTEMA FOTOVOLTAICO					
36	SISTEMA FOTOVOLTAICO	UNI	1	4900000	\$ 4.900.000
					\$ 4.900.000
TOTAL					\$ 30.516.733

3.3.2. Vivienda tradicional

A continuación, se detalla el presupuesto correspondiente a la vivienda de albañilería. Al igual que para la vivienda de albañilería, los análisis de precios unitarios se detallan en el Anexo C.

Tabla 4: Presupuesto general vivienda de albañilería. Elaboración propia.

3.4. Comparación de costos

3.4.1. Construcción

Los presupuestos arrojaron cantidades notoriamente diferentes, siendo la vivienda modular la que posee un menor costo asociado, puesto que considerando obras previas, obra gruesa y terminaciones, se tiene un valor de \$30.516.733, que corresponde a un 75% del costo de la vivienda de albañilería.

Comenzando con el análisis de las obras preliminares, la vivienda modular, se lleva aproximadamente un 22% de su costo total, correspondiente a \$6.850.000, mientras que en la tradicional este ítem solo equivale a un 1% del presupuesto con un valor de \$386.470. Esta gran diferencia se debe a que el valor e instalación de los contenedores es muy alto en comparación a las otras partidas consideradas.

En obra gruesa, a diferencia del ítem anterior, la primera vivienda tiene asociado un costo de solo \$3.795.516, que es cercano a un 12% del total, en cambio, los costos de la segunda vivienda se disparan a \$22.078.070, siendo casi un 54% del monto considerado para su construcción. Las partidas con mayor incidencia en esta última y que por ende, marcan una considerable diferencia en el precio, son: albañilería, losa y techumbre, siendo todas ellas exclusivas de este presupuesto, puesto que no son necesarias en una vivienda conformada por contenedores.

El mayor costo de la vivienda con contenedores, se concentra en terminaciones, con un 49% del presupuesto, en cambio, en la de albañilería, este valor corresponde a un 45% del total, sin embargo, este último porcentaje equivale a una mayor cantidad de dinero.

Por otra parte, el sistema fotovoltaico, se dimensionó en base a una demanda mensual de 340 [kWh] en los meses de mayor consumo, lo cual, considerando un valor aproximado de \$120 por [kWh] (<http://www.electroconsultores.cl>), entrega un valor de \$40.800 mensuales, solo por concepto de energía consumida, sin contar otros aspectos como la administración del servicio, la coordinación y transporte de electricidad y el arriendo del medidor. Agregando estos últimos al valor de la boleta de electricidad, se tendrá en cuenta un valor aproximado de \$45.000.

Debido a que en todos los meses no existe el mismo consumo, se dividirá el año en dos cuentas: 6 meses de menor consumo con un valor aproximado de \$35.000 y otros 6 meses con un consumo de \$45.000, lo que entrega un gasto anual de \$480.000 en electricidad. Considerando que el sistema fotovoltaico completo, posee un valor de \$4.900.000, se puede estimar que la inversión será recuperada en 10 años aproximadamente, sin considerar la posibilidad de inyectar energía a la red, es decir, vender los excedentes a la compañía de energía eléctrica a un precio definido, según lo indicado en la Ley 20.571, la cual promueve la autogeneración de energía en base a ERNC. Esta se encuentra más en detalle en el Anexo D.

3.4.2. Mantenición

En la vivienda sustentable, los contenedores están fabricados bajo la norma regulatorio ISO, esto implica, que son elaborados con acero Corten, cuya composición química permite que no se vea afectado por la corrosión atmosférica y al mismo tiempo, mantiene sus propiedades mecánicas. Sin embargo, para aumentar su vida útil, es necesario aplicar periódicamente una pintura epóxica o anticorrosiva, que además de darle un buen aspecto al exterior, permite mantener el contenedor en buen estado.

El MINVU ha desarrollado el “Manual de Mantenición de la Vivienda” con el propósito de entregar al propietario de una vivienda, las recomendaciones que prolonguen la vida útil de esta. En este manual se abarcan sugerencias de uso y mantenimiento que van desde las fundaciones e instalaciones, hasta el uso eficiente de la energía. Dentro de estas medidas, se destacan las siguientes:

- Pisos: En lo que se refiere a cimientos, sobrecimientos, radieres y pavimentos, es importante que estas estructuras se aíslen de la humedad, para ello, se requiere por ejemplo, mantener en buen estado los revestimientos, tanto interiores como exteriores. Se deben evitar las sobrecargas y cambios de pendiente de terrenos aledaños que provoquen zonas de acumulación de aguas lluvia en lugares no deseados y/o poco favorables.
- Muros y tabiques: Impermeabilizar los muros exteriores cada dos años para mantener los efectos del producto aplicado.
- Puertas y ventanas: Chequear una vez al año los sellos de los marcos de puertas y ventanas para evitar infiltraciones de aire y humedad. Para puertas y ventanas de madera usar barniz periódicamente, esto es, cada 2 años. Cuando se trate de marcos de acero, se debe tratar la corrosión limpiando en primer lugar las manchas de óxido, luego aplicando anticorrosivo y finalmente, utilizar esmalte.
- Cielos falsos y rasos: Zonas húmedas, como baños y cocinas, deben ser ventiladas para disminuir los efectos negativos de la humedad en ellos. Verificar además, si existe la presencia de grietas.
- Techumbres: Comprobar el estado de la estructura de techumbre, cubierta y hojalatería anualmente antes de que llegue el invierno. Se debe revisar si existen fisuras en la cubierta, si las fijaciones están firmes y todo elemento que pueda ser un riesgo y origine infiltraciones. Además, limpiar las canaletas y bajadas de aguas lluvia para evitar obstrucciones en el paso de las aguas.

Un mantenimiento adecuado y periódico, aumentará la vida útil y mejorará la imagen de la vivienda, reducirá los costos de posibles reparaciones futuras y le entregará mayor bienestar a sus usuarios.

A continuación, se detalla un calendario de mantención que aconseja los períodos más idóneos para la realización de las distintas actividades de conservación.

- Cerámicas rotas o desprendidas.
- Fisuras en muros y tabiques que denoten un riesgo estructural para la vivienda.
- Deterioro de sellos perimetrales de puertas y ventanas.
- Fisuras en cielos rasos y cielos falsos

Lo mencionado anteriormente aplica también para viviendas con contenedores que posean dichos elementos. Sin embargo, se pueden agregar reparaciones específicas para este tipo de edificaciones, como lo son las juntas y sellado, en los cuales se debe poner especial énfasis, puesto que las infiltraciones de agua y humedad son críticas para una estructura metálica. Afortunadamente, estas fallas son sencillas y económicas de reparar.

Otro problema es la corrosión, especialmente si la vivienda se encuentra en regiones costeras con altos índices de salinidad o lluviosas. Por ende se debe tener cuidado con las zonas oxidadas y repararlas lo antes posible antes que la superficie dañada aumente. También pueden existir agujeros que requieran parches u otras fallas relacionadas principalmente con soldaduras.

Finalmente, los costos de reparación, al igual que los de mantención, se estimarán en base a un porcentaje del costo total del presupuesto obtenido. Se estimará un 0,5% de los costos evaluados por año para cada vivienda, siendo \$ 152.584 el valor correspondiente a aquella con contenedores y \$203.389 para la tradicional. Cabe mencionar que, estos valores son referenciales y podrían no ser totalmente acertados.

3.5. Comentarios

La mayor diferencia de valores se da en la obra gruesa, ya que es durante esta etapa, en la cual se presentan más cambios. El hecho de reemplazar la estructura principal y simplificarla de cierta manera al emplear materiales prefabricados, en este caso, contenedores, tiene un gran impacto en el ámbito económico, permitiendo ahorrar no solo recursos, sino también mano de obra y aumentar la velocidad de ejecución.

Los costos de terminaciones son similares, puesto que las partidas son prácticamente idénticas, salvo la pintura exterior y el cielo falso. Lo que demuestra, que un contenedor puede ser acondicionado tal como una vivienda tradicional e incluso, a un menor costo.

Se debe considerar además, que la vivienda modular es más económica, pese a que incluye la instalación de un sistema fotovoltaico que permite abastecer una demanda relativamente alta de energía eléctrica y la mayor eficiencia energética que posee al usar materiales de mejor calidad.

Es importante mencionar que, la aislación es fundamental para mantener la temperatura de confort al interior de la vivienda; a medida que la eficiencia energética es mayor, menor será el uso de elementos de calefacción, lo que resultará además, en un ahorro para la familia por concepto de demanda energética. En este caso, la vivienda modular posee aislante natural en cielos y tabiques, el cual debido a su valor y propiedades, descritas en las tablas N°1 y N°2, es una perfecta alternativa para los aislantes convencionales.

Capítulo 4: Ventajas y desventajas de la implementación de contenedores y sistema fotovoltaico en una vivienda

4.1. Ámbito económico

Es sabido que los costos de una vivienda en Chile son elevados y no todas las familias tienen acceso a una casa propia. Es por ello que los contenedores y otros materiales reciclados son una buena alternativa ante métodos tradicionales. Al ser un sistema de rápida ejecución, se permite ahorrar en mano de obra, lo que puede significar reducciones de costos importantes, a medida que aumente el conjunto de viviendas. Por otro lado, se pueden disminuir los costos asociados a otras partidas, como por ejemplo, fundaciones, ya que una vivienda con contenedores muchas veces no las requiere y de ser así, son mucho más simples que en una vivienda tradicional.

En cuanto al sistema de paneles fotovoltaicos, dependiendo del consumo y el conocimiento sobre su utilización, permite reducir en gran parte el gasto asociado a energía eléctrica. Por otro lado, además de producir la energía suficiente para el consumo, es posible vender la potencia sobrante a la red nacional, lo que además genera ingresos extra al usuario. Un inconveniente es la gran inversión inicial que implica la instalación de los paneles, sin embargo, esta se recupera en un mediano plazo.

4.2. Ámbito medioambiental

Reciclar contenedores permite reducir la huella que deja el proceso de fabricación de un nuevo material en el ecosistema. En general, estos contenedores pese a estar dados de baja cumplen con los requisitos estructurales y condiciones aptas para ser utilizados como estructura soportante base. Un aspecto negativo en este sentido, es que si bien se recicla acero, la cantidad de este que está presente en un contenedor, es mucho mayor a la que se necesitaría para construir una vivienda tradicional.

Otro tema poco favorable para la sustentabilidad, es la deficiente capacidad aislante que posee un contenedor, ya que requiere de un sistema complementario que permita reducir las pérdidas de energía lo que implica un mayor gasto de materiales que muchas veces no son amigables con el medio ambiente. Sin embargo, tal como se vio en la vivienda analizada anteriormente, es posible encontrar soluciones de menor impacto al entorno.

A continuación, se presenta un estudio (Willem, 2013) en el cual se compara el impacto medioambiental generado por la construcción de una vivienda tradicional y otra compuesta por contenedores con una superficie de 40 [m²] cada una. Este es un análisis referencial, con el cual se busca mostrar a través de un caso similar al evaluado en esta memoria de título, los efectos ambientales asociados a dos edificaciones.

Los principales elementos de construcción considerados para la vivienda tradicional son los siguientes:

- Fundaciones: Son corridas, de hormigón y con refuerzos de acero.
- Losas de piso: Se construye con hormigón y su refuerzo de acero respectivo.
- Muros exteriores: Compuestos por ladrillos y enlucidos.
- Muros interiores: A diferencia de los exteriores, no se enlucen.
- Cielo y aislación térmica: Los cielos van cubiertos con yeso, mientras que la aislación considera lana mineral.
- Techumbre y cubierta: Consiste en cerchas de maderas, cepilladas y secas. La cubierta está formada por tejas.
- Transporte.

Además, se estima tiempo de evaluación es de un año, una distancia de transporte de materiales, desde el proveedor hasta la obra, de 50 [km] y cuatro categorías de análisis; huella de carbono, potencial de acidificación, agotamiento de recursos, generación de residuos. En seguida, se muestran los gráficos que muestran los resultados comparativos de cada categoría.

A diferencia de la anterior, la vivienda de contenedores no contemplará todos los elementos vistos anteriormente y tendrá algunas modificaciones:

- Fundaciones: Se construyen tal como en una vivienda tradicional.
- Losas de piso y relleno: Entre cada contenedor se aplica una capa de hormigón en combinación con paneles EPS (poliestireno expandido) y malla de refuerzo.
- Entrega y levantamiento de contenedores: Incluye transporte.
- Aislación y muros interiores: Muros aislados con paneles EPS
- Techumbre y cubierta: Consiste en un sistema mixto, que incluye apoyos de acero con cerchas de madera, muy similar al tradicional y cubierto con planchas galvanizadas.

En el gráfico N°5, se presentan los valores de la huella de carbono de la vivienda tradicional, que destaca por tener gran impacto en lo que se refiere a las partidas relacionadas con cantidades significativas de hormigón, como fundaciones y losa, transporte y revestimiento de muros. De igual manera, en el gráfico N°6, destaca el alto nivel de CO₂ generado por las losas de piso y fundaciones.

En relación al potencial de acidificación, tanto en el gráfico N°7 como en el N°8, se aprecian altos valores para estructura de techumbre. En la vivienda tradicional destaca el ítem de transporte y en la de contenedores, la entrega y levantamiento de estos.

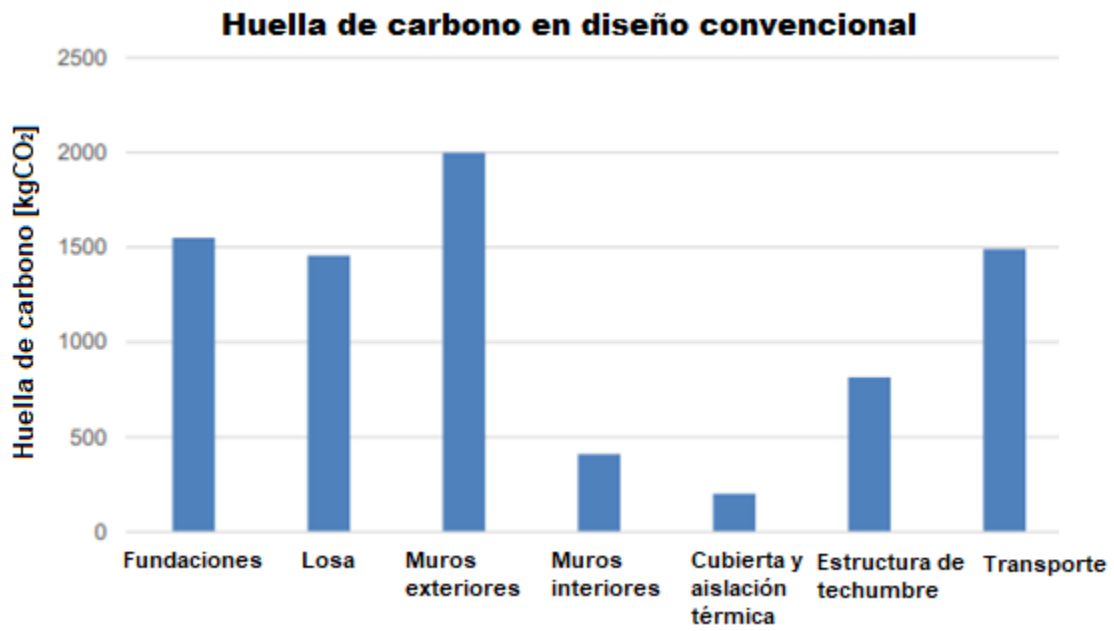


Gráfico 5: Huella de carbono en vivienda tradicional. (Willem, 2013)

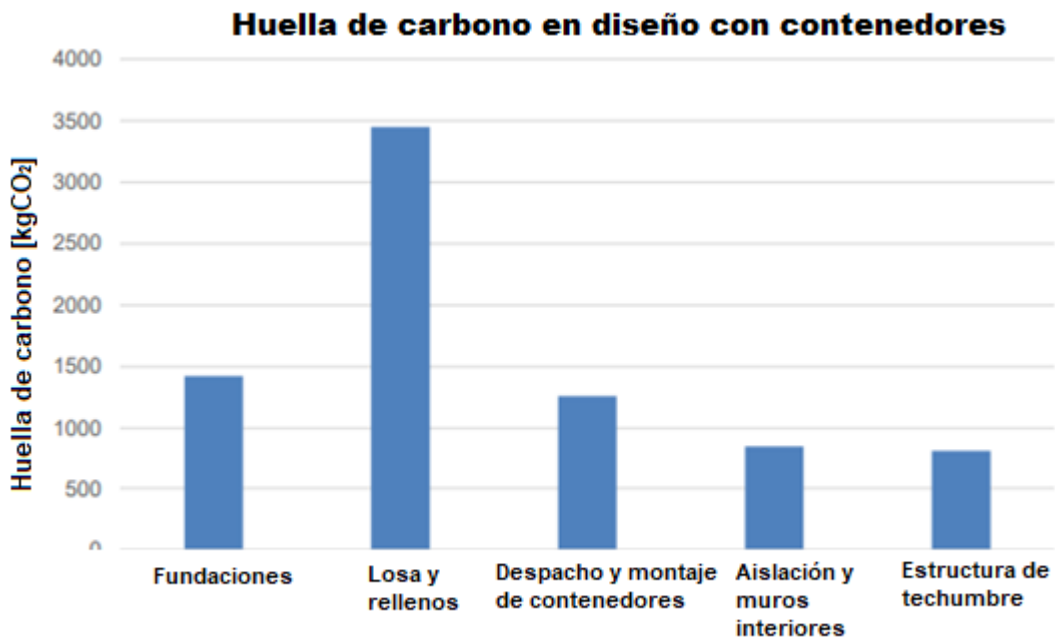


Gráfico 6: Huella de carbono en vivienda con contenedores. (Willem, 2013)

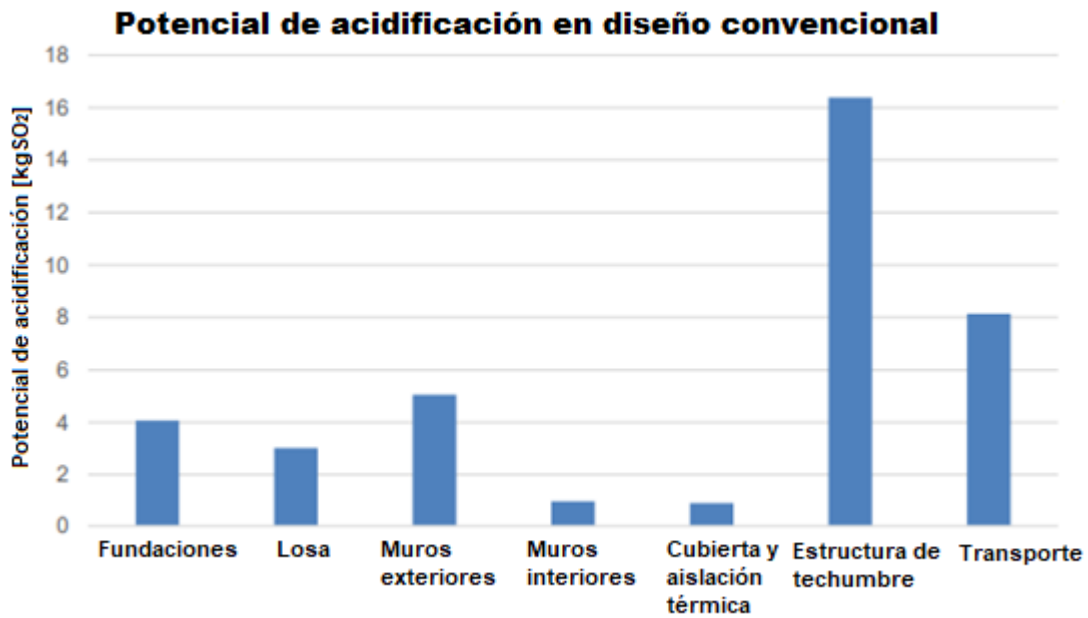


Gráfico 7: Potencial de acidificación en vivienda tradicional. (Willem, 2013)

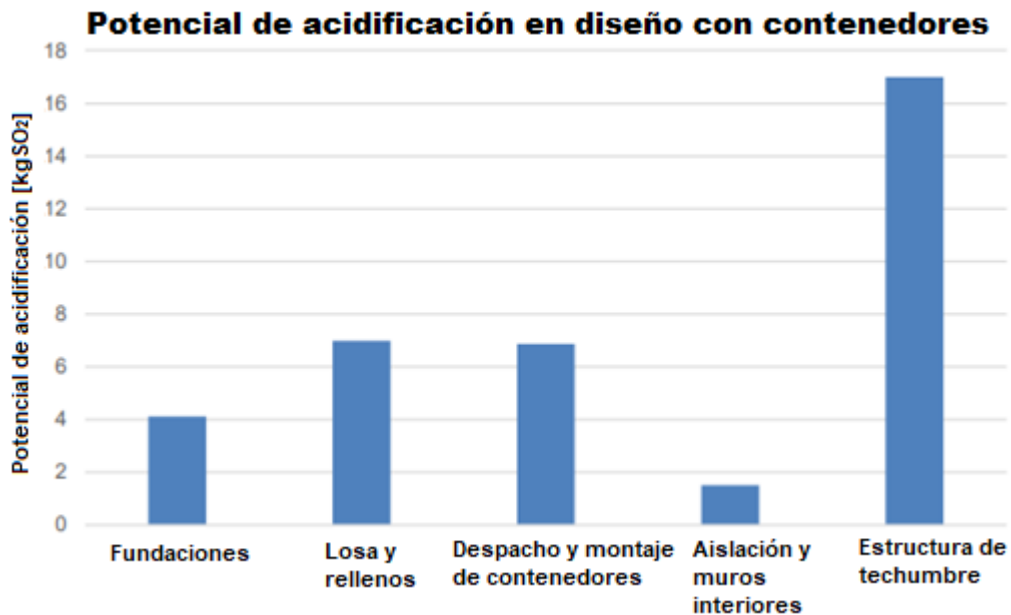


Gráfico 8: Potencial de acidificación en vivienda con contenedores (Willem, 2013)

En el agotamiento de recursos, señalado en los gráficos N°9 y N°10, lo más perjudicial es el transporte para el diseño tradicional, a diferencia los contenedores en que las losas y rellenos tienen un mayor impacto.

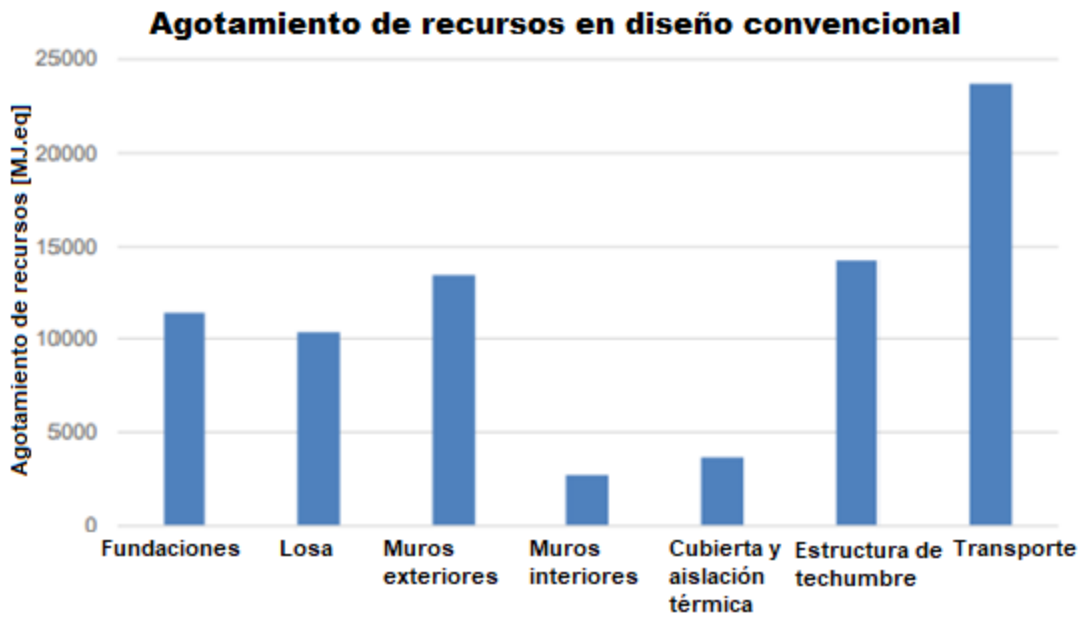


Gráfico 9: Agotamiento de recursos en vivienda tradicional. (Willem, 2013)

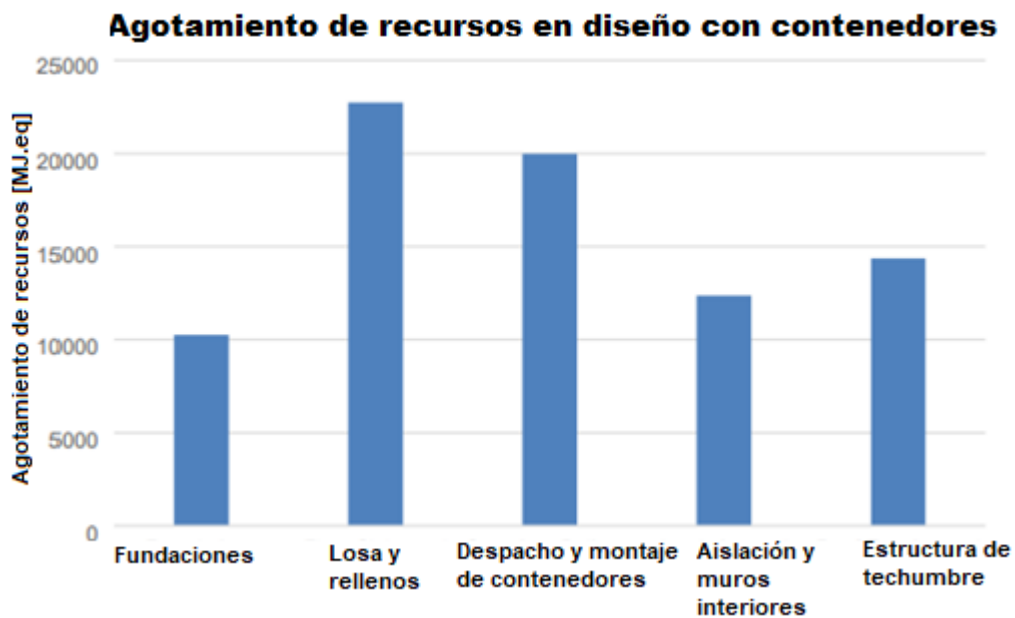


Gráfico 10: Agotamiento de recursos en vivienda con contenedores. (Willem, 2013)

En relación a la generación de residuos, representada en los gráficos N°11 y N°12, los valores más altos para la vivienda tradicional están en los muros exteriores, mientras que cuando se usan contenedores el mayor impacto está presente en losas. En este último caso, los kilos de residuos generados se reducen en gran cantidad, puesto que la estructura principal es reciclada.

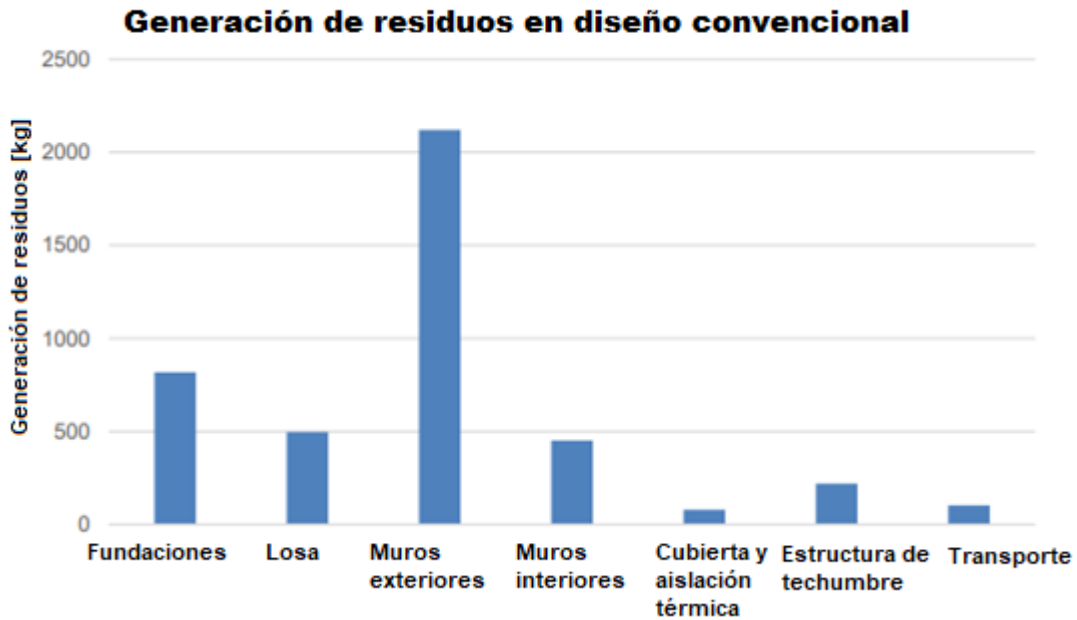


Gráfico 11: Generación de residuos en vivienda tradicional. (Willem, 2013)

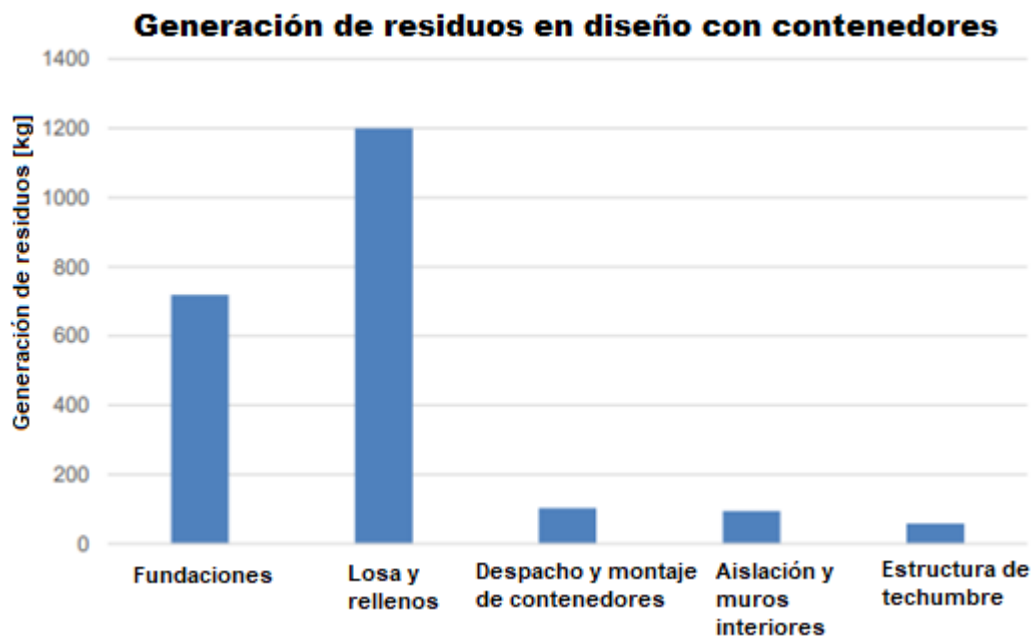


Gráfico 12: Generación de residuos en vivienda con contenedores. (Willem, 2013)

Finalmente, en las tablas N° 5 y N°6, se presentan los resúmenes del impacto total de cada tipo de vivienda. Estos valores son referenciales y permiten identificar aquellos elementos de construcción y tipologías constructivas que más afectan al entorno.

Tabla 5: Resumen impacto medioambiental de una vivienda tradicional. (Willem, 2013)

Impacto	Cantidad total	Unidad
Huella de carbono	7922.77	kgCO ₂
Pot. acidificación	38.48	kgSO ₂
Agotamiento de recursos	79501.37	MJ.eq
Generación de residuos	4291.88	kg

Tabla 6: Resumen impacto medioambiental de una vivienda con contenedores. (Willem, 2013)

Impacto	Cantidad total	Unidad
Huella de carbono	7798.016	kgCO ₂
Pot. acidificación	36.49844	kgSO ₂
Agotamiento de recursos	79693.18	MJ.eq
Generación de residuos	2172.804	kg

En relación a las energías limpias, estas son la solución más adecuada frente a la creciente demanda energética del país. La energía solar no es la excepción y destaca por ser amigable con el entorno, ya que no produce emisiones de gases contaminantes. No obstante, durante el proceso de fabricación de los paneles fotovoltaicos se genera un impacto en el medio ambiente que también debe ser considerado. Además, hablando en términos más generales, las plantas solares requieren de una gran extensión de terreno para instalar los paneles y el equipo requerido, lo que claramente se vuelve un problema visual y agresivo cuando se trata de ecosistemas más sensibles.

4.3. **Ámbito social**

Una construcción sustentable debe considerar además el aspecto social, en este caso es una vivienda particular pero que tras algunas simplificaciones, puede proyectarse como vivienda social o de emergencia. Si bien, esta última posibilidad de implementar una vivienda temporal con contenedores, dependerá del tipo de desastre y de un análisis detallado de la situación de emergencia. La rapidez en el proceso de instalación y construcción, será un factor determinante para el proceso de reconstrucción de viviendas tras catástrofes. En estos momentos, nuestro país no tiene una vivienda de emergencia de calidad; la mediagua es una solución pobre y que no posee condiciones de habitabilidad suficientes. Con las modificaciones y estudios correspondientes, los contenedores pueden llegar a convertirse en ser un recurso óptimo.

Lo primordial en estas edificaciones es buscar el bienestar de sus propietarios y quienes habiten en la vivienda, esto es, mediante una construcción adecuada, asegurar la calidad de vida de las personas y velar por la salud de la comunidad, por ende, los beneficios están a la vista.

4.4. Eficiencia energética

Respecto al uso de contenedores, estos no son realmente eficientes energéticamente, puesto que requieren de un sistema de aislación adicional, no obstante, una vez que se acondiciona correctamente, al igual que otros materiales, puede tener elevados valores de aislación térmica.

Por otro lado, en relación a la fuente de energía principal, el sol, es una fuente inagotable por lo que no habrá problemas respecto a su disponibilidad, siendo un recurso ilimitado. Otro aspecto positivo, es que el uso de paneles fotovoltaicos disminuye la dependencia energética que actualmente existe en nuestro país, ya que se puede producir energía a nivel local en lugar de importarla.

En términos de suministro de energía solar, una desventaja indiscutible es el aprovechamiento de esta, ya que la radiación varía según la época del año y a lo largo del día. Al mismo tiempo, se debe considerar el ángulo de incidencia de los rayos solares, que afectará directamente en la eficiencia del sistema fotovoltaico. Además, es importante considerar que al no ser una tecnología de implementación masiva, si se quiere tener eficiencia, es necesario contar con profesionales idóneos para su diseño e instalación.

4.5. Otros aspectos

En el sentido estructural, se debe mencionar el problema de hacer los vanos correspondientes a puertas y ventanas en los contenedores puesto que al considerar estas aberturas, la capacidad estructural disminuye y es necesario agregar refuerzos. Por otra parte, está la resistencia del techo, que en casos de nieve, por ejemplo, requerirá de una estructura adicional para soportar la carga que esta conlleva. Sin embargo, añadir nuevos refuerzos o elementos a la estructura es sencillo debido a cómo esta se encuentra conformada.

Desde otro punto de vista, el uso de contenedores como la estructura base de una vivienda, ha permitido el diseño de numerosas tipologías constructivas, entregando flexibilidad y versatilidad al proyecto. Según la disposición de los módulos, es posible adecuarse a terrenos de diferentes formas y tamaños, proporcionando la creación de nuevos espacios según se requiera, además de generar espacios como terrazas y balcones sin la necesidad de un gran diseño, y que pueden resultar más sencillos de construir en comparación a una vivienda de albañilería. Igualmente, se pueden ocupar tantos como se necesite y al ser de fácil montaje e instalación, permite un proceso de construcción eficiente.

Contrario a lo que muchas veces se piensa, una construcción de contenedores tiene incontables posibilidades de diseño interior, pudiendo alcanzar terminaciones sofisticadas y de alta calidad. Asimismo, si así se requiere, un contenedor puede ser habitable con acondicionamientos mínimos de aislamiento y climatización, esto, no obstante, no asegurará una adecuada aislación. Es por lo anterior, que se puede garantizar como una solución constructiva altamente adaptable a cualquier exigencia, convirtiéndola en una opción de gran plusvalía en el mercado.

El transporte de contenedores puede resultar caro si no se vive cerca de una ciudad portuaria, porque lo que es importante tener en cuenta la ubicación del proyecto antes de decidir si esta será la opción más adecuada en lo económico y logístico.

En cuanto al uso de energías limpias en la vivienda en estudio, destaca el sistema fotovoltaico. Este es una alternativa cada vez mejor evaluada por el consumidor, ya que conlleva un ahorro en el consumo de energía, implicando menores costos. Además, en viviendas que se encuentran tan alejadas de la red eléctrica, es la mejor solución de abastecimiento, por lo que hace posible el suministro de energía incluso en los sitios más complejos.

En lo que se refiere a innovación y competitividad, no hay desventajas concretas, sino más bien limitaciones, como por ejemplo la legislación, que en estos momentos en Chile, está todavía bastante inconclusa y que dificulta el fomento de materiales reciclados o energías limpias y además, la poca difusión y baja popularidad de este tipo de viviendas entre gran parte de la población.

Capítulo 5: Políticas medioambientales en Chile

5.1. Aspectos Generales

Para diseñar y aplicar las diferentes políticas basadas en la sustentabilidad es necesario considerar por ejemplo, las características de la zona a evaluar y el patrón de construcción empleado, por lo que la legislación dependerá de cada país.

En Chile, durante el año 2012 el Ministerio de Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo junto con el de Energía y Medio Ambiente, firmaron un convenio con el compromiso de hacer posible la construcción sustentable a nivel nacional. Por otro lado, ese mismo año, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo formó la Secretaría Ejecutiva de Construcción Sustentable (SECS), encargada no solo de coordinar los planes de trabajo ambientales en construcción, sino también de los sociales y económicos.

Luego, el año 2013, se lanza el ‘‘Programa de Innovación para el Desarrollo de una industria de la Construcción sustentable’’ del cual forman parte CORFO y la Cámara Chilena de la Construcción. Este programa, tiene como finalidad la realización de proyectos con gran potencial pero que por diversos motivos no se han podido llevar a cabo.

Las iniciativas que se han logrado desarrollar de parte del Gobierno entre los años 2012 y 2016, se pueden resumir en los principales hitos descritos a continuación.

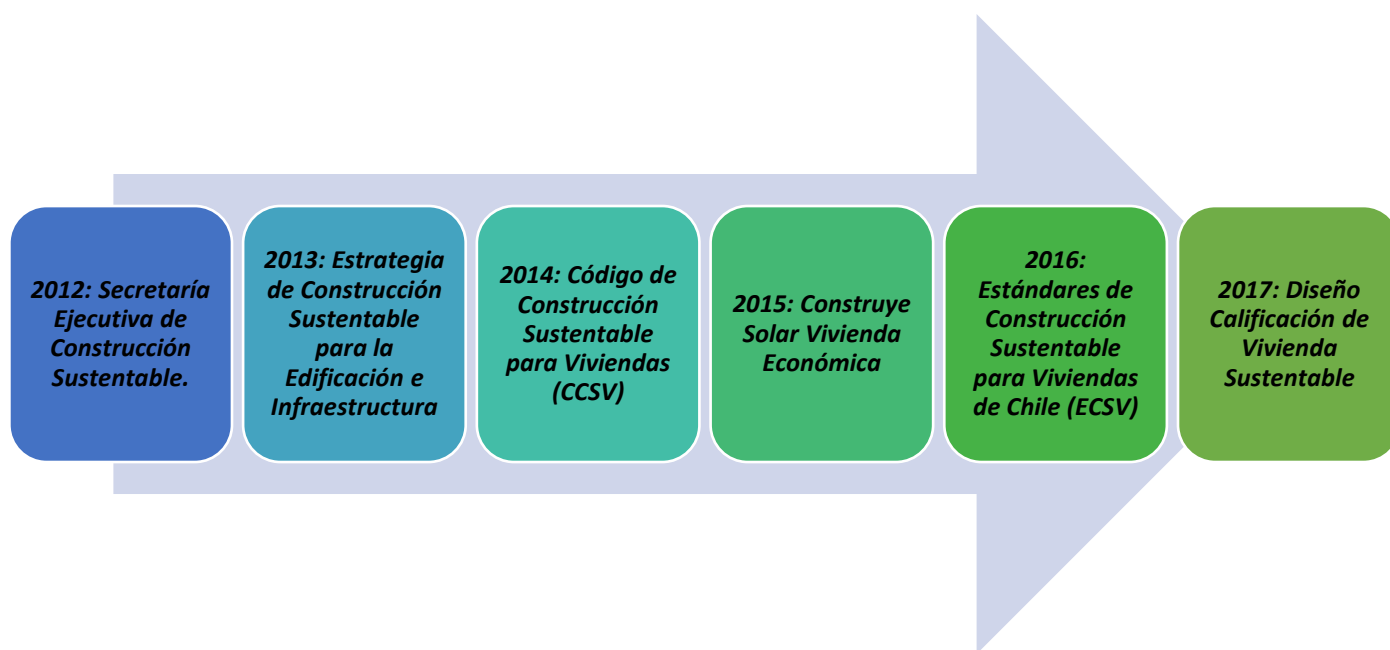


Figura 4: Diagrama cronológico de iniciativas sustentables en Chile. Elaboración propia.

Si bien es cierto que existe una evolución de las iniciativas sustentables, a lo largo de los años, pese al progreso alcanzado, la situación a nivel país es compleja y queda todavía un gran camino para lograr llegar a un plan definitivo.

5.2. Gestión ambiental

5.2.1. Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)

Este instrumento permite evaluar el impacto ambiental de los proyectos con el propósito de asegurar la protección y conservación del entorno. Adicionalmente, obliga el cumplimiento de ciertas medidas por parte de los ejecutores del proyecto. La normativa general del SEIA contempla lo siguiente:

- Ley N° 19.300, Sobre Bases Generales del Medio Ambiente.
- Ley N° 20.417, que Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación y la Superintendencia del Medio Ambiente.
- Ley N° 19.880, sobre Bases de los Procedimientos Administrativos que rigen los Actos de los Órganos de la Administración del Estado.
- DFL N° 1-19.653, Fija Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley N° 18.575, Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado.
- D.S. N° 95, de 2001, de MINSEGPRES, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- D.S. N° 40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

5.2.2. ISO 14000

La norma ISO 14000, corresponde a una serie de estándares internacionalmente aceptados que establecen el procedimiento para implantar un correcto Sistema de Gestión Ambiental (SGA). De esta manera, su objetivo es mantener la rentabilidad de la empresa que la aplica y a su vez, reducir los impactos al entorno.

La norma está compuesta por los siguientes elementos:

- 14001: Sistemas de Gestión Ambiental – Guía para su uso.
- 14004: Directrices generales concernientes a principios, sistemas y técnicas de aplicación.
- 14010: Directrices para auditoría ambiental. Principios generales.
- 14011: Procedimientos de auditorías.
- 14012: Criterios de calificación para los auditores ambientales.
- 14031: Evaluación de desempeño ambiental.
- 14040: Análisis de ciclo de vida.
- 14050: Términos y condiciones.

Dentro de las ventajas de la aplicación de la ISO 14000, se puede mencionar que le otorga mayor plusvalía a los productos en los cuales se aplica y que reduce el impacto de las actividades productivas en el medio ambiente.

5.2.3. Acuerdos de Producción Limpia (APL)

“La producción limpia es una estrategia de gestión productiva y ambiental que nos permite combinar la preocupación por el entorno, la comunidad y el desarrollo sustentable” (Consejo Nacional de Producción Limpia 2015).

Esta estrategia busca aumentar la eficiencia y la productividad, pero sin aumentar el costo de los procesos productivos, reduciendo a la vez, las emisiones y gestionando de manera adecuada los residuos.

Se han desarrollado cuatro Normas Chilenas Oficiales que buscan ser una guía para la implementación y el cumplimiento de los APL.

- NCh2796 Of2003 sobre "Vocabulario" aplicado a este Sistema de Certificación. Como su nombre lo indica, contiene las definiciones relacionadas con los APL.
- NCh2797.Of2009 "Acuerdos de Producción Limpia (APL) - Especificaciones". Se establecen los principios y objetivos de la estrategia, responsabilidades de los involucrados, entre otros.
- NCh2807.Of2009 "Acuerdos de Producción Limpia (APL) - Diagnóstico, Seguimiento y Control, Evaluación final y Certificación de cumplimiento". Define el procedimiento a seguir en las distintas etapas necesarias para obtener la certificación del cumplimiento de un APL.
- NCh2825 sobre "Requisitos para los auditores de evaluación final". Detalla los requisitos que un auditor que evalúa el cumplimiento de un APL, debe satisfacer.

5.3. Certificaciones

Actualmente, en nuestro país no se cuenta con certificaciones obligatorias, solo voluntarias, no obstante, el MINVU ha manifestado su interés en modificar esta situación y exigir estas herramientas en un futuro cercano a todas las empresas constructoras.

Existen distintas clases de certificados, algunos estarán más enfocados en velar por construcciones con menores emisiones de GEI, mientras que otros privilegiarán la eficiencia energética. Además, cada uno tendrá diferentes sistemas de clasificación y categorías de evaluación, acorde a sus objetivos. A continuación, se describirán las principales certificaciones de sustentabilidad aplicadas actualmente en Chile, las cuales se distinguen entre sí por la cantidad de criterios que abarcan, siendo las dos primeras de una sola categoría, mientras que las otras, evalúan más de una condición.

5.3.1. Calificación Energética de Viviendas (CEV)

Esta certificación, que ha sido desarrollado a nivel local y ha sido implementada por el MINVU y el Ministerio de Energía, está orientada a evaluar la eficiencia energética de edificios residenciales nuevos (posterior a 2007) en su etapa de uso.

La CEV es voluntaria y considera requerimientos para calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria. Hasta el 2015, según cifras del Green Building Council se habían evaluado 11.030 viviendas, de las cuales 9.491 correspondían a viviendas sociales y 1569 a privadas.

Esta calificación consiste en un etiquetado, similar al de electrodomésticos, que va desde la letra A hasta la G, siendo la A la más eficiente. Además se esquematiza con colores con el propósito de hacer más comprensible su lectura para los consumidores. Actualmente, el estándar de construcción se encuentra en la letra E, que queda establecido en el artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC). En la tabla N°7, es posible identificar los rangos de ahorro en cuanto a la demanda energética de calefacción, según la calificación otorgada. A su vez, en la figura N°5 se puede observar el etiquetado y como cada letra tiene asignado un porcentaje de ahorro

Tabla 7: Rangos de ahorro de consumo. Guía desarrollo sustentable de proyectos inmobiliarios, 2015.

TIPO DE VIVIENDA	AHORROS
 Vivienda Letra A	Una vivienda calificada con letra A puede alcanzar ahorros entre un 100% y un 70% respecto de la vivienda de referencia.
 Vivienda Letra B	Una vivienda calificada con letra B puede alcanzar ahorros entre un 70% y un 56% respecto de la vivienda base.
 Vivienda Letra C	Una vivienda calificada con letra C puede alcanzar ahorros entre un 55% y un 41% respecto de la vivienda base.
 Vivienda Letra D	Una vivienda calificada con letra D puede alcanzar ahorros entre un 40% y un 21% respecto de la vivienda base.
 Vivienda Letra E	Exigencia actual establecida en la OGUC a partir del año 2007 deben cumplir todas las viviendas que se construyen en nuestro país. Una vivienda calificada con letra E puede alcanzar ahorros de un 20% y hasta un sobreconsumo de un 9% respecto de la vivienda base.
 Vivienda Letra F	Una vivienda calificada con letra F puede alcanzar un sobreconsumo entre un 10% y un 34% respecto de la vivienda base.
 Vivienda Letra G	Una vivienda calificada con letra G puede alcanzar un sobreconsumo entre un 35% y más respecto de la vivienda base.

ESCALA DE CALIFICACIÓN CEV



Figura 5: Calificación Energética de Vivienda. EE Chile.

Para el proceso de calificación, se consideran dos etiquetas:

- Precalificación: Enfocada a proyectos de arquitectura, de carácter provisorio y con validez hasta la recepción municipal definitiva. Abarca aislación de envolvente, orientación, entre otros.
- Calificación: Contempla además de la arquitectura, los equipos y el tipo de energía, dirigida a la eficiencia energética general. Es la evaluación definitiva y tiene una duración de 10 años siempre y cuando no existan cambios que modifiquen las condiciones para las cuales se evaluó la vivienda.

5.3.2. Passivhaus

Passivhaus es un estándar de origen alemán que busca el confort térmico, una mejor calidad del aire interior, aislación de primera categoría (infiltraciones mínimas) y la reducción del uso de climatización en edificaciones residenciales y no residenciales. Es voluntario como todas las certificaciones vigentes y el proceso de calificación se realiza en alemán.

“Una casa pasiva es una edificación en la que el confort térmico se garantiza solo por calentamiento o refrigeración del flujo de aire, de acuerdo al volumen de intercambio requerido para la calidad del aire interior sin utilizar ayuda adicional al aire recirculado” (Feist, 2005).

Con Passivhaus el consumo energético se reduce hasta en un 80% en comparación con una construcción convencional (Passivhaus Chile, 2015). Los requisitos que se deben cumplir para que una edificación sea considerada con el estándar Passivhaus son los siguientes:

- Demanda para calefacción: No debe ser mayor a 15 [kWh/m²año] o 10 [W/m²].
- Demanda refrigeración: No debe ser mayor a 15 [kWh/m²año] o 10 [W/m²].
- Hermeticidad: El límite de infiltraciones será menor a 0,6/h a una presión de 50 [Pa].

- Demanda de energía primaria: El consumo de energía para todos los sistemas debe ser inferior a 120 [kWh/m²año].
- Confort térmico: En invierno y verano solo un 10% de las horas pueden superar los 25[°C].

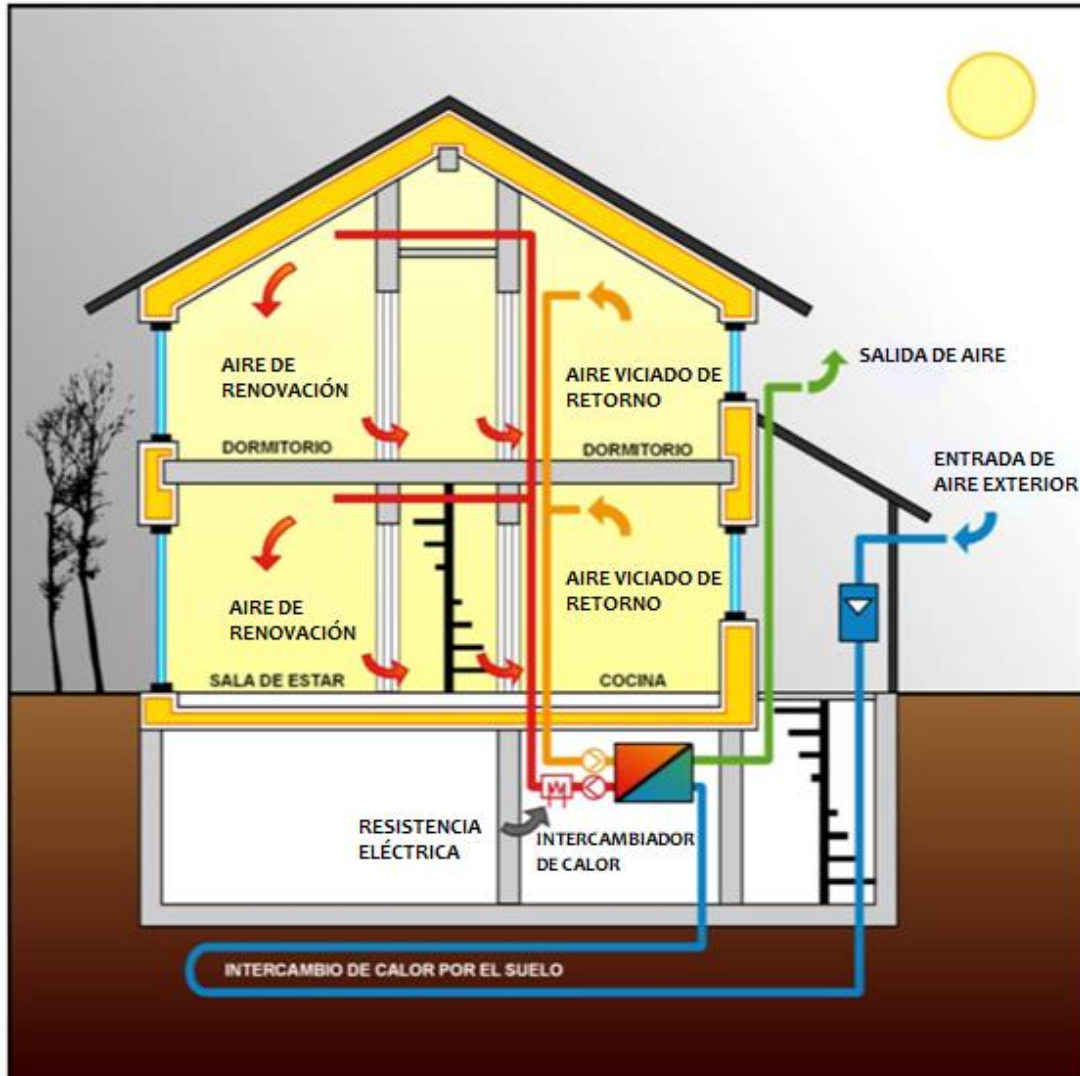


Figura 6: Ejemplo de vivienda bajo estándar Passivhaus. Eficiencia Energética Chile.

5.3.3. LEED

Este sistema de certificación, creado en el año 2000, quiere decir Liderazgo en Energía y Diseño Medioambiental al traducirlo al español (Leadership in Energy and Environmental Design) y se caracteriza por ser de carácter voluntario y evaluar el impacto ambiental de edificaciones tanto residenciales como no residenciales.

LEED posee cuatro niveles de certificación según la escala de puntaje alcanzado, los cuales corresponden a Certificado, Plata, Oro y Platino. Estas categorías se muestran a continuación en la figura N°7.



Figura 7: Niveles de certificación LEED. Eficiencia Energética Chile.

Por otra parte, las categorías de intervención son:

1. Proceso de Diseño Integrado: Promueve un trabajo colaborativo y la aplicación de estrategias sustentables en todas las etapas del proyecto.
2. Locación y Transporte: Incentiva la construcción en zonas urbanas desarrolladas y con acceso a un transporte de calidad y los servicios necesarios.
3. Sitios Sustentables: Busca minimizar el impacto ambiental de las edificaciones en los diferentes ecosistemas.
4. Uso Eficiente del Agua: Fomenta la reducción del consumo de agua a través de su uso eficiente.
5. Energía y Atmósfera: Impulsa la eficiencia energética de la edificación y uso de energías limpias.
6. Materiales y Recursos: Promueve el uso de materiales sustentables y la reducción y gestión de desechos.
7. Calidad del Ambiente Interior: Aborda un ambiente más saludable, libre de contaminación, con acceso a la luz natural y con mayor confort térmico y acústico.
8. Innovación: Avala proyectos que destaquen por su originalidad, rendimiento y que vayan más allá de las categorías evaluadas.
9. Créditos de Prioridad Regional: Según la zona geográfica, se plantean las distintas prioridades ambientales.

Las categorías anteriormente descritas tienen una ponderación descrita a continuación

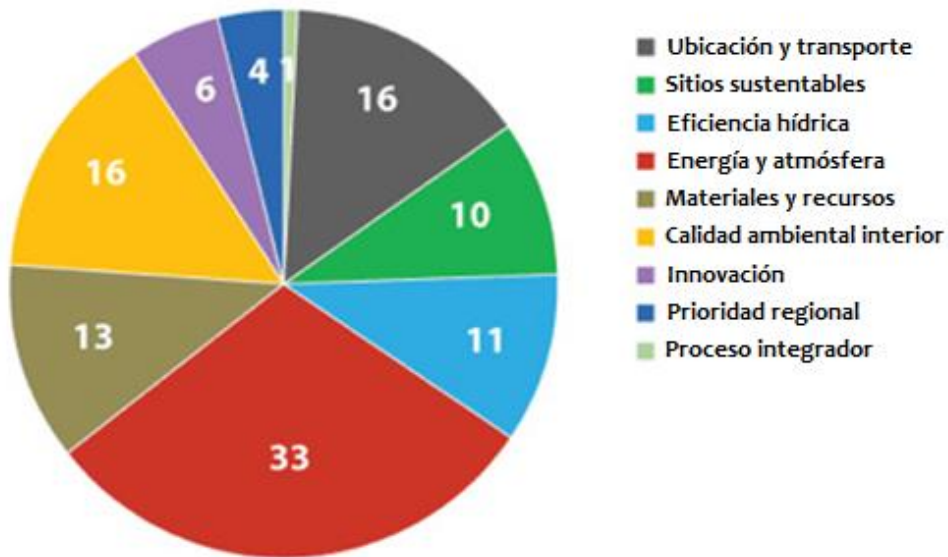


Gráfico 13: Ponderación de puntajes según categoría de evaluación. GBC Chile.

En cuanto al proceso de certificación, este se esquematiza en la figura N°8, el cual comienza con la elección y posterior registro del proyecto. A continuación, se asignan responsabilidades a los integrantes del equipo que presenta el proyecto y se debe entregar la documentación necesaria que se sube a la plataforma de LEED online. Luego se revisa el proyecto, tanto en su etapa de diseño como de construcción, en base a la modalidad de revisión seleccionada. Tras esta verificación, se decide si el proyecto cumple o no con los requisitos, esta decisión puede ser apelada.



Figura 8: Proceso de revisión LEED. Portal Verde Chile GBC.

En nuestro país, el número de proyectos LEED crece cada año, pasando de ser solo 3 en 2006 hasta llegar a 293 en mayo de 2015. Según las estadísticas del Green Building Council (GBC), un 37% de las edificaciones certificadas o en proceso de certificación se encuentra en Santiago. Además, Chile se posiciona como el séptimo país a nivel mundial con la mayor cantidad de estas edificaciones y el tercero a nivel latinoamericano.



Gráfico 14: Proyectos LEED registrados en Chile. CChC 2015.

5.3.4. Certificación Edificio Sustentable (CES)

Esta herramienta fue creada por el Instituto de la Construcción en conjunto con instituciones públicas y privadas, y tiene como objetivo evaluar, calificar y certificar el comportamiento ambiental de edificios de uso público (Anuario Chile GBC, 2014).

Para obtener la certificación, se deben cumplir ciertas variables, que se subdividen en requerimientos obligatorios y voluntarios, con un puntaje designado para cada uno de ellos. Las categorías de certificación son tres:

- Edificación Certificada: 30-54,5 puntos
- Certificación Destacada: 55-69,5 puntos
- Certificación Sobresaliente: 70-100 puntos

Además, en la CES se evalúan principalmente 5 aspectos temáticos:

1. Calidad de Ambiente Interior
2. Energía
3. Agua
4. Residuos
5. Gestión

Estas temáticas a su vez, se agrupan en cuatro categorías que son descritas en la Tabla N°8 y luego en la Figura N° 9, siendo esta última un poco más detallada ya que abarca también la estructura del proceso de certificación.

Tabla 8: Áreas temáticas de CES. Guía desarrollo sustentable de proyectos inmobiliarios, 2015.

TEMATICAS	CATEGORIAS QUE CONSIDERA	PUNTAJE (OFICINA Y SERVICIOS)
ARQUITECTURA	Calidad del ambiente interior Energía Agua Residuos	65,5
INSTALACIONES	Calidad del ambiente interior Energía Agua	34,5
CONSTRUCCIÓN	Residuos	1
GESTIÓN	Gestión de Operación y mantenimiento	4



Figura 9: Descripción general de CES. Portal Verde Chile GBC.

5.3. Desafíos e iniciativas futuras

Dentro de la mejora de las políticas energéticas, nace Energía 2050 en el año 2015, la cual tiene como objetivo velar por el futuro energético de Chile. Esta iniciativa tiene dentro de sus metas, para el año 2050, que los instrumentos de planificación y ordenamiento territoriales regionales y comunales sean coherentes con los lineamientos de la política energética. Esto implicará mayor inclusión territorial con una construcción mucho más participativa (E2050, 2015).

Adicionalmente, dentro de esta política energética, se ha establecido como compromiso, reducir en un 30% las emisiones de CO₂ al año 2030, mientras que para el año 2035, se busca aumentar en un 60% el uso de energías renovables. Además, se ha establecido como meta, que al año 2050, el 100% de las edificaciones sean construidas según el estándar OCDE, esto es, una construcción eficiente con un adecuado control y gestión de la energía utilizada en el proceso.

Energía 2050 contiene una serie de lineamientos establecidos, de los cuales se pueden destacar los siguientes relacionados con la edificación sustentable:

- Lineamiento 31: Edificar de manera eficiente por medio de la incorporación de estándares de eficiencia energética en el diseño, construcción y reacondicionamiento de edificaciones, a fin de minimizar los requerimientos energéticos y las externalidades ambientales, alcanzando niveles adecuados de confort.

Dentro del lineamiento 31 se tienen las siguientes acciones a ejecutar:

2016-2030: Elaborar un plan de rehabilitación energética de edificaciones públicas y privadas existentes e implementar mecanismos privados y públicos para financiar las rehabilitaciones energéticas de edificaciones existentes.

2017-2030: Revisar las certificaciones, etiquetados o sellos existentes y complementarlos para contar con etiquetados energéticos para todo tipo de edificaciones. Además, se perfeccionarán continuamente los sellos, estándares y certificaciones de eficiencia energética y sustentabilidad.

- Lineamiento 33: Fortalecer el mercado de la edificación eficiente, avanzando hacia el desarrollo de mercados locales más productivos y eficientes.

El lineamiento 33 por su parte, plantea las siguientes acciones para el futuro:

2017-2030: Incentivar el desarrollo de empresas proveedoras de materiales y servicios para la industria de construcción eficiente. Asimismo, promover el buen uso de las construcciones eficientes e incluir temas de diseño eficiente en la formación de todos los actores relacionados con la construcción.

Otra iniciativa es la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable (2013-2020), que establece la elaboración de un Plan de Acción de Eficiencia Energética (Estrategia Nacional de Energía, 2012). Los principales resultados que se esperan con la aplicación de esta herramienta son los siguientes:

- Edificaciones e infraestructura con consideraciones de sustentabilidad al año 2020.
- Reducción de un 12% de la demanda energética proyectada para el año 2020.
- Reducción del 20% de GEI en base a las emisiones esperadas al año 2020.
- Un 10% de la energía generada vendrá de fuentes renovables no convencionales en el año 2024.

Esta estrategia, está conformada por cuatro ejes estratégicos, basados en las principales necesidades presentes en el país.

1. Hábitat y bienestar: Se enfoca en permitir la accesibilidad equitativa a edificaciones e infraestructura sustentable por parte de la comunidad, mejorar la calidad de vida de la población, reducir las emisiones de las construcciones durante su ciclo de vida y los impactos ambientales sobre el entorno.
2. Educación: Eje orientado a desarrollar una normativa que definirá de forma clara los estándares nacionales en construcción sustentable para las distintas construcciones. Además, se preparará a las edificaciones e infraestructura, y a la población frente a desastres naturales, efectos del cambio climático y emergencias, y se mejorará la formación de técnicos, profesionales y trabajadores de la construcción en asuntos de sustentabilidad, entre otros objetivos.
3. Innovación y competitividad: Dirigido a incentivar la innovación y emprendimiento en materia de construcción, basados en la sustentabilidad, mejorar la competitividad y productividad económica de edificaciones e infraestructura. También destaca la búsqueda de eficiencia energética y optimización de recursos.
4. Gobernanza: Busca el cumplimiento de los objetivos presentados en los otros ejes a través de un sistema de control de gestión apto, asegurar la representación local en temas de sustentabilidad, velar por la eficiencia del aparato administrativo y tener un país globalizado, vinculado con naciones más avanzadas en términos de construcción sustentable, para que exista un aprendizaje provechoso y posicionar a Chile como líder en la disciplina en Latinoamérica.

Conclusiones

En base a lo estudiado y expuesto en la presente memoria de título, se puede concluir que el uso de energías renovables no convencionales en nuestro país se ha vuelto una prioridad, y es que ello permitirá disminuir la dependencia energética actual de la importación de combustibles fósiles, cuyo precio se encarece a medida que su disponibilidad se reduce. La matriz energética de Chile está evolucionando hacia las energías limpias y la industria de la construcción se ha ido adaptando a ello.

La energía solar por su parte, ha tenido un importante crecimiento en los últimos años y se proyecta a futuro, que esta tendencia se mantenga. Cada vez es más común ver paneles fotovoltaicos en las distintas edificaciones y pese a que ello requiere una importante inversión inicial, es un gasto que vale la pena considerar. Esto quedó en evidencia en la estimación de costos asociados a la demanda de energía eléctrica en 10 años, en los cuales, considerando el caso más desfavorable, se recupera por completo lo invertido en un comienzo. La gran ventaja de este sistema, es que si se genera un exceso de energía, es posible inyectarla a la red y vender la producción, según la Ley de Generación Distribuida, por lo que si ello sucediera, el retorno de la inversión se anticiparía a lo previsto.

En cuanto a los contenedores, se observan múltiples ventajas al usarlos como la estructura base de una vivienda; entregan variadas posibilidades de diseño y ampliaciones futuras debido a su flexibilidad y versatilidad, simplifican procesos constructivos, aumentan la velocidad de construcción y provocan un menor impacto ambiental al ser un material reciclado. Quedó en evidencia además, tras la elaboración de presupuestos de ambas viviendas, que la sustentabilidad no tiene que significar necesariamente un aumento de los precios, al contrario, puede resultar como una solución mucho más económica. Es debido a todas estas cualidades que este tipo de edificaciones crece en competitividad y están siendo cada vez más valoradas en el mercado.

La vivienda modular estudiada, podría mejorarse con la implementación de materiales sustentables adicionales, si bien destaca el uso de termopaneles y aislante natural, esto no es suficiente para alcanzar altos niveles de eficiencia térmica y sustentabilidad. Es sustancial incorporar a los nuevos proyectos de edificación, nuevas tecnologías y materiales que además de ser innovadores y entregarle un valor agregado al producto final, conlleven al bienestar y confort de sus usuarios.

Si bien se avanza progresivamente hacia la construcción sustentable, en nuestro país es necesario contar con un marco regulatorio acorde a las necesidades del país y la situación ambiental actual e implementar políticas de estado que fomenten la construcción sustentable y la eficiencia energética. Es imperioso al mismo tiempo, convertir las certificaciones mencionadas, en obligatorias, con el objetivo de mejorar los estándares actuales de construcción.

Otra medida que debiera tomarse, es conforme se van desarrollando nuevas políticas y modernizando los sistemas constructivos, establecer un procedimiento de mejora continua, que vaya integrando paulatinamente soluciones idóneas para las problemáticas del momento.

Junto a las medidas ya descritas, se debe considerar una mantención adecuada, que permita conservar la calidad y valor de las viviendas con el paso de los años. Es importante profundizar el análisis del ciclo de vida completo de una edificación, evitando enfocarse solo el período de uso, y analizar el impacto que tiene el uso de materiales no renovables y no reutilizables en la energía incorporada de las edificaciones.

Por otro lado, resulta primordial educar y concientizar a la población acerca del concepto de edificación sustentable y el impacto positivo que esta puede tener en la calidad de vida de sus habitantes. En conjunto con esto último, se debe trabajar en la interacción de las variables de arquitectura, urbanismo y construcción, con el fin de que el entorno de las viviendas sea acorde a su comportamiento ambiental y hacer posible la creación no solo de edificaciones, sino también de barrios y ciudades sustentables.

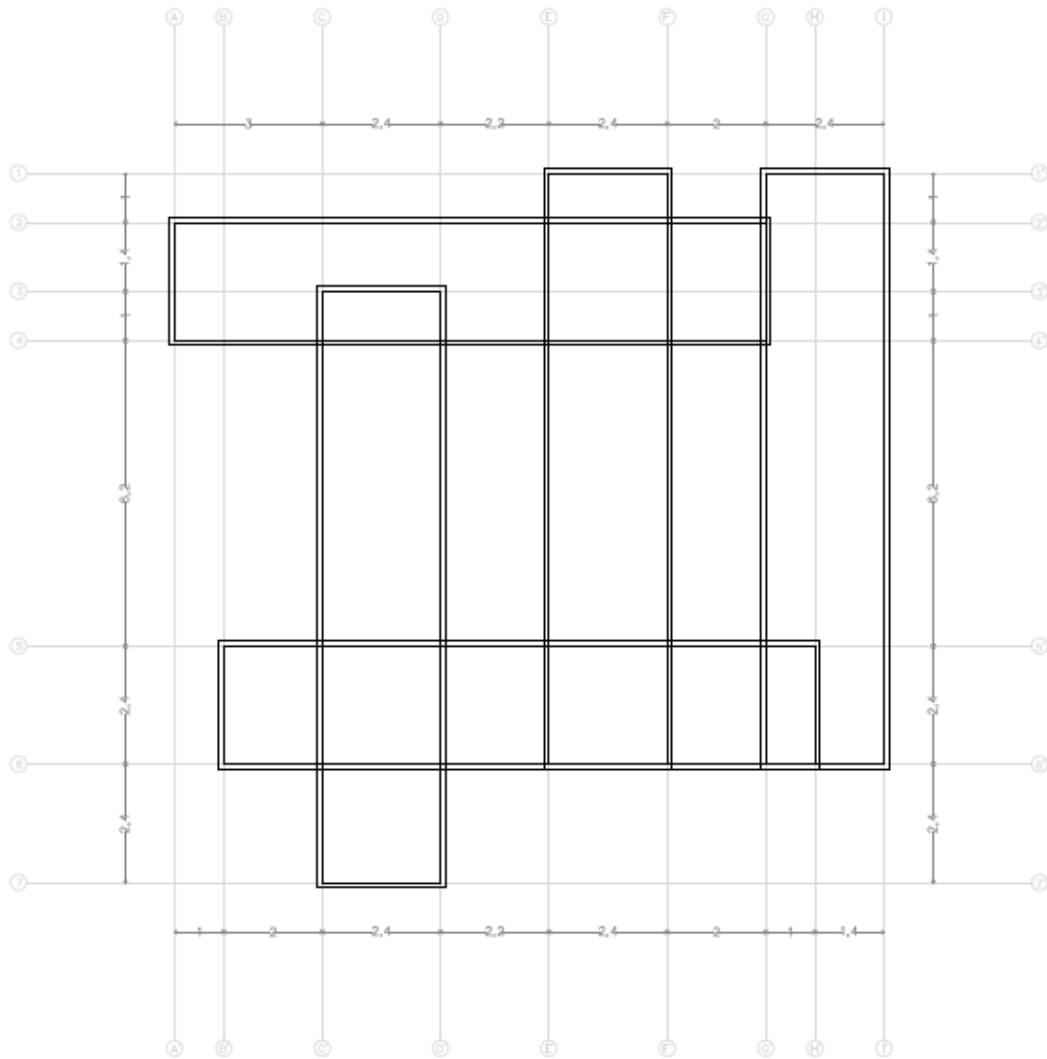
Referencias

- ACERA. (2013). *Beneficios Económicos de Energías Renovables No Convencionales en Chile*. Technical report.
- Akadiri P, Chinyio E, Olomolaiye P. (2012) *Design of A Sustainable Building: A Conceptual Framework for Implementing Sustainability in the Building Sector*. Basel.
- Arvear, M. (2016). *Análisis de factibilidad técnico – económica de implementación de sistemas de aprovechamiento de energía solar en un condominio social*. Valparaíso, memoria para optar al título de Ingeniero Civil Industrial.
- Brewis, C., (2012). *Quantifying the Environmental Dimension of Sustainability for the Built Environment: With a focus on Low-Cost Housing in South Africa*. Stellenbosch: Stellenbosch University Press.
- Carlino, H. & Lucena, A. & Soria, R. & Miranda, R. & Perczyk, D. & Schaeffer, R. & Rathmann, R. (2016). *Expansión de las energías renovables no convencionales en América Latina y el Caribe: El rol de las instituciones financieras de desarrollo*.
- CDT (2015). *Guía desarrollo sustentable de proyectos inmobiliarios*. Santiago de Chile.
- Chile Green Building Council. (2017). *Zona Certificaciones*. Recuperado de: <http://www.chilegbc.cl/web2017/index.php?sec=proyectos-lead>
- ClimateScope. (2017). *Emerging markets clean energy investment*. Recuperado de: <http://global-climatescope.org/en/insights/emerging-markets-investment/>
- Diario de la Construcción. (2018). *¿Qué es el acuerdo de protección limpia?*. Recuperado de: <https://www.diariodelaconstruccion.cl/que-es-el-acuerdo-de-produccion-limpia/>
- Edwards, B. (2004). *Guía básica de la sostenibilidad*. Barcelona: Gustavo Gili.
- El Mercurio. (2018). *Seminario: ‘Passivhaus y estándares nacionales de eficiencia energética: oportunidades para edificios de vivienda en la V Región’*. Valparaíso.
- Finnegan, M. (2014). *6 Step Guide to Shipping Container Maintenance*
- International Energy Agency (2017). *Key World energy statistics*. France: Chirat.
- Jeferson P., Stumpf M., & Parisi, A. (2014). *The assessment of building sustainability in micro and small building firms – Case study on southern Brazil*. Brasil.
- Kovacevic, J. (2015). *Avances y Desafíos de Eficiencia Energética en el Sector Construcción*. Santiago de Chile: Congreso de la Innovación en Construcción.

- Ministerio del Medio ambiente (2015). *Energía 2050*. Santiago de Chile.
- MINVU. (2012). *Manual de mantención de la vivienda*. Santiago de Chile.
- MINVU. (2014). *Programa de Innovación en Construcción Sustentable*. Santiago de Chile.
- Molina, C. (2014). *Innovación en el diseño de viviendas modulares mediante el uso de containers*. Valdivia, Tesis para optar al título de Ingeniero Constructor.
- OECD. (2002). *Design of sustainable building policies*. Paris.
- OVACEN. (2015). *La arquitectura con contenedores, análisis, ventajas y desventajas*. Recuperado de <https://ovacen.com/la-arquitectura-con-contenedores-ventajas-y-desventajas/>
- Portal ONDAC. (s.f.) *Actividades*. Recuperado de: <https://manual.ondac.com/cl/actividades>
- Schiller S., Gomes da Silva V., Goijberg N. & Treviño C. (2003) *Edificación Sustentable: Consideraciones para la calificación del hábitat construido en el contexto regional latinoamericano*. Argentina: ASADES.
- SEC. (s.f.). *Generación ciudadana*. Recuperado de http://sec.cl/portal/page?_pageid=33,5819695&_dad=portal&_schema=PORTAL
- Serrador, V. (2014). *Puntos a tener en cuenta para construir viviendas con ISO Containers*. Recuperado de: <https://enriquealario.com/construir-viviendas-con-iso-containers/>
- Ubilla, A. (2018). *Workshop Construye Solar 2019: Estándares de construcción sustentable y CES*. Santiago de Chile: Construye Solar.
- U.S. Green Building Council. (s.f.). *What is LEED?*. Recuperado de <https://www.usgbc.org/help/what-leed>
- Willem, A. (2013). *A feasibility study of utilising shipping containers to address the housing backlog in South Africa*. Stellenbosch: Stellenbosch University Press.
- Zhang G., Setunge S., & Van Elmpt S. (2014). *Using shipping containers to provide temporary housing in postdisaster recovery: Social case studies*. University of Salford.

Anexos

Anexo A: Planos vivienda modular



PLANTA EJES CONTAINER

Figura 10: Distribución de contenedores en planta.

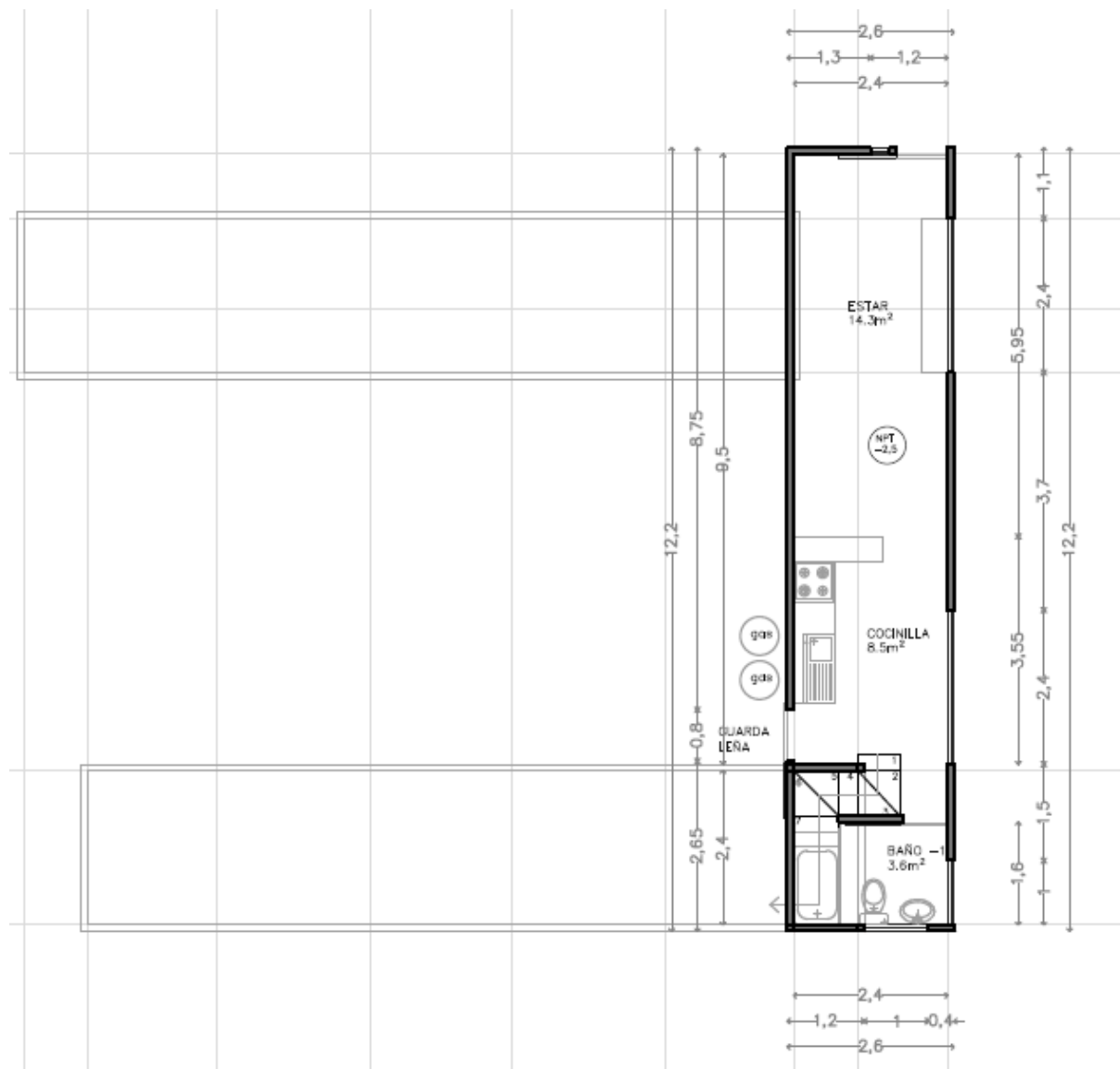


Figura 11: Vista en planta del nivel -1.

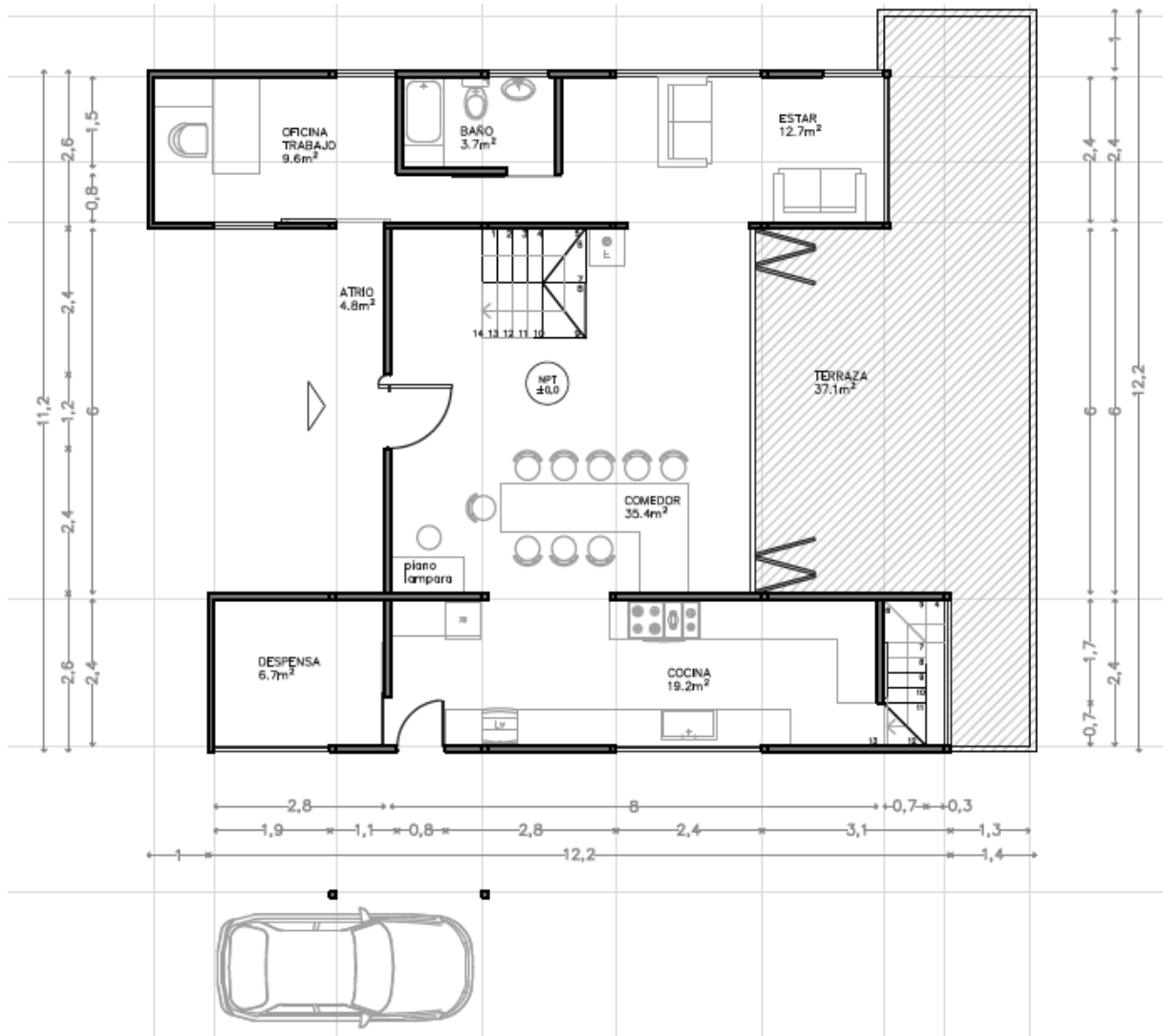
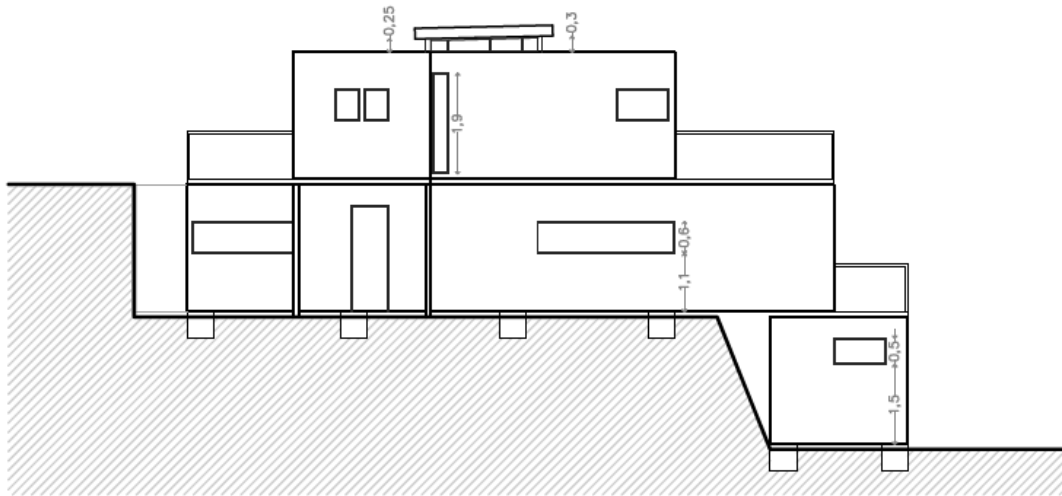


Figura 12: Vista en planta del nivel 1.

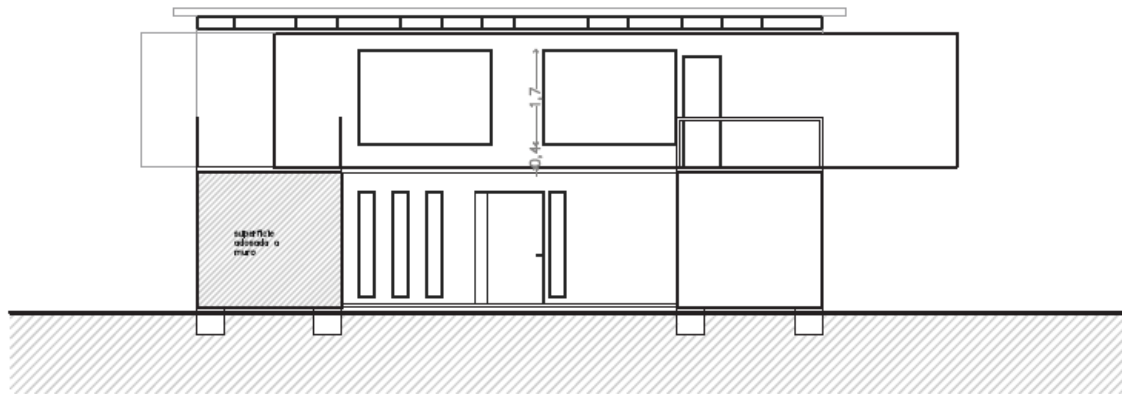


Figura 13: Vista en planta del nivel 2.



ELEVACION SUR

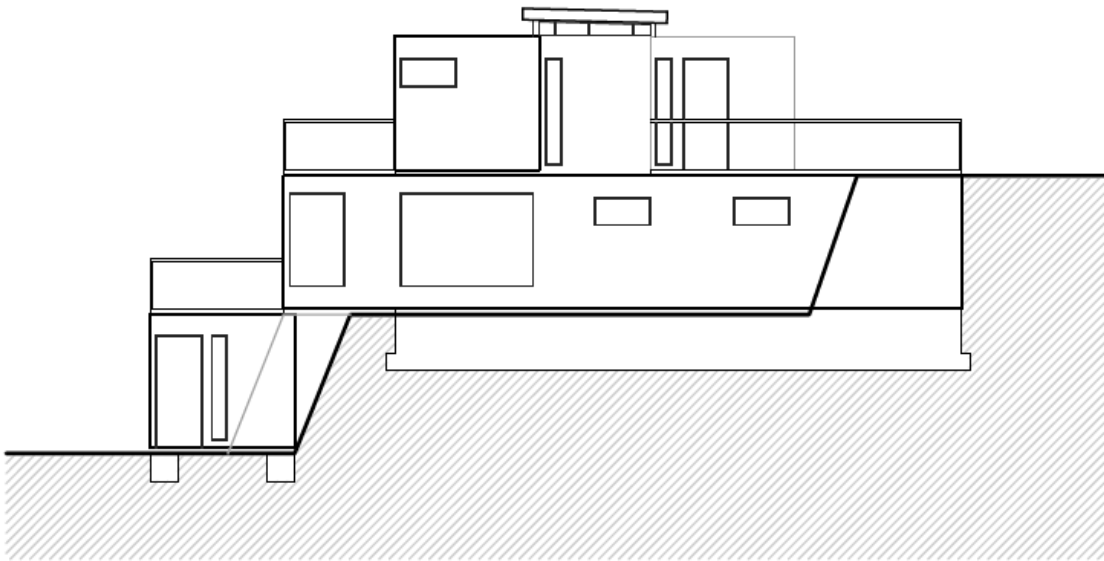
Figura 14: Elevación sur.



ELEVACION PONIENTE

Figura 15: Elevación poniente.

Figura 16: Elevación oriente.



ELEVACION NORTE

Figura 17: Elevación norte.

Anexo B: Ficha técnica Bioaislant



BIOAISLANT®
Fibra Aislante Natural



Seguro de instalar



Amigable con el medioambiente



Rol de Responsabilidad Empresarial



Fibra aislante natural de lana

Bioaislant® es un producto fabricado en base a fibra natural de lana de oveja, ligada con fibras de anclaje y tratada con agentes de protección biológica. Las materias primas son procesadas para lograr un material fibroso con propiedades de aislación térmica para uso en construcción habitacional, en aislación de techumbre, tabiques y piso ventilados.

Sus principales características son la seguridad durante la instalación y para los usuarios de la vivienda, ya que no genera ningún tipo de partículas nocivas o irritantes, y su origen natural y sustentable, que permite actividades de construcción y uso sustentable.

Ficha Técnica

Parámetros Técnicos	Valor		
Conductividad térmica (λ) (*)	0,045 (W/m·K)		
Densidad comercial (**)	11 (Kg/m3) ± 15%		
Formatos comerciales	Bioaislant®-30	Bioaislant®-40	Bioaislant®-50
Espesor	30-32 (mm) ± 5%	40-43 (mm) ± 5%	50-54 (mm) ± 5%
Resistencia Térmica (R100)	71,0 (m2·K·W)-100	95,5 (m2·K·W)-100	120,0 (m2·K·W)-100
Dimensiones disponibles			
Ancho	1,2 (m) ± 3%		
Largo	12,0 (m) ± 3%	24,0 (m) ± 3%	
Superficie	14,4 (m2)	28,8 (m2)	

(*) Norma de ensayo NCh850.0f83

(**) Norma de ensayo y tolerancia NCh2795:2003 y NCh1071:1984

Resistencia a Fuego

Clasificación(*)

F15

Descripción del elemento (inscripción MINVU N° 4659 del 22-07-2016)

Elemento de techumbre para edificios, construida en estructura metálica de hierro galvanizado. El cielo se compone de un revestimiento de plancha de yeso cartón estándar de 10mm de espesor, soportadas por un entramado de perfiles portantes "40R" de 40 x 18 x 10 x 0,5 mm, distanciados entre si a 40cm a eje. Sobre el cielo se instala aislación térmica de fibra natural de lana de oveja Bioaislant® R188, tipo rollo libre (paño continuo), de 80mm de espesor y una densidad media aparente de 13,5Kg/m3. La estructura de techumbre está formada por perfiles tipo "C" de 90 x 38 x 12 x 0,85 mm, distanciados entre si a 80cm a eje. La cubierta está formada por perfiles tipo "omega" de 38 x 35 x 15 x 8 x 0,85 mm, distanciados entre si a 97cm, revestido con plancha de fibrocemento de onda estándar de 4mm. La superficie total es de 12m2.

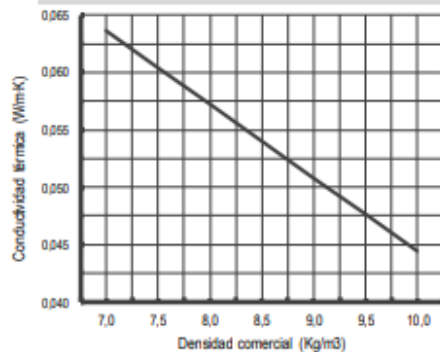
Evaluación de resistencia a fuego del elemento

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1. Mantiene estabilidad mecánica | 2. Mantiene aislamiento térmico |
| 3. Mantiene estanqueidad de fuego | 4. No emite gases inflamables |

(*) Norma de ensayo NCh935/1.Of97, certificado N°1.149.666 de IDIEM (2016)

Comportamiento Técnico

Conductividad térmica en función de la densidad comercial Bioaislant®



Comportamiento DE permeabilidad al vapor de agua Bioaislant®

Bioaislant® presenta un valor promedio de permeabilidad al vapor de agua de $6,08 \times 10^{-11}$ [Kg/(m·s·Pa)] y un valor promedio de resistencia al vapor de agua de $5,76 \times 10^8$ [(m²·s·Pa)/Kg], de acuerdo a lo establecido en la NCh 2457:2014.

(*) Resultados de ensayo N°1732 de CITEC (2016)

(*) Resultados de ensayo N°1.168.611 de IDIEM (2016)

La Reglamentación Térmica referida en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (O.G.U.C.) del Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile establece en su Artículo 4.1.10. que todas las viviendas deben cumplir con las exigencias de acondicionamiento térmico según cada zona climática en la que se encuentre.

Zonas Climáticas	Bioaislant® (mm)		
	Techumbre	Muros	Pisos
1 Arica-Iquique-Antofagasta-La Serena	43	32	32
2 Calama-Ovalle-Viña del Mar-Valparaíso	64	32	54
3 Metropolitana-Rancagua-Chimbarongo	86	32	64
4 Vichuquén-Talca-Concepción-Mulchen	108	32	86
5 Traiguén-Temuco-Villarica-Osorno	129	32	86
6 Panguipulli-Puerto Montt-Chaitén	151	43	108
7 Palena-Porvenir-Puerto Aysén	172	86	162

(*) Espesores recomendados referenciales en base a DS192 del MINVU

Para efectos de cumplir con esta disposición, la O.G.U.C. indica que se puede optar por especificar un material aislante térmico cuyo R100 mínimo, rotulado según NCh2251, indicado en la tabla anterior.

Presentaciones disponibles



Dimensiones disponibles

Ancho de rollo	1,2 (m)	1,2 (m)
Largo de rollo	24,0 (m)	12,0 (m)
Superficie aislación	28,8 (m ²)	14,4 (m ²)

Datos de transporte

Espesor	Bioaislant-40	Bioaislant-50	Bioaislant-40	Bioaislant-50
Volumen / rollo	0,81 (m ³)	1,00 (m ³)	0,40 (m ³)	0,50 (m ³)
Peso / rollo	8,9 (Kg)	11,0 (Kg)	4,4 (Kg)	5,5 (Kg)

Bioaislant® comparado con otros materiales aislantes

Parámetro	Lana de vidrio	Lana de poliéster	Poliestireno expandido	Bioaislant®
Conductividad térmica	0,041 (W/m·K)	0,063 (W/m·K) 😞	0,042 (W/m·K)	0,045 (W/m·K)
Espesor necesario para lograr un R100 = 188 (m ² K/W) x 100 (Zona 3)	77,0 (mm)	118,4 (mm) 😞	79,0 (mm)	84,6 (mm)
Aplicaciones de aislación	Techumbres Muros Pisos	Techumbres 😞	Techumbres Muros Pisos	Techumbres Muros Pisos
Filtración de calor	Ninguna	Ninguna	Alta 😞	Ninguna
Facilidad de corte en obra	Baja	Alta	Muy Baja 😞	Alta
Elementos protección personal especiales	SI 😞	NO	NO	NO
Tipo de residuo	Peligroso 😞	Inocuo	Inocuo	Inocuo
Impacto medioambiental	Alto 😞	Alto 😞	Alto 😞	Bajo 😊
Responsabilidad social	NO 😞	NO 😞	NO 😞	SI 😊
Sustentabilidad	Baja 😞	Baja 😞	Baja 😞	Alta 😊



BIOAISLANT®
FIBRA AISLANTE NATURAL

Fabricado en Chile por Sociedad de Materiales para Construcción SpA
Avenida El Mariscal #2639, La Pintana, Región Metropolitana | www.bioaislant.cl

Distribuido por La Casa del Tabique Ltda.

XXXXX, xxxxx, Región Metropolitana, Chile | Fono xxxxxx | www.lacasadelatabique.cl



Anexo C: Análisis de precios unitarios

- Obra Gruesa

Tabla 9: Abertura de vanos. Subcontrato Darío Aravena.

ABERTURA DE VANOS		M2		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
SUBCONTRATO	M2	1	14000	\$ 14.000

Tabla 10: Pilar metálico 100x100x4. Elaboración propia.

PILAR METÁLICO 100X100X4		UNI		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PERFIL CUADRADO 100X100X4	UNI	0,5	58740	\$ 29.370
POYO DE HORMIGÓN 40X40X60	UNI	1	4000	\$ 4.000
PINTURA ANTICORROSIVA 1/4 GAL	GALÓN	0,042	5450	\$ 229
MAESTRO DE PRIMERA	HD	0,2	25000	\$ 5.000
AYUDANTE	HD	0,2	14000	\$ 2.800
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 2.340
			TOTAL	\$ 43.739

Tabla 11: Pilar metálico 100x100x3. Elaboración propia.

PILAR METÁLICO 100X100X3		UNI		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PERFIL CUADRADO 100X100X3	UNI	0,5	54050	\$ 27.025
POYO DE HORMIGÓN 40X40X60	UNI	1	4000	\$ 4.000
PINTURA ANTICORROSIVA 1/4 GAL	GALÓN	0,042	5450	\$ 229
MAESTRO DE PRIMERA	HD	0,2	25000	\$ 5.000
AYUDANTE	HD	0,2	14000	\$ 2.800
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 2.340
			TOTAL	\$ 41.394

Tabla 12: Pilar metálico 75x75x3. Elaboración propia.

PILAR METÁLICO 75X75X3		UNI		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PERFIL CUADRADO 75X75X3	UNI	0,5	30790	\$ 15.395
POYO DE HORMIGÓN 40X40X60	UNI	1	4000	\$ 4.000
PINTURA ANTICORROSIVA 1/4 GAL	GALÓN	0,055	5450	\$ 300
MAESTRO DE PRIMERA	HD	0,2	25000	\$ 5.000
AYUDANTE	HD	0,2	14000	\$ 2.800
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 2.340
			TOTAL	\$ 29.835

Tabla 13: Excavación para fundaciones. Portal Ondac.

EXCAVACIÓN PARA FUNDACIONES		M3		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CHUZO 1X 1,7 MTS	UNI	0,015	9992	\$ 150
PALA PUNTA DE HUEVO	UNI	0,015	3353	\$ 50
PICOTA	HD	0,005	11084	\$ 55
JORNAL	HD	0,05	14500	\$ 725
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 218
			TOTAL	\$ 1.198

Tabla 14: Fundaciones. Elaboración propia.

FUNDACIONES		M3		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CEMENTO ESPECIAL 25KG	saco	12,16	3340	\$ 40.614
ARENA GRUESA	m3	0,42	14500	\$ 6.090
GRAVA	m3	0,83	11250	\$ 9.338
CONCRETERO	HD	0,5	25000	\$ 12.500
AYUDANTE	HD	0,5	14000	\$ 7.000
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 5.850
			TOTAL	\$ 81.392

Tabla 15: Pletinas. Subcontrato Darío Aravena.

PLETINAS		ML		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
SUBCONTRATO	ML	1	6500	\$ 6.500

Tabla 16: Sobretecho. Subcontrato Darío Aravena.

SOBRETECHO	UNI			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
SUBCONTRATO	UNI	1	800000	\$ 800.000

Tabla 17: Canal aguas lluvia. Portal Ondac.

CANAL AGUAS LLUVIA	ML			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PL LISA GALVANIZADA 0.5X1000X3000 MM	UNI	0,15	10916	\$ 1.637
PÉRDIDAS	%	6		\$ 98
REMACHE T/POP 3.2X6 T1 1000UNI	UNI	0,002	14697	\$ 29
SOLDADURA CARRETE 50%-1/8 1/2 KILO	UNI	0,054	6429	\$ 347
CUADRILLA HOJALATERO+ AYUD	HD	0,08	47500	\$ 3.800
LEYES SOCIALES	%	29		\$ 1.102
			TOTAL	\$ 7.014

Tabla 18: Bajada aguas lluvia. Portal Ondac.

BAJADA AGUAS LLUVIA	ML			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PL LISA GALVANIZADA 0.4X1000X3000 MM	UNI	0,1	9235	\$ 924
PÉRDIDAS	%	7		\$ 65
SOLDADURA CARRETE 50%-1/8 1/2 KILO	UNI	0,06	6429	\$ 386
ABRAZADERAS HOJALATA PARA BAJADAS	UNI	0,8	353	\$ 282
TARUGO CON TOPE M6 100 UNIDADES	UNI	0,02	3857	\$ 77
ROSCALATA RANURA COMBINADA 10X11/2	UNI	0,02	1672	\$ 33
CUADRILLA HOJALATERO+ AYUD	HD	0,07	47500	\$ 3.325
LEYES SOCIALES	%	29		\$ 964
			TOTAL	\$ 6.056

Tabla 19: Replanteo, trazado y niveles. Elaboración propia.

REPLANTEO, TRAZADO Y NIVELES	M2			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PINO DIMENSIONADO SECO 1X8" 3,2MT	UNI	0,3	2990	\$ 897
PINO CUARTÓN 3X3 3,2MT	UNI	0,2	2020	\$ 404
ALAMBRE #14/5 KG NEGRO	KG	0,06	1838	\$ 110
CLAVO CORRIENTE 3"	KG	0,02	780	\$ 16
MAESTRO DE PRIMERA	HD	0,03	25000	\$ 750
JORNAL	HD	0,03	14000	\$ 420
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 351
			TOTAL	\$ 2.948

Tabla 20: Cimientos H-15. Elaboración propia.

CIMIENTOS H-15		M3		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
ARENA GRUESA	M3	0,5	14500	\$ 7.250
GRAVA	M3	0,9	11250	\$ 10.125
CEMENTO ESPECIAL 25 KG	SACO	7	3340	\$ 23.380
CONCRETERO	HD	0,8	25000	\$ 20.000
AYUDANTE	HD	0,2	14000	\$ 2.800
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 6.840
			TOTAL	\$ 70.395

Tabla 21: Moldaje sobrecimiento. Elaboración propia.

MOLDAJE SOBRECIMIENTO (3 USOS)		M2		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PINO DIMENSIONADO SECO 2X2" 3,2 MT	UNI	0,5	1420	\$ 710
PLACA TERCIADO 15 MM	UNI	0,37	13990	\$ 5.176
CLAVOS CORRIENTES 2 1/2"	KG	0,15	910	\$ 137
DESMOLDANTE	KG	0,02	2270	\$ 45
BROCHA 5/8x5"	UNI	0,01	4190	\$ 42
MAESTRO DE SEGUNDA	HD	0,09	25000	\$ 2.250
AYUDANTE	HD	0,03	14000	\$ 420
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 827
			TOTAL	\$ 9.607

Tabla 22: Sobrecimientos y cadena H-20. Elaboración propia.

SOBRECIMIENTOS Y CADENA H-20		M3		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CEMENTO ESPECIAL 25 KG	SACO	8	3340	\$ 26.720
ARENA GRUESA	M3	0,5	14500	\$ 7.250
GRAVA	M3	0,8	11250	\$ 9.000
CONCRETERO	HD	0,8	25000	\$ 20.000
AYUDANTE	HD	0,2	14000	\$ 2.800
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 6.840
			TOTAL	\$ 45.890

Tabla 23: Rellenos interiores. Elaboración propia.

RELLENOS INTERIORES	M2			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PLACA COMPACTADORA	DÍA	0,15	2560	\$ 384
JORNAL	HD	0,15	14000	\$ 2.100
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 630
			TOTAL	\$ 3.114

Tabla 24: Albañilería. Elaboración propia.

ALBAÑILERÍA	M2			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
LADRILLO TITAN 29X14X7,1 CM	UNI	40	250	\$ 10.000
ARENA GRUESA	M3	0,04	14500	\$ 580
CEMENTO ESPECIAL 25 KG	SACO	0,42	3340	\$ 1.403
ESCALERILLA PARA REFUERZO 0,085X5M	UNI	0,58	1440	\$ 835
ACERO REFUERZO A-44 12 MM 6MT	BARRA	0,53	3190	\$ 1.691
MAESTRO DE PRIMERA	HD	0,13	25000	\$ 3.250
AYUDANTE	HD	0,07	14000	\$ 980
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 1.269
			TOTAL	\$ 20.008

Tabla 25: Radier. Elaboración propia.

RADIER	M2			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
ARENA GRUESA	M3	0,05	14500	\$ 725
GRAVA	M3	0,08	11250	\$ 900
CEMENTO ESPECIAL 25 KG	SACO	0,7	3340	\$ 2.338
MAESTRO DE PRIMERA	HD	0,06	25000	\$ 1.500
AYUDANTE	HD	0,06	14000	\$ 840
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 953
			TOTAL	\$ 7.256

Tabla 26: Estucos interiores. Elaboración propia.

ESTUCOS INTERIORES	M2			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
MORTERO ESTUCO INTERIOR 25 KG	SACO	0,2	3600	\$ 720
PÉRDIDAS	%	0,05		\$ 36
MAESTRO DE PRIMERA	HD	0,1	25000	\$ 2.500
AYUDANTE	HD	0,01	14000	\$ 140
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 792
			TOTAL	\$ 4.188

Tabla 27: Estucos exteriores. Elaboración propia.

ESTUCOS EXTERIORES		M2		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
MORTERO ESTUCO EXTERIOR 25 KG	SACO	0,2	2860	\$ 572
PÉRDIDAS	%	0,08		\$ 46
MAESTRO DE PRIMERA	HD	0,1	25000	\$ 2.500
AYUDANTE	HD	0,01	14000	\$ 140
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 792
TOTAL				\$ 4.050

Tabla 28: Moldaje cadenas. Elaboración propia.

MOLDAJE CADENAS		M2		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PLACA TERCIADO 15 MM	UNI	0,37	13990	\$ 5.176
PINO DESBASTADO SECO 2X2" 3,2 MT	UNI	0,5	1420	\$ 710
ALAMBRE #14/5 KG NEGRO	KG	0,1	1838	\$ 184
DESMOLDANTE	KG	0,02	2270	\$ 45
CLAVOS CORRIENTES 2 1/2"	KG	0,02	910	\$ 18
CARPINTERO	HD	0,1	25000	\$ 2.500
AYUDANTE	HD	0,02	14000	\$ 280
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 89
TOTAL				\$ 9.003

Tabla 29: Enfierradura cadenas. Elaboración propia.

ENFIERRADURA CADENA		KG		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
ARMADURA CADENA 15X20CM 4,5 MT	UNI	0,26	15290	\$ 3.975
ENFIERRADOR	HD	0,015	25000	\$ 375
AYUDANTE	HD	0,015	14000	\$ 210
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 176
TOTAL				\$ 4.736

Tabla 30: Hormigonado de losa. Elaboración propia.

HORMIGONADO DE LOSA		M3		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CEMENTO ESPECIAL 25 KG	SACO	9	3340	\$ 30.060
ARENA GRUESA	M3	0,4	14500	\$ 5.800
GRAVA	M3	0,8	11250	\$ 9.000
CUADRILLA 2 CONCRETEROS + 2 AYUDANTES	HD	0,07	78000	\$ 5.460
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 1.638
TOTAL				\$ 51.958

Tabla 31: Techumbre. Elaboración propia.

TECHUMBRE	M2			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PINO DIMENSIONADO SECO 1X4" 3,2 MT	UNI	2	1340	\$ 2.680
CLAVOS CORRIENTES 4" 25 KG	CAJA	0,002	21990	\$ 44
CARPINTERO	HD	0,06	25000	\$ 1.500
AYUDANTE	HD	0,06	14000	\$ 840
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 702
			TOTAL	\$ 5.766

Tabla 32: Cubierta zincalum. Elaboración propia.

CUBIERTA ZINCALUM	M2			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PLANCHA ZINC ALUM ONDA 0,35 MM	M2	1,06	3423	\$ 3.628
PLANCHA ZINC ALUM LISA 0,4 MM	M2	1	2208	\$ 2.208
CLAVO TECHO 2 1/2"	UNI	4	35	\$ 140
TORNILLO AUTOPERFORANTE 12X1"	UNI	60	55	\$ 3.300
CARPINTERO DE PRIMERA	HD	0,02	25000	\$ 500
AYUDANTE	HD	0,02	14000	\$ 280
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 234
			TOTAL	\$ 10.290

Tabla 33: Aislación techumbre. Elaboración propia.

AISLACIÓN TECHUMBRE	M2			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
LANA MINERAL 40 MM ROLLO	M2	1,05	13855	\$ 14.548
JORNAL	HD	0,01	14000	\$ 140
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 42
			TOTAL	\$ 14.730

- Terminaciones

Tabla 34: Tabiques zonas secas vivienda contenedores. Elaboración propia.

TABIQUES ZONAS SECAS		M2		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
VOLCANITA ST 15 MM 1,20X2,40	M2	1	1910	\$ 1.910
TORNILLO AUTOPERFORANTE	UNI	22	10	\$ 220
MONTANTE 60X40X0,5MM	ML	2,8	1340	\$ 3.752
CANAL 62X20X0,5 MM	ML	0,4	410	\$ 164
CLAVO HILTI SDM 27 1/4	UNI	1,6	25	\$ 40
FULMINANTE CALIBRE 22	UNI	2,5	35	\$ 88
LANA DE OVEJA BIOAISLANT 50MMX1,2MX10M	M2	1	1323	\$ 1.323
CARPINTERO	HD	0,1	25000	\$ 2.500
AYUDANTE	HD	0,1	14000	\$ 1.400
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 1.170
			TOTAL	\$ 12.567

Tabla 35: Tabiques zonas húmedas vivienda contenedores. Elaboración propia.

TABIQUES ZONAS HÚMEDAS		M2		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
VOLCANITA ST 15 MM 1,20X2,40	M2	1	5685	\$ 5.685
TORNILLO AUTOPERFORANTE	UNI	22	10	\$ 220
MONTANTE 60X40X0,5MM	ML	2,8	1340	\$ 3.752
CANAL 62X20X0,5 MM	ML	0,4	410	\$ 164
CLAVO HILTI SDM 27 1/4	UNI	1,6	25	\$ 40
FULMINANTE CALIBRE 22	UNI	2,5	35	\$ 88
LANA DE OVEJA BIOAISLANT 50MMX1,2MX10M	M2	1	1323	\$ 1.323
CARPINTERO	HD	0,1	25000	\$ 2.500
AYUDANTE	HD	0,1	14000	\$ 1.400
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 1.170
			TOTAL	\$ 16.342

Tabla 36: Escaleras interiores. Elaboración propia.

ESCALERAS INTERIORES		ML		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PINO DIMENSIONADO 2X10 3.2MT PREMIUM	UNI	1,66	5286	\$ 8.775
PINO SECO DIMENSIONADO 2X3 3.2MT PREMIUM	UNI	0,9	1673	\$ 1.506
CLAVOS CORRIENTES 2 1/2", CAJA 25 KILOS FIXSER	CAJA	0,01	15286	\$ 153
CLAVO CORRIENTE 4" 25KG	CAJA	0,02	16723	\$ 334
CARPINTERO + AYUDANTE	HD	0,8	36667	\$ 29.334
LEYES SOCIALES	%	29		\$ 8.507
			TOTAL	\$ 48.608

Tabla 37: Cielo volcometal. Elaboración propia.

CIELO VOLCOMETAL	M2			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
VOLCANITA ST 10MM	M2	1	1626	\$ 1.626
PERFIL METALCON MONTANTE 38X38X0,5MM	UNI	1,4	1630	\$ 2.282
PERFIL METALCON CANAL 39X20X0,5MM	UNI	0,4	1440	\$ 576
LANA DE OVEJA BIOAISLANT 50MMX1,2MX10M	M2	1	1323	\$ 1.323
CLAVO HILTI	UNI	15	5	\$ 75
CARPINTERO	HD	0,08	25000	\$ 2.000
AYUDANTE	HD	0,08	14000	\$ 1.120
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 936
			TOTAL	\$ 9.938

Tabla 38: Puerta acceso. Elaboración propia.

PUERTA ACCESO	UNI			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PUERTA PINO OREGÓN 85x200	UNI	1	54990	\$ 54.990
SET MARCO PUERTA 40X90X5400MM	UNI	1	13990	\$ 13.990
DISP.BISAGRA 3 1/2" x 3 1/2"	UNI	3	2150	\$ 6.450
TARUGO CLAVO CON TORNILLO	UNI	12	90	\$ 1.080
CARPINTERO	HD	0,22	25000	\$ 5.500
AYUDANTE	HD	0,22	14000	\$ 3.080
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 2.574
			TOTAL	\$ 87.664

Tabla 39: Puertas exteriores. Elaboración propia.

PUERTAS EXTERIORES	UNI			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PUERTA PINO FINGER 75X200	UNI	1	51990	\$ 51.990
SET MARCO PUERTA 40X90X5400MM	UNI	1	13990	\$ 13.990
DISP.BISAGRA 3 1/2" x 3 1/2"	UNI	3	2150	\$ 6.450
TARUGO CLAVO CON TORNILLO	UNI	12	90	\$ 1.080
CARPINTERO	HD	0,22	25000	\$ 5.500
AYUDANTE	HD	0,22	14000	\$ 3.080
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 2.574
			TOTAL	\$ 84.664

Tabla 40: Puertas interiores. Elaboración propia.

PUERTAS INTERIORES	UNI			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PUERTA HDF 75X200	UNI	1	18490	\$ 18.490
SET MARCO PUERTA 40X90X5400MM	UNI	1	13990	\$ 13.990
DISP.BISAGRA 3 1/2" x 3 1/2"	UNI	3	2150	\$ 6.450
TARUGO CLAVO CON TORNILLO	UNI	12	90	\$ 1.080
CARPINTERO	HD	0,22	25000	\$ 5.500
AYUDANTE	HD	0,22	14000	\$ 3.080
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 2.574
			TOTAL	\$ 51.164

Tabla 41: Puerta plegable. Elaboración propia.

PUERTA PLEGABLE	UNI			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PUERTA PLEGABLE 70x200	UNI	1	14990	\$ 14.990
CARPINTERO	HD	0,1	25000	\$ 2.500
AYUDANTE	HD	0,1	14000	\$ 1.400
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 1.170
			TOTAL	\$ 20.060

Tabla 42: Cerradura acceso. Elaboración propia.

CERRADURA ACCESO	UNI			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CERRADURA EMBUTIBLE MANILLA REVERSIBLE	UNI	1	26990	\$ 26.990
CARPINTERO	HD	0,15	25000	\$ 3.750
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 1.125
			TOTAL	\$ 31.865

Tabla 43: Cerraduras interiores. Elaboración propia.

CERRADURAS INTERIORES Y EXTERIORES	UNI			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CERRADURA TUTBULAR POMO LIBRE PASO	UNI	1	5970	\$ 5.970
CARPINTERO	HD	0,15	25000	\$ 3.750
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 1.125
			TOTAL	\$ 10.845

Tabla 44: Ventanas. Elaboración propia.

VENTANAS	GL			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
VENTANAS TERMOPANEL CON MARCO	GL	1	2500000	\$ 2.500.000
SUBCONTRATO	UNI	1	1200000	\$ 1.200.000
			TOTAL	\$ 3.700.000

Tabla 45: Piso flotante. Elaboración propia.

PISO FLOTANTE	M2			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PISO FLOTANTE 7MM	M2	1	4990	\$ 4.990
ESPUMA NIVELADORA 2MMX10M	ROLLO	0,12	9090	\$ 1.091
GUARDAPOLVO MDF	M2	1	1045	\$ 1.045
CARPINTERO	HD	0,05	25000	\$ 1.250
AYUDANTE	HD	0,05	14000	\$ 700
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 585
			TOTAL	\$ 9.661

Tabla 46: Cerámica de piso. Elaboración propia.

CERÁMICA DE PISO	M2			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CERÁMICA 40X40 CM 1,5 M2	M2	1	3990	\$ 3.990
ADHESIVO PORCELANATO POLVO DA 25 KG	SACO	0,18	10854	\$ 1.954
FRAGÜE IMPERMEABLE 1 KILO	UNI	0,4	1310	\$ 524
SEPARADORES PLÁSTICOS	KG	0,01	2900	\$ 29
CERAMISTA	HD	0,12	25000	\$ 3.000
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 900
			TOTAL	\$ 10.397

Tabla 47: Cerámica de muro. Elaboración propia.

CERÁMICA DE MURO	M2			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
CERÁMICA 20X30 CM 1,5 M2	M2	1	3990	\$ 3.990
ADHESIVO CERÁMICA POLVO AC 25 KG	SACO	0,18	2490	\$ 448
FRAGÜE IMPERMEABLE 1 KILO	UNI	0,4	1310	\$ 524
SEPARADORES PLÁSTICOS	KG	0,01	2900	\$ 29
CERAMISTA	HD	0,12	25000	\$ 3.000
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 900
			TOTAL	\$ 8.891

Tabla 48: Empaste de muros y cielo. Elaboración propia.

EMPASTE DE MUROS Y CIELO		M2		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PASTA MURO PM-15 1 KG	KG	1	990	\$ 990
YESERO	HD	0,05	25000	\$ 1.250
AYUDANTE	HD	0,05	14000	\$ 700
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 585
			TOTAL	\$ 3.525

Tabla 49: Pintura interior. Elaboración propia.

PINTURA INTERIOR 2 MANOS		M2		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PINTURA ESMALTE AL AGUA 1GL	GAL	0,05	10990	\$ 550
BROCHA 5/8x5"	UNI	0,01	4190	\$ 42
LIJA MADERA N°50	UNI	0,25	126	\$ 32
PINTOR	HD	0,03	25000	\$ 750
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 225
			TOTAL	\$ 1.598

Tabla 50: Pintura exterior vivienda contenedores. Elaboración propia.

PINTURA EXTERIOR		M2		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
ANTICORROSIVO OPACO 1/4 GAL	UNI	0,083	6990	\$ 580
BROCHA 5/8x5"	UNI	0,01	4190	\$ 42
LIJA METAL 9"X11" GRANO 60	UNI	0,15	385	\$ 58
PINTOR	HD	0,05	25000	\$ 1.250
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 375
			TOTAL	\$ 2.305

Tabla 51: Tabiques zonas secas vivienda tradicional. Elaboración propia.

TABIQUES ZONAS SECAS		M2		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
VOLCANITA ST 15 MM 1,20X2,40	M2	1	1910	\$ 1.910
TORNILLO AUTOPERFORANTE	UNI	22	10	\$ 220
MONTANTE 60X40X0,5MM	ML	2,8	1340	\$ 3.752
CANAL 62X20X0,5 MM	ML	0,4	410	\$ 164
CLAVO HILTI SDM 27 1/4	UNI	1,6	25	\$ 40
FULMINANTE CALIBRE 22	UNI	2,5	35	\$ 88
LANA MINERAL 40 MM ROLLO	M2	1,05	13855	\$ 14.548
CARPINTERO	HD	0,1	25000	\$ 2.500
AYUDANTE	HD	0,1	14000	\$ 1.400
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 1.170
			TOTAL	\$ 25.791

Tabla 52: Tabiques zonas húmedas vivienda tradicional. Elaboración propia.

TABIQUES ZONAS HÚMEDAS	M2			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
VOLCANITA ST 15 MM 1,20X2,40	M2	1	5685	\$ 5.685
TORNILLO AUTOPERFORANTE	UNI	22	10	\$ 220
MONTANTE 60X40X0,5MM	ML	2,8	1340	\$ 3.752
CANAL 62X20X0,5 MM	ML	0,4	410	\$ 164
CLAVO HILTI SDM 27 1/4	UNI	1,6	25	\$ 40
FULMINANTE CALIBRE 22	UNI	2,5	35	\$ 88
LANA MINERAL 40 MM ROLLO	M2	1,05	13855	\$ 14.548
CARPINTERO	HD	0,1	25000	\$ 2.500
AYUDANTE	HD	0,1	14000	\$ 1.400
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 1.170
			TOTAL	\$ 29.566

Tabla 53: Pintura exterior vivienda tradicional. Elaboración propia.

PINTURA EXTERIOR	M2			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
REVESTIMIENTO PLÁSTICO DE EXTERIOR 1GL	GAL	0,1	6990	\$ 699
PINTOR	HD	0,12	25000	\$ 3.000
LEYES SOCIALES	%	30		\$ 900
			TOTAL	\$ 4.599



Ministerio de
Energía

Genera tu propia energía

LEY N° 20.571 PARA LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA

(LEY DE FACTURACIÓN NETA)

Aspectos relevantes de la ley y su reglamento:

¿Cuál es el objetivo de la ley?

Otorgar a los clientes regulados el derecho a generar su propia energía eléctrica, consumirla y vender sus excedentes energéticos a las empresas distribuidoras de energía eléctrica.

¿Con qué nombres se conoce esta ley?

Esta ley ha sido conocida comúnmente como ley de Net-Billing o de Net-Metering debido a las similitudes que ésta tiene con regulaciones extranjeras que utilizan esta denominación, también se le llama **Ley para Generación Distribuida, Generación Ciudadana o Ley de Facturación Neta**. Su nombre oficial es "Ley N° 20.571: Regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales".

Para nuestra realidad es más correcto referirse de manera abreviada como "Ley de Facturación Neta". El término "Facturación Neta" hace referencia a que en las boletas que las empresas de suministro eléctrico (empresas distribuidoras) entregan a sus clientes se cobra o factura el valor neto resultante de la valorización de los consumos que tenga un Cliente, menos la valorización de sus inyecciones de energía.

¿Cuándo entró en vigencia la ley?

El 22 de octubre de 2014.

¿Quiénes pueden acceder a este beneficio?

Los clientes regulados.

¿Quiénes son los clientes regulados?

Para estos efectos, se entiende por clientes regulados aquellos cuyo servicio está sujeto a fijación de precios, que corresponden en general, a pequeños y medianos consumidores, que tengan una capacidad conectada inferior a 500 kW, y aquellos con capacidad conectada entre los 500 y 5.000 kW que hayan optado por sujetarse al régimen de los clientes regulados de conformidad a la normativa vigente. (ej: clientes residenciales, comerciales o industriales pequeños, colegios, etc.)

¿Qué tipo de equipamiento debo usar para hacer uso de esta Ley?

Para hacer uso de la Ley se deben utilizar sistemas de generación de energía eléctrica basados en energías renovables no convencionales (ERNC) o de cogeneración eficiente, de hasta 100 kW. Los

medios de generación de ERNC, son aquellos que utilizan energía solar, energía hidroeléctrica (hasta 20 MW), energía eólica, de la biomasa, geotermia y de los mares. Por otra parte, las instalaciones de cogeneración eficiente son aquellas en que se genera energía eléctrica y calor en un solo proceso productivo.

¿Qué beneficios obtengo al generar mi propia energía?

Además de generar y consumir energía limpia, gracias a la Ley 20.571, los clientes tienen el derecho a vender sus excedentes a las empresas distribuidoras. Al momento de la lectura, el medidor bidireccional habrá registrado cada mes no sólo el consumo energético sino que también los aportes realizados.

¿Me podría independizar de la red?

Para lugares que tienen acceso a la red de distribución eléctrica, independizarse de la red normalmente no es la solución más económica, ya que la conexión a la red permite evitar la instalación de baterías, y recibir un beneficio económico por los excedentes de energía que pudiese resultar de la energía generada y no consumida.

Un sistema independiente u off grid (isla), se justifica normalmente cuando no hay acceso a la red de distribución o en lugares aislados. Un sistema off grid utiliza equipos y circuitos diferentes a los que se utilizan en un sistema on grid, generalmente utilizan sistemas de acumulación de energía, como baterías, que son caros y requieren mantención y recambios periódicos (ver más detalles al final).

¿Cómo se valoriza la energía que inyecto a la red de distribución?

El precio de la energía inyectada se encuentra publicado en Internet por cada una de las empresas distribuidoras en el documento denominado Tarifas de Suministro Eléctrico.

¿Varía el precio de la energía inyectada de un lugar a otro?

Se debe tener en consideración que el precio de la energía inyectada al sistema depende de: el lugar donde se conecte el cliente (comuna, sector); si cliente está conectado en baja o en alta tensión; y de la fecha en que se realizaron las inyecciones, ya que las tarifas se van ajustando con regularidad (cada 4 años), según lo establecido en la ley. Cada empresa distribuidora deberá mantener publicado el valor de la energía inyectada junto a sus tarifas vigentes.

¿Cómo me van a pagar?

El valor correspondiente a las inyecciones, será descontado en la boleta de suministro eléctrico correspondiente al mes en el cual se realizaron dichas inyecciones. De existir un saldo a favor del cliente, éste será descontado en las boletas siguientes y reajustados de acuerdo al IPC. Si en el período de tiempo establecido en el contrato (ejemplo 1 año), aún queda saldo a favor del cliente, éste será pagado por medio de vale vista u otro medio (debidamente informando al cliente por carta).

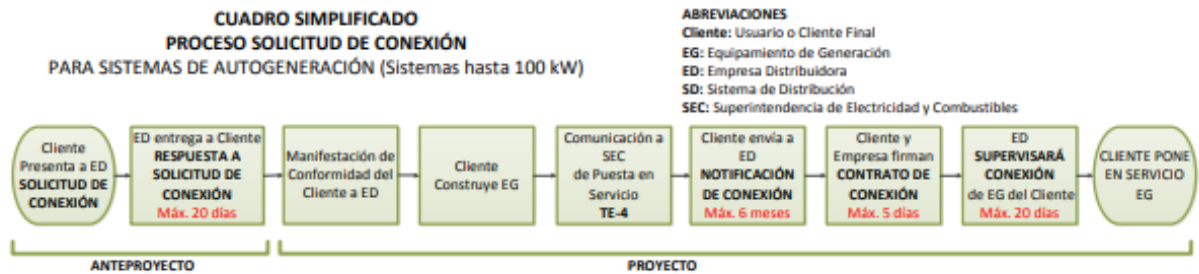
¿Cómo se puede acceder a este beneficio?

Los proyectos de autogeneración requieren de acciones de coordinación con la empresa distribuidora de electricidad correspondiente. Este conjunto de acciones se llama **Procedimiento de Conexión**. El procedimiento de conexión se inicia mediante el envío de una **Solicitud de Información** a la empresa distribuidora y termina con la ejecución del Protocolo de Conexión de Equipamiento de Generación. Mayor información en: <http://www.sec.cl>

¿Si soy arrendatario, puedo acceder a este mecanismo?

De acuerdo a lo dispuesto en la Ley los clientes finales son aquellos propietarios de los inmuebles que reciben el suministro, por lo que si un arrendatario desea instalar un equipamiento de estas características en el inmueble que arrienda, deberá contar con la autorización ante notario del propietario del mismo.

¿Cuál es el Proceso de Conexión de la Ley 20.571?



Ver: http://www.sec.cl/sitioweb/imagenes/netbilling/Proceso_de_Ley20571.jpg

¿Cuánto tiempo se requiere para completar el procedimiento de conexión?

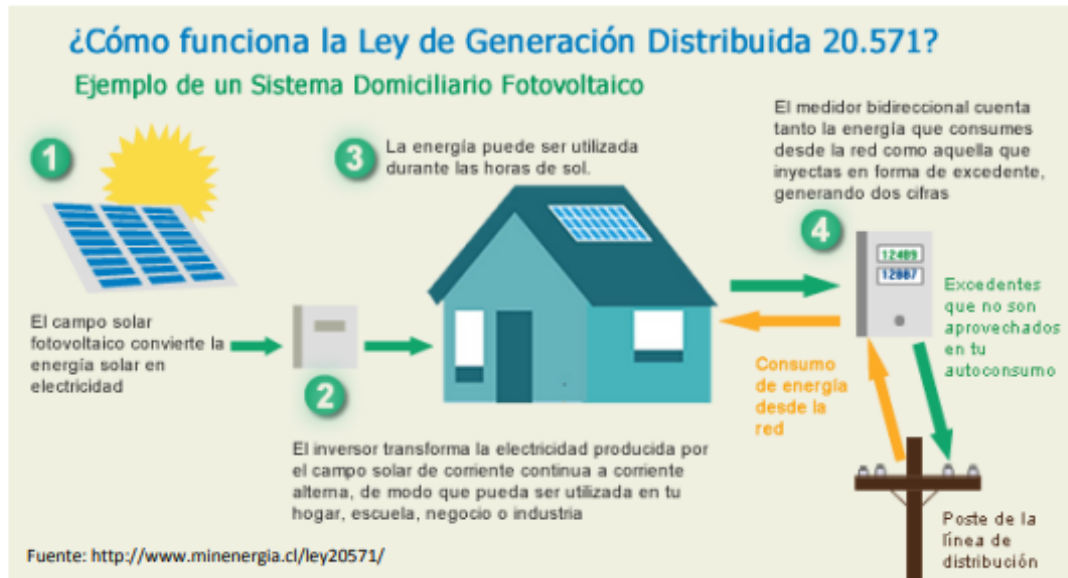
El tiempo requerido depende de varios factores. Entre los principales se encuentran el tiempo requerido para la instalación del sistema de generación, el tiempo requerido para adaptar las redes de distribución (de ser necesario) y los tiempos asociados al intercambio de información entre el cliente y la distribuidora.

Una instalación que no requiera modificaciones a la red de distribución eléctrica, debería demorar entre 2 y 8 meses, aproximadamente, donde el mayor tiempo lo definirá el plazo de instalación del equipo de generación. En todo caso, el reglamento establece distintos plazos máximos asociados a cada una de las etapas, especificados en el cuadro anterior, a fin de evitar dilaciones innecesarias.

Si el equipamiento de generación ya se encuentra instalado en una vivienda, ¿puede inyectar a la red y recibir el pago por dichas inyecciones?

Un sistema de generación ya instalado podrá acogerse a la Ley 20.571, inyectar a la red y recibir el pago por dichas inyecciones una vez se haya regularizado ante la SEC. Para ello deberá cumplir con los requisitos establecidos en la normativa y oficios SEC sobre regularización de instalaciones existentes.

Ejemplo de un sistema de generación ciudadana - solar fotovoltaico



¿Cuáles son los componentes en un sistema domiciliario fotovoltaico?

Los **Paneles Fotovoltaicos** son los dispositivos que convierten la radiación solar en electricidad.

El **Inversor**, es el equipo que transforma la energía eléctrica generada por los paneles de corriente continua a corriente alterna, para que así pueda ser utilizada e inyectada a la red.

El **Medidor Bidireccional**, es un medidor que permite registrar la electricidad consumida desde la red eléctrica y la inyección de energía a la red, por separado.

El **Tablero de Distribución (TDA)**, es la unidad que aloja a los dispositivos electrónicos tales como automáticos, diferenciales y materiales que interconectan los circuitos eléctricos.

Aspectos relevantes del procedimiento de conexión

¿Puede la empresa distribuidora rechazar una Solicitud de Conexión?

No, pero puede pedir correcciones en caso de que exista algún error en la solicitud, como por ejemplo, que falte información o que el sistema exceda los 100 kW.

¿Se necesita contratar un especialista para gestionar el procedimiento de conexión?

Al igual que en todo proyecto eléctrico, con miras a evitar peligro para las personas o enseres, se requiere la asistencia de un instalador eléctrico autorizado por la Superintendencia de Electricidad



Ministerio de Energía

y Combustibles (SEC) (Clase A o B para sistemas FV). Ver buscador y validador de instaladores en:
http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,5307707&_dad=portal&_schema=PORTAL

¿Es obligatorio declarar la puesta en servicio de un equipamiento de generación?

Sí, los equipamientos de generación acogidos a la Ley N° 20.571, deben ser declarados mediante el Trámite Eléctrico "TE4" de Comunicación de Puesta en Servicio de Generadoras Residenciales a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles. La declaración debe estar firmada por el propietario y el instalador eléctrico autorizado responsable de la instalación. El procedimiento y el contenido que debe tener la declaración está descrito en el "Procedimiento de Puesta en Servicio: RGR N° 01/2014" disponible en www.sec.cl.

¿Cuáles son los costos asociados a la conexión de un sistema de generación ciudadana?

Los costos asociados a la conexión son aquellos que la empresa distribuidora eventualmente cobra para formular las respuestas a las solicitudes de información y de conexión, y los costos asociados a las actividades de supervisión que se realizan al momento de conectar el equipamiento de conexión. Dichos costos se encuentran publicados en las páginas web de las empresas distribuidoras, en los tarifarios de "servicios no regulados".

En caso de requerirse modificaciones al empalme o a la red de distribución, se generarán otros costos que serán de cargo del cliente. De la misma forma, en caso de no disponer de un medidor bidireccional se deberá considerar dicho costo.

A modo de referencia, los costos de tramitación y conexión publicados por una empresa de distribución eléctrica en Santiago en el mes de octubre de 2015, están en torno a 40 mil pesos, a este valor se debe agregar el costo del medidor bidireccional (el valor comercial del equipo debiera estar en torno a los 30 mil pesos).

¿Requisitos mínimos a considerar para instalar un sistema de autogeneración?

Dado que se debe intervenir la instalación eléctrica interior es necesario que ésta se encuentre en buen estado y debidamente inscrita y regularizadas las modificaciones si estas existieran (Declaración de Instalación Eléctrica Interior "TE1"). De otra forma podría implicar un costo adicional para el cliente.

¿Qué pasa si la tensión en la red de distribución no se encuentra dentro de los rangos establecidos en la normativa?

Es deber de la empresa distribuidora mantener sus redes en conformidad con la normativa técnica nacional. En consecuencia, si la red, en forma previa a la instalación del sistema FV, se encuentra fuera de norma, es derecho de los clientes exigir la puesta en norma de ésta. Si el problema no fuese subsanado por la empresa distribuidora, el cliente tiene derecho a poner un reclamo en la SEC.



Ministerio de Energía

¿Cómo y quién efectúa la conexión del equipo a las redes de distribución?

Una vez firmado el contrato de conexión, la empresa distribuidora debe efectuar o supervisar la conexión del equipo de generación.

¿Dónde acudo en caso de conflicto con la empresa distribuidora?

Se debe recurrir a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, en conformidad con lo establecido en el Decreto 71, disponible en <http://www.minenergia.cl/ley20571/>.

Tecnologías con mayor penetración: la solar fotovoltaica

¿Existe una estadística sobre qué tipo de energía es la que más se está instalando: solar, eólica, etc.?

A un año de la entrada en vigencia de la Ley, todos los proyectos presentados han sido del tipo solar fotovoltaico. Sin embargo, se observa un aumento importante en el interés por utilizar sistemas hidráulicos, eólicos y de cogeneración de energía eléctrica.

Cabe destacar que los sistemas que utilizan energía solar fotovoltaica, por ejemplo, son una alternativa eficiente en las zonas del país donde existe una elevada radiación y/o elevados precios de energía.

¿Cuál es el costo de un sistema fotovoltaico (SFV)?

Dado que estas tecnologías son aún nuevas en Chile, existe todavía una alta variabilidad en los precios. Por ejemplo, se estima que el precio de un sistema de 1 kW se encuentra entre 1,5 y 3 millones de pesos. Un sistema de este tamaño cuenta con alrededor de 5 módulos fotovoltaicos dispuestos en un área de entre 7 y 10 metros cuadrados. Es importante tener en consideración que este tipo de sistemas cuenta con importantes economías de escala. En consecuencia, sistemas de mayor tamaño tienen costos, expresados en pesos por kW instalado, inferiores a los informados anteriormente. A modo de ejemplo, el Programa de Techos Solares Públicos está alcanzando valores inferiores a los 2.000 USD/kWp en sistemas superiores a 40 kWp (la licitación del Centro Cultural GAM en Santiago, proyecto de 100 kWp, obtuvo un valor de 1.320 USD/kWp en agosto de 2015). Mayores detalles en: <http://www.minenergia.cl/techossolares>

¿Cuánta energía puede producir una instalación solar fotovoltaica?

A modo de ejemplo, la producción de un sistema de 1 kW, dependiendo de factores como la zona climática donde se instale y la orientación e inclinación de los módulos, puede llegar hasta los 2.500 kWh/año en la zona norte o estar por debajo de los 1.000 kWh/año en la zona austral.

Por ejemplo, una familia promedio consume 150 kWh al mes y 1.800 kWh al año, por lo que un sistema de 1 kW en el norte del país podría abastecer por completo su consumo y generar excedentes.



Ministerio de Energía

¿Qué beneficio económico podría producir una instalación solar fotovoltaica?

Un sistema fotovoltaico de 1 kW podría reportar un beneficio económico de entre \$80.000 y \$150.000 al año aproximadamente (ahorro por la energía autogenerada y la valorización de las inyecciones). El beneficio económico depende de varios factores, entre los que se cuentan: la generación de electricidad, la tarifa eléctrica de la zona en la que éste se encuentra conectado y el tipo de tarifa a la que está afecto el inmueble asociado a la instalación.

¿Qué requisitos constructivos deben cumplir las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red?

Los requisitos de diseño, ejecución, inspección y mantenimiento para instalaciones fotovoltaicas están normados por la "Instrucción Técnica: RGR N° 02/2014" disponible en www.sec.cl. Los requisitos para la conexión a la red están normados en la Norma Técnica de Conexión y Operación de Equipamiento de Generación, disponible en el mismo sitio.

¿Puedo usar cualquier módulo solar fotovoltaico?

No, sólo se pueden utilizar paneles solares autorizados por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC). Esto aplica también para los inversores que se utilizan en los sistemas fotovoltaicos, así como para los medidores bidireccionales. En el caso de los inversores, aparte de ser necesario contar con la autorización de la SEC para su utilización, se requiere que éstos cumplan con otros requerimientos establecidos en la normativa. El listado actualizado de los productos autorizados para ser instalados en el contexto de la Ley 20.571 se encuentra disponible en www.sec.cl.

¿Qué factores se deben considerar para dimensionar un sistema fotovoltaico?

Para el dimensionamiento de un SFV se debe considerar la radiación solar de la zona, el espacio disponible (ej: en el techo), la tarifa eléctrica y el perfil de consumo de electricidad del cliente, en particular el consumo durante el día cuando el SFV genera la energía, entre otros.

Un sistema fotovoltaico orientado al autoconsumo debiera dimensionarse de acuerdo al consumo de energía del cliente, es decir: energía generada = energía consumida en un período de tiempo (generalmente 1 año). De esta manera, no incurriremos en costos de inversión adicionales

¿Cómo puedo estimar la energía solar disponible en una localidad determinada?

El Ministerio de Energía habilitó un sitio web interactivo de acceso público y gratuito, el cual permite simular la producción de energía solar en cualquier punto del país, de modo que los interesados en implementar sistemas de autogeneración fotovoltaica puedan tener una manera simple de estimar la energía que podrían autoproducir. Ver el Explorador Solar en: <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Solar3/>

¿Cuáles son los criterios clave para la correcta instalación y funcionamiento de un sistema fotovoltaico?

Como Chile se sitúa en el hemisferio Sur los módulos FV se deben orientar siempre hacia el norte. Además, se deben instalar con la inclinación adecuada, normalmente un poco menor a la latitud de la zona en que se instalará el sistema. Por ejemplo en RM la latitud es 33°, los paneles se debieran instalar con una inclinación entre 25° y 30°. En el norte esta inclinación será menor y en el sur mayor.

Los paneles solares no deben recibir sombra parcial o total (ej: sombra de árboles, estructuras vecinas, chimeneas, equipos de frío).

Si se instalan en el techo, éste debe estar en buen estado para soportar el peso del sistema (valor referencial de 20 kg/m²) y contar con una manera segura de acceder a la instalación para efectos de diseño, montaje y mantenimiento.

La Instalación Eléctrica Interior de la propiedad deberá estar en buen estado (Declaración de Instalación Eléctrica Interior al día "TE1", http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,2313432&_dad=portal&_schema=PORTAL).

Procurar que los módulos se mantengan limpios, sin acumular polvo ni excretas de aves.

Es necesario que el usuario se capacite en la operación y mantención del sistema, para ello se recomienda al cliente participar en el dimensionamiento e instalación y procurar tener acceso a un servicio de postventa.

Aplicaciones de energías renovables no convencionales en el sector silvoagropecuario

¿Qué tecnologías de energías renovables son aplicables al sector silvoagropecuario para producir electricidad o calor?

Se puede mencionar sistemas fotovoltaicos y eólicos para bombeo de agua y riego, micro centrales hidráulicas asociadas a cursos de agua o canales de riego, sistemas fotovoltaicos para iluminación de invernaderos, dependencias o sistemas de ordeña, sistemas solares térmicos para agua caliente sanitaria o de procesos, secado y refrigeración solar, producción de biogás para uso térmico o eléctrico, bombas de calor geotérmicas para calor y frío, calderas con biomasa para generación de calor, cogeneración con biomasa (combustión directa), dentro de otros.

¿Qué es un sistema de generación aislado (off-grid)?

Los sistemas de generación aislados (**off-grid**) son sistemas no conectados a la red de distribución de electricidad (sistemas isla), los cuales pueden utilizar sistemas convencionales (generalmente diésel) o Energías Renovables No Convencionales (ERNC). Además se utilizan sistemas híbridos,



Ministerio de Energía

que combinan un tipo de ERNC con sistemas convencionales, así se pueden encontrar soluciones tales como sistemas fotovoltaicos y generador diésel, eólicos-diésel u otros. Los sistemas independientes pueden considerar muchas veces baterías para almacenar energía no utilizada en el momento.

Estas soluciones son utilizadas en sectores rurales, zonas aisladas de la red de distribución eléctrica, o con baja calidad de suministro. Un ejemplo de ellos son las bombas solares fotovoltaicas para riego, éstas pueden funcionar de manera off-grid sin utilizar baterías, no obstante en los períodos del año en que no se utiliza en riego, la energía generada se pierde.

¿Qué es un sistema de generación conectado a la red (on-grid)?

Los sistemas conectados a la red (**on-grid**) se encuentran conectados a la red de distribución eléctrica pública. La utilización de estos sistemas basados en ERNC, están destinados a alimentar una carga interna (por ejemplo los consumos de la parcela) y entregar los excedentes a la red. El sistema produce energía cuando el recurso está disponible (ej: sol o viento). Si la generación de energía eléctrica del equipo supera la energía consumida (en el predio), entonces los excedentes pueden ser inyectados a la red. Al contrario, si la generación de energía eléctrica no alcanza a suplir la demanda de la carga, este déficit se suple consumiendo energía desde la red eléctrica. Este sistema por tanto no necesita baterías. Dado que este tipo de sistema inyecta energía a la red, existe una normativa y procedimientos para la conexión, operación y calidad de suministro eléctrico. En Chile se encuentran actualmente vigentes las siguientes normativas:

- Potencias instalada menor o igual a 100 kW: En este caso se debe ajustar a lo establecido en la Ley 20.571, la cual permite generar su propia energía eléctrica, autoconsumirla y vender sus excedentes energéticos a la empresas distribuidoras de energía eléctrica.
- Potencia instalada mayor a 100 kW y menor o igual a 9 MW: corresponde aplicar el decreto supremo 244 (DS 244) y la norma técnica de conexión y operación (NTCO) en lo que respecta a condiciones y procedimientos de conexión y operación para pequeños medios de generación distribuida (PMGD).

¿Dónde obtengo más información?

Materias	Ubicación
Información General – Ministerio de Energía	http://www.minenergia.cl/ley20571/
Información Técnica Especializada – Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC)	http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,5819695&_dad=portal&_schema=PORTAL
Explorador de Energía Solar para Autoconsumo - Ministerio de Energía	http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Solar3/
Programa de Techos Solares Públicos – Ministerio de Energía	http://www.minenergia.cl/techossolares/
Información General	http://www.gob.cl/generacionciudadana/