



**UNIVERSIDAD
MAYOR**

para espíritus emprendedores

Facultad de Ciencias

**CONSTRUCCIÓN
CIVIL**

**ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE VIVIENDAS SOCIALES EN EL
MARCO DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA**

Proyecto de Título para optar al Título de Constructor Civil

Estudiante:

Francisca Daniela Arancibia Bustamante

Profesor guía:

Carlos Aguirre Núñez

Noviembre 2018

Santiago, Chile

Resumen

La presente investigación busca juntar dos aristas importantes en el desarrollo socioeconómico de las ciudades que son la vulnerabilidad social y la construcción sustentable.

Mediante mejoras y estudios de comportamiento económico se busca dar una solución a la problemática social y la problemática medioambiental.

Se presentarán aspectos técnicos de la calificación energética en vivienda, aspectos normativos de las viviendas sociales y como estos tópicos pueden unirse en uno solo.

Los resultados buscan dar soluciones concretas a problemas reales para lograr una armonía entre ambos temas a tratar.

SOLO USO ACADÉMICO

Abstract

This investigation seeks to bring together two important aspects in the socioeconomic development of cities, which are social vulnerability and sustainable construction.

Through improvements and studies of economic behavior wants to give a solution to the social problems and the environmental problems. Technical aspects of the energy rating in housing will be presented, normative aspects of social housing and how these topics can be united in one.

The results seek to give concrete solutions to real problems in order to achieve a harmony between both topics to be treated.

SOLO USO ACADÉMICO

Dedicatoria

En este largo proceso universitario quiero agradecer a quienes jugaron un rol fundamental en esto.

En primer lugar, agradecer a mi profesor guía Carlos Aguirre por querer ser parte de mi proyecto y que, gracias a él, su ayuda y su apoyo, pude sacar este trabajo adelante. Gracias por el apoyo, la guía y por siempre confiar en mí, incluso más que yo misma.

A mi familia en general por entender que fue un proceso difícil y nunca me juzgó ni me apuro, sabiendo que cada individuo tiene sus propios tiempos en la vida.

Mencionar en especial a mi mamá quién siempre confió en mí, me dio fuerza y me apoyó en todo momento, nunca poniendo en duda mis capacidades y que, sin su contención, no podría estar ahora saliendo de una carrera. Gracias por acompañarme en todo momento y por sacar adelante nuestro hogar, no es fácil hacerlo sola y siento profunda admiración por lo que hemos logrado entre tu, mi hermana y yo.

A mi pareja que apareció a mitad de camino y que me ha ayudado y apoyado en cada paso que doy, siempre dispuesto a hacerme las cosas más fáciles. Gracias por el apoyo y por ayudarme a crecer y ser mejor persona cada día.

Para finalizar, quiero agradecer a quienes ya no están, mi abuelo que tuvo que partir cuando recién me embarque en esta carrera en esta universidad, pero fue parte importante de mi formación y niñez.

Por otro lado, agradecer a mi papá que partió hace 8 años, quién estoy segura que estaría orgulloso de que este proceso esté llegando a su fin y de ver que estoy cumpliendo un sueño. Gracias por darme todas las herramientas para enfrentarme a la vida y gracias por seguir latente en nuestros corazones como fuente de energía para superar todo obstáculo. Sé que estas acá conmigo disfrutando este proceso junto a todos nosotros...

Resumen	<i>página 1</i>
Abstract	<i>página 2</i>
Dedicatoria	<i>página 3</i>
Índice	<i>página 4</i>
Índice figuras	<i>página 6</i>
Introducción	<i>página 8</i>
Capítulo 1: Antecedentes generales	<i>página 9</i>
1. Vivienda social	<i>página 10</i>
2. Subsidio para vivienda social	<i>página 10</i>
3. Calificación energética de viviendas	<i>página 13</i>
4. Tipos de calificación energética	<i>página 15</i>
5. Presentación investigación	<i>página 16</i>
6. Objetivo general	<i>página 16</i>
7. Objetivos específicos	<i>página 16</i>
8. Justificación	<i>página 16</i>
Capítulo 2: Antecedentes teóricos	<i>página 17</i>
1. Función vivienda	<i>página 17</i>
2. Certificación	<i>página 17</i>
3. Normas	<i>página 20</i>
4. Calificación energética en viviendas	<i>página 25</i>
5. Sistema CEV	<i>página 26</i>
Capítulo 3: Diseño de la investigación	<i>página 33</i>
1. Identificación del grupo a investigar	<i>página 33</i>
2. Vivienda tipo y situación base	<i>página 34</i>
3. Alternativas	<i>página 37</i>
4. Hipótesis de cálculo	<i>página 45</i>
Capítulo 4: Resultados	<i>página 48</i>
1. Calificación vivienda	<i>página 48</i>
2. Análisis económico	<i>página 50</i>

Capítulo 5: Conclusiones

página 54

Bibliografía

página 59

SOLO USO ACADÉMICO

Índice de figuras

Capítulo 1

Figura 1	<i>página 12</i>
Figura 2	<i>página 13</i>
Figura 3	<i>página 14</i>
Figura 4	<i>página 15</i>

Capítulo 2

Figura 5	<i>página 18</i>
Figura 6	<i>página 20</i>
Figura 7	<i>página 21</i>
Figura 8	<i>página 22</i>
Figura 9	<i>página 22</i>
Figura 10	<i>página 23</i>
Figura 11	<i>páginas 28</i>
Figura 12	<i>página 30</i>
Figura 13	<i>página 30</i>
Figura 14	<i>página 31</i>
Figura 15	<i>página 31</i>
Figura 16	<i>página 32</i>
Figura 17	<i>página 32</i>

Capítulo 3

Figura 18	<i>página 35</i>
Figura 19	<i>página 35</i>
Figura 20	<i>página 36</i>
Figura 21	<i>página 36</i>
Figura 22	<i>página 36</i>
Figura 23	<i>página 37</i>
Figura 24	<i>página 38</i>
Figura 25	<i>página 39</i>
Figura 26	<i>página 40</i>

Figura 27	<i>página 41</i>
Figura 28	<i>página 42</i>
Figura 29	<i>página 43</i>
Figura 30	<i>página 44</i>
Figura 31	<i>página 45</i>
Figura 32	<i>página 46</i>
Figura 33	<i>página 46</i>

Capítulo 4

Figura 34	<i>página 50</i>
Figura 35	<i>página 51</i>
Figura 36	<i>página 51</i>
Figura 37	<i>página 51</i>
Figura 38	<i>página 52</i>
Figura 39	<i>página 52</i>
Figura 40	<i>página 52</i>
Figura 41	<i>página 52</i>
Figura 42	<i>página 53</i>

Capítulo 5

Figura 43	<i>página 54</i>
Figura 44	<i>página 54</i>
Figura 45	<i>página 55</i>
Figura 46	<i>página 55</i>
Figura 47	<i>página 56</i>
Figura 48	<i>página 57</i>

Introducción

La vivienda social corresponde a una vivienda la cual está a cargo del estado y que se le otorga a grupos familiares vulnerables que no pueden acceder a una vivienda propia. En Santiago hay gran cantidad de viviendas sociales debido a la migración de familias de campo a la gran capital, lo que provocó una sobre población y una necesidad de regular y controlar los temas relacionados con la vivienda. Para mitigar el impacto y ante la necesidad de control, se crea el Ministerio de Vivienda y Urbanismo en 1965 (Tapia R. , s.f.)

Estas viviendas son netamente funcionales, cumplen con ciertos parámetros y normas que la hacen habitable y confortable en un nivel aceptable, pero se olvida de una arista que, sobre todo en estos últimos años, ha tomado fuerza en el área de la construcción, que es la construcción sustentable.

La situación actual del medio ambiente global está generando impacto en la sociedad, ya que está siendo afectado y atacado por la misma, lo cual obliga a hacer políticas públicas para lograr disminuir o erradicar los problemas actuales.

Para las viviendas sociales no se considera una calificación energética, sólo cumple con la norma descrita en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, ya que estas son solo para dar una solución social y económica a la ciudad, por lo que tener una calificación energética solo le agrega valor a la vivienda.

Para lograr una buena calificación se deben considerar varias aristas, la más relevante es la materialidad con la que se trabajará, ya que dependiendo de eso es el equipamiento que tendrá el hogar.

Es por esto que en el siguiente texto se enlazaran estos dos grandes tópicos que estaban separados, pero que, dada la situación actual de la economía y el planeta y sus recursos, se ve necesario entrelazar, los que serían la vivienda social y la alta calificación energética de ésta. El objetivo principal es poder brindar ayuda a las personas y a nuestro planeta, por lo que se hace necesario tomar conciencia inmediata de estos tópicos.

Capítulo 1 Antecedentes generales.

Todo ser vivo tiene instintos de supervivencia, ya sea se alimentarse, reproducirse, abrigarse, etc. El ser humano al ver la necesidad de cuidar la especie, comienza un avance en distintos métodos de supervivencia en los cuales se rescata la necesidad de tener protección de agentes eternos que puedan ser dañinos para la especie, como la lluvia, frío, sol. Además del peligro de agentes patológicos y de otras especies cazadoras. Para esto desarrollo refugios, los que posteriormente se convertirían en una construcción más sofisticada de un hogar, la cual solo se enfocaría en el área funcional de ésta, dejando de lado lo que su ejecución y posterior uso repercute en el medio ambiente.

La sociedad sigue su desarrollo, pero esta necesidad de vivienda sigue latente y se generan nuevas tecnologías de construcción y nuevos materiales para éstas. Lamentablemente, no todos tienen la posibilidad de optar a un hogar de alta calidad de elevados precios que cubran todas las necesidades para un confort total. Es por esto que las autoridades se preocupan de ayudar a los sectores más vulnerables a tener la oportunidad de disfrutar un hogar con los requerimientos mínimos para una vivienda digna.

En Chile, el gobierno de Chile desarrollo una rama denominada Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) que se preocupa de, entre otras cosas, entregar subsidios para ejecutar proyectos de viviendas sociales.

Otra arista es la sustentabilidad en las construcciones que busca ejecutar los proyectos con una calidad estructural optima y que cumpla la función destinada, pero además, busca que ésta sea amigable con el medio ambiente, es decir, su construcción sea lo menos impactante para el medio ambiente en el ámbito de uso de materiales, como también en su vida útil, que ésta no sea perjudicial para el entorno y que se logre un ahorro de recursos naturales, sacándoles el mayor provecho a todo recurso y así no malgastarlos o tomar de otro sector.

1. Vivienda social

El concepto de vivienda social se aplica a un inmueble que es entregado por parte del Estado a personas de escasos recursos. Es una vivienda sin fines de lucro cuyo único objetivo es brindar un hogar digno y económico a las familias vulnerables.

En Chile, se le denomina vivienda social a una vivienda económica, la cual debe cumplir con los requerimientos exigidos en el D.F.L N°2 (1959), que habla de Plan Habitacional; y con el D.L N°2.552 que son los siguientes

- a) La construcción no debe superar los 140 m² construidos.
- b) Que cumpla con el Reglamento Especial de Viviendas Económicas.
- c) Que sea una vivienda definitiva.
- d) Que resuelva la marginalidad de la comunidad.
- e) Que su financiamiento sea público o privado (Subsidios).
- f) Que su tasación no supere las 400 UF.
- g) Que sus características técnicas, de urbanización y equipamiento sean las que indica el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

2. Subsidio para vivienda social

Se le denomina subsidio al beneficio monetario que otorga el estado a alguna causa social, ya sea la creación de un proyecto solidario o potenciar alguno ya existente.

Los subsidios habitacionales están en la categoría de “Subsidio a la demanda”, los cuales su función es lograr que el usuario pague menos. Este puede ser directos o cruzados, según el estrato socioeconómico al cual pertenezca el beneficiario. Los subsidios directos son aquellos que el Estado financia directamente una parte del servicio con un monto establecido. Por otro lado, “subsidio cruzado” se le denomina al financiamiento según el consumidor, es decir, se financia más a quienes necesiten más ayuda y viceversa. (Tapia, 2017)

El subsidio habitacional contempla 5 programas, los cuales son:

- I. Comprar una vivienda:
 - Para familias vulnerables (D.S. 49)

- Para familias de sectores medios (D.S. 01 y deudores habitacionales)
 - Programa de integración social y territorial (D.S. 19)
 - Integración social y reactivación Económica (D.S. 116)
 - Subsidio de leasing Habitacional
- II. Construir una vivienda:
- Para familias vulnerables (D.S. 49)
 - Para familias de sectores medios (D.S. 01 y deudores habitacionales)
- III. Arrendar una vivienda (D.S. 52)
- IV. Mejoramiento de viviendas y barrios (PPPF) (D.S. 255):
- Mejoramiento del entorno y equipamiento comunitario
 - Mejoramiento de la vivienda
 - Ampliación de la vivienda
- V. Programa rural (D.S. 10):
- Construcción de viviendas nuevas (entre 150 y 570 UF)
 - Mejoramiento o ampliación de viviendas (entre 90 y 120 UF)
 - Mejoramiento del entorno y equipamiento comunitario (entre 90 y 25 UF)
- (MINVU, Programas del Ministerio de Obras y Urbanismo, s.f.)

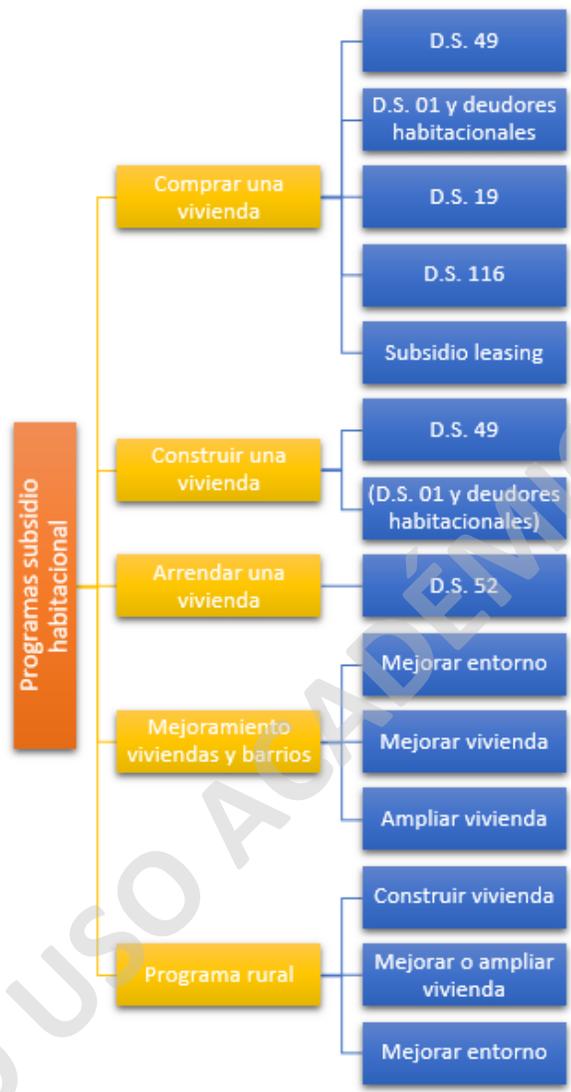


Figura 1: Diagrama programas subsidios habitacionales. Fuente: Elaboración propia.

3. Calificación energética de viviendas.

La calificación energética de viviendas (CEV) es una herramienta que clasifica a la vivienda según su eficiencia energética mientras esta en uso. Esta calificación considera, además de la materialidad, la calefacción, iluminación y agua caliente.

La calificación energética de viviendas (CEV) es una herramienta que se diseñó el año 2012 por el MINVU, con la colaboración del Ministerio de Energía la cual se utiliza para categorizar las viviendas de manera objetiva y estandarizada, lo que permite estudiar el desempeño de la vivienda en el ámbito térmico y la eficiencia energética que presenta.

Esta herramienta nos entrega información sobre el porcentaje de ahorro que tendrá la vivienda en cuanto a la energía necesaria para la calefacción, el nivel de eficiencia energética que corresponde a la letra que se le asigna según el rango de porcentaje de ahorro de ésta, y por último, nos muestra la demanda que tiene la vivienda en cuanto a energía.

TIPO DE VIVIENDA	AHORROS
A Vivienda Letra A	Una vivienda calificada con letra A puede alcanzar ahorros entre un 100% y un 70% respecto de la vivienda de referencia.
B Vivienda Letra B	Una vivienda calificada con letra B puede alcanzar ahorros entre un 70% y un 56% respecto de la vivienda base.
C Vivienda Letra C	Una vivienda calificada con letra C puede alcanzar ahorros entre un 55% y un 41% respecto de la vivienda base.
D Vivienda Letra D	Una vivienda calificada con letra D puede alcanzar ahorros entre un 40% y un 21% respecto de la vivienda base.
E 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.
F Vivienda Letra F	Una vivienda calificada con letra F puede alcanzar un sobreconsumo entre un 10% y un 34% respecto de la vivienda base.
G Vivienda Letra G	Una vivienda calificada con letra G puede alcanzar un sobreconsumo entre un 35% y más respecto de la vivienda base.

Figura 2: Descripción del cálculo del ahorro para la Calificación Energética.

Fuente: <http://www.lebchile.cl>

Las viviendas calificadas contarán con una etiqueta con colores, porcentajes y letras, que van desde la A+ a la G, siendo esta última la menos eficiente, mientras que la letra E representa el estándar actual de construcción, establecido en el artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC). (MINVU, ¿Que es la calificacion energetica de viviendas?, s.f.)

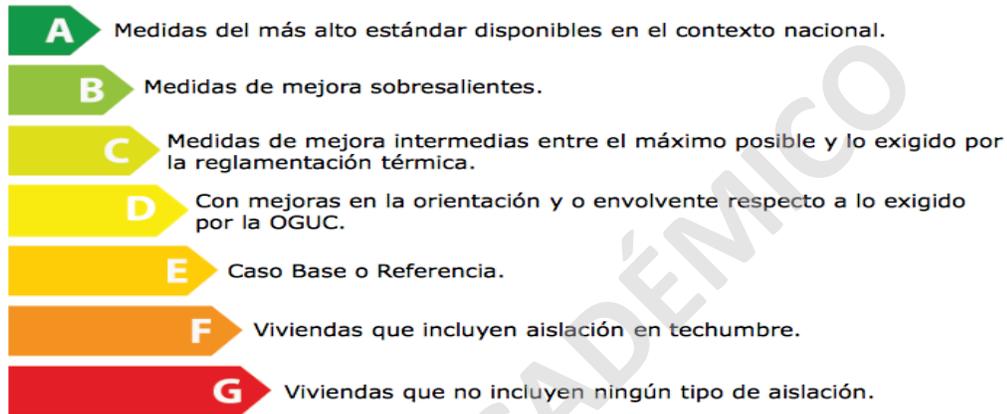


Figura 3: Letras de la calificación energética. (MINVU, s.f.)

Este sistema se utiliza para evaluar el comportamiento de la vivienda en relación con el clima en donde se ubica para así determinar la eficiencia energética de ésta.

- Precalificación energética: Se otorga cuando la vivienda cuenta con el permiso de edificación por parte de la Dirección de Obras Municipales (DOM), pero aún no tiene una recepción municipal, es decir, se evalúa en la etapa de diseño y no en la ejecución del proyecto. La precalificación es una evaluación referencial el cual es válido hasta contar con la recepción municipal.
- Calificación energética: Se le otorga a la vivienda que ya cuenta con la recepción municipal definitiva por parte del DOM y es una calificación definitiva. La calificación será vigente mientras la vivienda calificada cuente con las mismas características que tenía al momento del estudio de eficiencia.

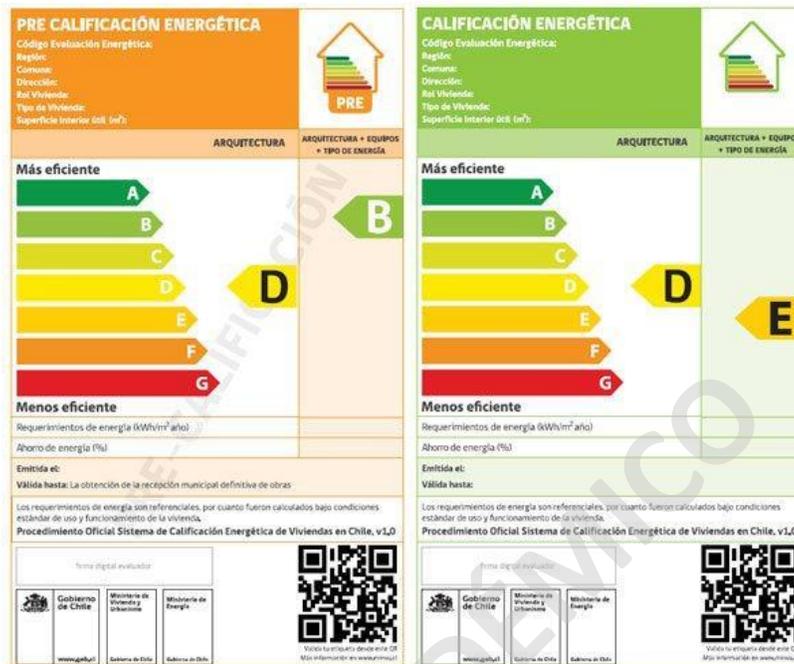


Figura 4: Etiqueta de precalificación y calificación energética. (MINVU, Tipos de calificación, s.f.)

4. Tipos de calificación energética

Las etiquetas cuentan con 2 calificaciones, las cuales son:

- **Calificación de Arquitectura:** esta calificación se le otorga en base al diseño y materiales que tendrá la vivienda, sin considerar los artefactos de calefacción con los que ésta contará. Para esta calificación se tomará en cuenta los aislantes térmicos de muros, pisos y techos. Además de otros materiales a utilizar como ventanas, puertas, etc.
- **Calificación de Arquitectura + Equipos + Tipo de Energía:** esta calificación considera, además del diseño y materialidad de la vivienda, la calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria con la que contará, la eficiencia de estos y la energía utilizada. Esta calificación es más específica, ya que considera todos los factores que influyen en la eficiencia de la vivienda.

5. Presentación investigación

La presente investigación, como trabajo de título, busca establecer parámetros de mejora en la vivienda social financiada por el estado. Su diseño es descriptivo, no experimental y exploratorio respecto a las diferentes alternativas constructivas.

6. Objetivo general:

Mejorar un proyecto de vivienda social determinada para obtener la mayor calificación energética.

7. Objetivos específicos:

- Contribuir en el ahorro de recursos disponibles que la vivienda consume, ya sea en fabricación, como en funcionamiento.
- Disminuir el impacto ambiental de las construcciones de viviendas sociales en su elaboración y en la vida útil.
- Realizar un estudio financiero sobre estas mejoras y estudiar su factibilidad.

8. Justificación:

La problemática de la población sin hogar en Chile se remonta desde los inicios, pero recién en el siglo XIX se comenzó a dar respuestas a esta situación. En la actualidad se destina 36% de la energía del mundo en edificaciones, lo que podría disminuir si éstas fuesen amigables con nuestro planeta (Valencia, 2017).

Lo que se pretende lograr es ayudar a la comunidad más vulnerable, dándoles una oportunidad de tener un hogar de calidad y, a su vez, que contribuya al medio ambiente y desacelere el daño ecológico que ésta tendría e condiciones normales.

Capítulo 2 Antecedentes teóricos

1. Función vivienda

Una vivienda es una necesidad básica del humano, por lo que es importante que ésta cumpla con los estándares mínimos de confort y de acuerdo a la norma chilena.

Por otro lado, tenemos la calificación energética de las viviendas, lo cual busca cumplir con la norma, cumplir con las expectativas del usuario y, además, ser amigable con el medio ambiente.

El ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) es la entidad encargada de dar soluciones en el ámbito habitacional y en barrios o ciudades. Ésta busca equidad e integridad de la sociedad para tener un alto estándar de vida.

Los objetivos del MINVU, con respecto al tema a tratar son:

- Disminuir déficit habitacional en los sectores vulnerables y fomentar la integración social a través de entrega de viviendas.
- Recuperar barrios vulnerables con deterioro habitacional o urbano.
- Preocuparse del desarrollo de las ciudades para lograr conectividad e integración.
- Proveer de productos y servicios de calidad.
- Fortalecer la participación responsable en la gestión y uso de la vivienda y barrio.

(MINVU, Objetivos estrategicos, s.f.)

2. Certificación

Una vivienda sustentable apunta a cumplir su rol como hogar confortable y, además, generar un ahorro de energía y recursos, ya sea en su construcción o su uso, mediante uso de ciertos materiales y utilizando las ventajas que el mismo medio ambiente nos otorga y usarlos a nuestro favor sin generar daño al entorno.

Una vivienda social sustentable busca dar techo a familias vulnerables con un inmueble que sea económico y amigable con el medio ambiente.

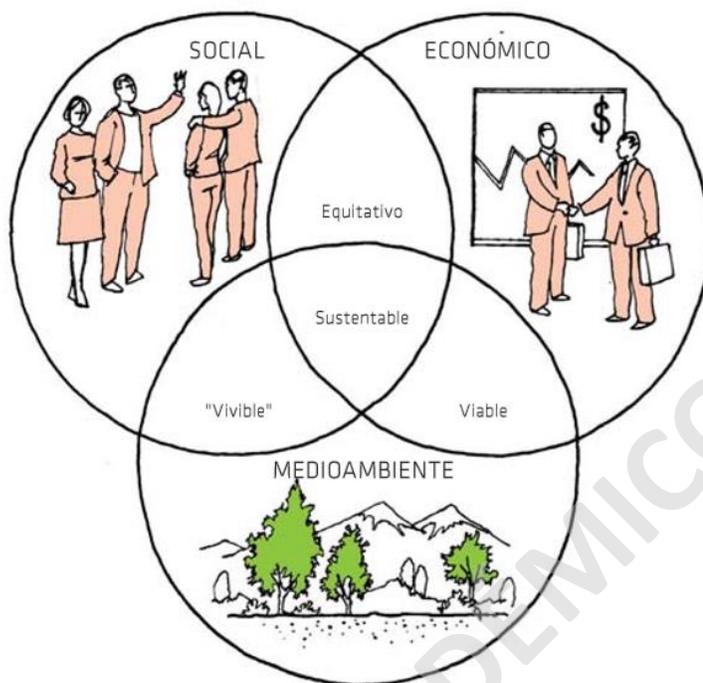


Figura 5: El concepto de desarrollo sustentable como interacción permanente entre lo Económico, lo Social y el Medio Ambiente. (Bustamante G. & Rozas U., 2009)

Existen dos factores en las viviendas sustentables: los factores externos y los factores internos.

Los factores externos hacen referencia al diseño de barrio y el uso de espacio público, esto quiere decir que para una vivienda que opte a tener una alta calificación energética, el lugar donde se emplace debe contribuir con las condiciones necesarias para lograr dicha calificación.

Los factores internos hablan de la vivienda como una construcción autónoma, tomando en cuenta dos conceptos claves; mejora térmica y ahorro energético. Estos conceptos hablan de una construcción que por sí sola, logra tener bajo consumo de energía y de recursos naturales, logrando así que su vida útil tenga menor impacto.

Se califica energéticamente el inmueble calculando su consumo en funcionamiento normal con respecto a la producción de agua caliente, calefacción, iluminación y ventilación.

La certificación energética es un documento oficial es entregado en base a información objetiva de las características de la vivienda. Ésta incluye un certificado de eficiencia energética y la asignación de una etiqueta energética, la cual se le otorga según la escala de calificación energética que nombramos en el capítulo anterior (de A a G). (Qué es el Certificado de Eficiencia Energética?, s.f.)

Este certificado contiene las características de la vivienda, sus artefactos, etc; como se muestra en las siguientes imágenes.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Edificio Terminado

Certificado Final
Certificado N°: 1224453u48349-2323

Dirección: Las Urdembas #520	Tipo de Vivienda: Casa
Corona: La Florida	Zona Térmica: 3
Ciudad: Santiago	Superficie Interior Útil: 64m ²
Rol: G58-834980	Fecha de Emisión: 10 de octubre 2008
Solicitado por: Inmobiliaria TGB	Válido Hasta: 10 de Octubre 2018

INDICADOR DEMANDA ENERGÍA

Más eficiente

A	(1-40)
B	(40-60)
C	(60-80)
D	(80-100)
E	(100-120)
F	(120-140)
G	(140-195)

México (Referencia)

Demanda de Energía: 6060 kWh/año
119 kWh/m² año

INDICADOR CONSUMO ENERGÍA PRIMARIA

Más eficiente

A	(1-38)
B	(38-64)
C	(64-90)
D	(90-78)
E	(78-106)
F	(106-134)
G	(134-190)

México (Referencia)

Consumo Energía Primaria: 12550 kWh/año
196 kWh/m² año

El indicador de demanda de energía es medida comparativa respecto a una referencia, de la cantidad efectiva de energía utilizada por la vivienda en calefacción e iluminación. Está relacionado con la calidad del diseño de la vivienda y de los materiales utilizados, sin considerar la eficiencia del sistema de calefacción e iluminación y el tipo de combustible.

El indicador de consumo de energía primaria es una medida comparativa, respecto a una referencia, del consumo total de energía utilizada por la vivienda en calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria. Considera el diseño de la vivienda, la eficiencia de los sistemas y el tipo de energía utilizada considerando sus transformaciones y pérdidas desde su lugar de origen hasta el lugar de consumo final.

INDICADORES SECUNDARIOS

Indicador Consumo de Energía	Indicador Sobrecalentamiento	Indicador de Energía Renovable (%)
100% de la vivienda sostenible	1,21	0,00

DESCRIPCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN

La certificación energética de la vivienda es un proceso voluntario y se realiza a través de dos etapas. La primera es responder a una certificación provisional en base a planos y especificaciones técnicas del proyecto antes de su construcción, obteniendo así el "Certificado del Proyecto de Regulación". La segunda corresponde a la certificación que se realiza una vez terminada la obra, se consideran las características reales de la vivienda, a través de una inspección técnica y revisión del proyecto final obteniendo así el certificado definitivo "Certificado Edificio Terminado".

La calificación energética de una vivienda en niveles desde A (de mayor eficiencia) al G (de menor eficiencia), es una estimación teórica y comparativa del comportamiento de la vivienda en relación a una referencia. Se realiza en base al procedimiento establecido en el "Manual de Certificación Energética de Viviendas". Se determina para cada una de las variables consideradas: calefacción, calentamiento de agua sanitaria e iluminación, para condiciones estándar de funcionamiento, ocupación y climáticas. Por tanto no representa el consumo real para un caso específico, y se utiliza a modo de comparación. El requerimiento energético real, dependerá de las condiciones específicas de operación de funcionamiento y climáticas entre otras.

Este certificado es sólo informativo y sirve para comparar la eficiencia entre viviendas. No representa el requerimiento energético real de ella.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Edificio Terminado

Certificado Final
Certificado N°: 1224453u48349-2323

REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA Y EMISIONES DE CO₂

Elemento	Calefacción	Iluminación	ACS
Demanda de Energía (%)	79,1%	5,4%	15,5%
Consumo de Energía (%)	94%	8%	-
Consumo de Energía Primaria (%)	79%	9%	12%

Emisiones CO₂: 49 kg/m² año

CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

Los elementos detallados a continuación corresponden a las principales características de la vivienda bajo las cuales se obtuvo la calificación energética. Tanto el proyecto como la obra terminada deben cumplir en detalle con todos estos requerimientos.

Elemento	M ²	Descripción	Transmitancia Térmica (m ² W) Vivienda	Requerimiento (m ² W)
Muro Principal	60	Ladrillo rojo 15 cm de espesor, polietileno expandido por el exterior.	1,3	1,3
Muro Secundario	0	-	-	-
Piso	64	Losa hormigón armado, sin aislamiento.	3,3	-
Techo Principal	64	Cielo con 9 cm de aislación.	0,3	0,47
Techo Secundario	0	-	-	-
Ventana Principal	7,5	Vidrio monolítico, marco aluminio.	5,8	5,8
Ventana Secundaria	1	Ebano vidriado hermetico, marco PVC.	3,0	5,8

SISTEMAS

Sistema	Descripción
Calefacción	Caldera a gas con encendido automático y radiadores de agua caliente.
Agua Caliente Sanitaria	Sistema de colectores solares (6m ²) con sistema auxiliar a gas.

REQUERIMIENTOS ENERGÉTICOS CARACTERÍSTICOS: ZONA TÉRMICA 3

Vivienda Actual	162 kWh/m ² año
Vivienda Pasada	129 kWh/m ² año
Departamento	83 kWh/m ² año

*Valor de demanda de energía para vivienda de referencia. Cálculo realizado en Chile y ajustado a 15°C.

Los requerimientos de energía de las viviendas dependen de su orientación, de las condiciones de uso, de los sistemas, del aislamiento de la envolvente y de su exposición al exterior. Así, por ejemplo, un departamento al estar agrupado con otros sólo una parte de él está expuesto al exterior, con lo que su requerimiento de energía será menor que una casa pasada con mayor nivel de exposición y mucho menor que una casa aislada que se encuentra completamente expuesta. Los valores corresponden a viviendas que cumplen estrictamente con la reglamentación del 2007. Para viviendas mejor aisladas las diferencias entre ellas disminuyen.

Evaluador Energético: Luis Gutiérrez
N° Registro: #1200029342-2302

Evaluador Energético: Luis Gutiérrez
N° Registro: #1200029342-2302



Figura 6: Ejemplo certificado de eficiencia energética (Colonelli Pérez-Cotapos. & Fissore Schiappacasse, 2009)

3. Normas

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) es el reglamento de la Ley General de Urbanismo y Construcciones y contiene las disposiciones reglamentarias de la ley, regula los procedimientos administrativos, el proceso de la planificación urbana, la urbanización de los terrenos, la construcción y los estándares técnicos de diseño y construcción exigibles en la urbanización y la construcción (artículo 2° LGUC). (MINVU, Urbanismo y Construcción)

Según la OGUC todas las viviendas deben cumplir con exigencias mínimas de acondicionamiento térmico que se detalla en el artículo 4.1.10.

“**Artículo 4.1.10.** Todas las viviendas deberán cumplir con las exigencias de acondicionamiento térmico que se señalan a continuación:

COMPLEJOS DE TECHUMBRE, MUROS PERIMETRALES Y PISOS VENTILADOS:

A. Exigencias:

Los complejos de techumbres, muros perimetrales y pisos inferiores ventilados, entendidos como elementos que constituyen la envolvente de la vivienda, deberán tener una transmitancia térmica “U” igual o menor, o una resistencia térmica total “Rt” igual o superior, a la señalada para la zona que le corresponda al proyecto de arquitectura, de acuerdo con los planos de zonificación térmica aprobados por resoluciones del Ministro de Vivienda y Urbanismo y a la siguiente tabla:

ZONA	TECHUMBRE		MUROS		PISOS VENTILADOS	
	U	Rt	U	Rt	U	Rt
	W/m ² K	m ² K/W	W/m ² K	m ² K/W	W/m ² K	m ² K/W
1	0,84	1,19	4,0	0,25	3,60	0,28
2	0,60	1,67	3,0	0,33	0,87	1,15
3	0,47	2,13	1,9	0,53	0,70	1,43
4	0,38	2,63	1,7	0,59	0,60	1,67
5	0,33	3,03	1,6	0,63	0,50	2,00
6	0,28	3,57	1,1	0,91	0,39	2,56
7	0,25	4,00	0,6	1,67	0,32	3,13

Figura 7: Tabla de transmitancia (Urbanismo, 2018)

B. Alternativas para cumplir las exigencias térmicas definidas en el presente artículo:

Para los efectos de cumplir con las condiciones establecidas en el Tabla 1 se podrá optar entre las siguientes alternativas:

1. Mediante la incorporación de un material aislante etiquetado con el R100 correspondiente a la Tabla 2:

Se deberá especificar y colocar un material aislante térmico, incorporado o adosado, al complejo de techumbre, al complejo de muro, o al complejo de piso ventilado cuyo 100

mínimo, rotulado según la norma técnica NCh 2251, de conformidad a lo indicado en la tabla siguiente:

ZONA	TECHUMBRE R100(*)	MUROS R100(*)	PISOS VENTILADOS R100(*)
1	94	23	23
2	141	23	98
3	188	40	126
4	235	46	150
5	282	50	183
6	329	78	239
7	376	154	295

(*) Según la norma NCh 2251: R100 = valor equivalente a la Resistencia Térmica (m^2K / W) x 100.

Figura 8: Valores según zona térmica (Urbanismo, 2018)

2. EXIGENCIAS PARA VENTANAS:

Se considerará complejo de ventana, a los elementos constructivos que constituyen los vanos vidriados de la envolvente de la vivienda.

A. Porcentaje máximo superficie de ventanas respecto a paramentos verticales de la envolvente:

El complejo de ventana deberá cumplir con las exigencias establecidas en la siguiente tabla, en relación al tipo de vidrio que se especifique y a la zona térmica en la cual se emplace el proyecto de arquitectura. El tipo de vidrio a utilizar en las superficies de ventanas deberá ser indicado en las especificaciones técnicas del proyecto de arquitectura.

ZONA	VENTANAS		
	% MÁXIMO DE SUPERFICIE VIDRIADA RESPECTO A PARAMENTOS VERTICALES DE LA ENVOLVENTE		
	VIDRIO MONOLÍTICO (b)	DVH DOBLE VIDRIADO HERMÉTICO (c)	
		$3.6 W/m^2K \geq U > 2.4 W/m^2K$ (a)	$U \leq 2.4 W/m^2K$
1	50%	60%	80%
2	40%	60%	80%
3	25%	60%	80%
4	21%	60%	75%
5	18%	51%	70%
6	14%	37%	55%
7	12%	28%	37%

Figura 9: Porcentaje máximo de superficie de ventanas (Urbanismo, 2018)

En el caso que el proyecto de arquitectura considere más de un tipo de vidrio, según Tabla 3, se deberá determinar el máximo porcentaje posible para cada tipo de vidrio respecto a la superficie total de la envolvente vertical. Para ello, por cada tipo de vidrio a utilizar, se deberá aplicar la siguiente fórmula:

$$\frac{TP \times MV}{100} = MSV$$

B. Método Alternativo del U ponderado:

Sólo en las zonas térmicas: 3, 4, 5, 6 y 7, se podrá utilizar un método alternativo del U ponderado el cual sólo podrá aplicarse para el caso de vidrios monolíticos. Para los casos previstos en el párrafo anterior, se podrá aumentar la superficie vidriada sobre los valores de Tabla 3 de este artículo, compensando el aumento de superficie vidriada con el mejoramiento de la transmitancia térmica de la solución de muros. El U ponderado deberá tener un valor igual o menor al señalado para la zona en la que se ubique el proyecto de arquitectura, de acuerdo a la Tabla siguiente:

ZONA	U Ponderado W/m ² K
3	2.88
4	2.56
5	2.36
6	1.76
7	1.22

Figura 10: U ponderado según zona térmica. (Urbanismo, 2018)

Para determinar la transmitancia térmica ponderada de los paramentos verticales de la envolvente del proyecto de arquitectura se deberá calcular el U ponderado del proyecto de conformidad a la fórmula que se señala, debiendo los muros perimetrales en contacto al exterior poseer una transmitancia térmica igual o menor al valor establecido, según zona térmica, en las exigencias para muros de la Tabla 1 del presente artículo:

SM: Superficie de muro

UM: Transmitancia térmica del muro

SV: Superficie de ventana

UV: Transmitancia térmica ventana

STE: Superficie total de los paramentos verticales de la envolvente del proyecto de arquitectura.

Para la aplicación de la fórmula del párrafo anterior, los muros que limiten con uno o más locales cerrados, deberán considerarse como parte de la envolvente para efectos de cálculo del U ponderado. Para estos muros se adoptará la transmitancia establecida para la zona térmica en la cual se emplace el proyecto de arquitectura, de acuerdo a la Tabla 1, independiente de su transmitancia térmica real.

En el caso en que los paramentos verticales del proyecto de arquitectura estén compuestos por más de una solución constructiva, determinando así, más de una transmitancia térmica para muros, se aplicará la siguiente fórmula para determinar el U ponderado:

$$\frac{(SM-1 \times U 1) + (SM-2 \times U - 2) + (SM- n... \times U - n...) + (SV \times UV)}{STE} = U \text{ Ponderado}$$

SM- 1: Superficie muro 1

U-1: Transmitancia térmica muro 1

SM-2: Superficie muro 2

U-2: Transmitancia térmica muro 2

SV: Superficie ventana

UV: Transmitancia térmica ventana.

STE: Superficie total de los paramentos verticales de la envolvente.

En ambos casos si el proyecto de arquitectura contempla más de un tipo de ventana, asimilados a distintos valores de Transmitancia, según la Tabla 3, se ponderará, toda la superficie vidriada con el valor de transmitancia térmica del vidrio monolítico.

La superficie de ventana para el vidrio monolítico del cálculo del U ponderado no podrá, en ningún caso, aumentar más de un 40 % respecto al porcentaje máximo de superficie permitido para la zona térmica, según lo señalado en la Tabla 3.” (Urbanismo, 2018)

4. Evaluación energética en viviendas.

La evaluación energética de viviendas es un procedimiento que determina la eficiencia energética de una vivienda considerando el requerimiento de ésta en temas de calefacción, iluminación, etc., mediante una calificación, precalificación o acreditación de que cumple con la norma sobre acondicionamiento térmico dicho en la OGUC.

La calificación energética cuenta con una serie de actores que cumplen distintos roles dentro del flujo de la evaluación de la vivienda.

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo puede ejecutar un rol directivo que consiste en supervisar e instruir acciones para el buen funcionamiento del sistema CEV. Además, establece los requisitos para evaluar la eficiencia energética y acredita los roles de:

- Profesionales que sean evaluadores energéticos (Evaluador energético: Persona natural que, habiendo cumplido con los requisitos establecidos en el presente manual, ha sido habilitada mediante resolución del Minvu, para realizar la evaluación energética de viviendas, mediante la aplicación de la herramienta de calificación energética. (Minvu, 2018))
- Profesionales que sean fiscalizadores del sistema CEV (Fiscalizador: Persona natural o jurídica que tiene por función realizar auditorías al proceso de calificación energética, informando de los resultados de estas a la entidad administradora (Minvu, 2018))
- Entidades para cumplir el rol administrador parcial o total cuando el MINVU no pueda ejercerlo.

Por otro lado, el Minvu podría participar como entidad administradora en la certificación o podría delegar esta función a otra entidad en su totalidad o de manera parcial, lo cual consiste en materializar las funciones del sistema CEV.

El mandante de la obra tiene la obligación de verificar si el evaluador energético está habilitado para ello. Además, el mandante debe entregar la información y documentos necesarios para realizar el estudio de eficiencia en la vivienda.

5. Sistema CEV

El sistema CEV es la herramienta principal para la evaluación de viviendas la cual incluye planillas de balance térmico dinámico (PBTD), las cuales están a disposición de todo público en la web. Estas planillas hacen el estudio de la vivienda, pero la asignación de etiquetas y letras debe ser sólo otorgado por evaluadores acreditados.

El procedimiento de cálculo de las PBTD se compone de tres planillas en formato Excel que son los siguientes:

- 1- PBTD Datos de arquitectura: en esta planilla se colocan los datos de la vivienda, ya sea materialidad como orientación, equipos de calefacción, etc.
- 2- PBTD Motor de cálculo demanda de energía: esta planilla es la que realiza el estudio de la vivienda ingresando la planilla PBTD Datos de arquitectura anteriormente completada para que realice el balance térmico dinámico.
- 3- PBTD Datos de equipos y resultados: esta planilla primero debe estar vacía para ingresarla a la planilla de PBTD Motor de cálculo demanda de energía para que este motor complete los datos de la planilla con el estudio de la vivienda realizado. Esta planilla nos arroja una serie de datos sobre la vivienda y la demanda energética, entre lo que se destacan el porcentaje de ahorro, la letra que se le asigna por el ahorro y un estudio detallado del comportamiento de la estructura en las distintas estaciones del año.

Con todos los datos recopilados se puede realizar un informe de pre-calificación energética y calificación energética, los cuales contienen información sobre la vivienda, su requerimiento energético y el ahorro y letra correspondiente.

“El Informe de calificación de Eficiencia Energética contiene la siguiente información:

- a) Código Evaluación Energética: corresponde a la numeración única con que queda registrada la Evaluación en el Registro Público Nacional de Evaluaciones, llevado por la Entidad Administradora.
- b) Fecha de emisión del Informe de Evaluación de Eficiencia Energética y la vigencia establecida por el sistema de calificación.

- c) Identificación de la vivienda. Dicha identificación contiene la dirección, incluida la comuna y región en que se encuentra emplazada; el rol de avalúo de la vivienda y el tipo de vivienda de que se trata; la zona térmica en que se ubica; y la superficie interior útil de la misma.
- d) Identificación del propietario.
- e) Demanda de energía de la vivienda (de arquitectura) y su calificación. Esta medida muestra el requerimiento de la vivienda en calefacción e iluminación, considerando el diseño de la vivienda (materialidad y orientación), sin considerar la eficiencia de los equipos de calefacción e iluminación y el tipo de energía utilizada. En caso que la demanda de energía sea calculada mediante la planilla de cálculo Excel, la demanda de energía no se mostrará en la etiqueta ni tampoco en el Informe de Evaluación de Eficiencia Energética.
- f) Consumo de energía (de arquitectura, equipos y tipos de energía) y su calificación. Esta medida muestra el requerimiento de la vivienda en calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria, considerando además del diseño de la vivienda, la eficiencia de los equipos y el tipo de energía primaria utilizada en calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria de la vivienda.
- g) Indicadores secundarios: Aporte de energías renovables no convencionales (ERNC), Sobrecalentamiento y emisiones de CO₂ equivalente.
- h) Cuadro referencial de demanda energética de calefacción e iluminación, según tipo de agrupación de vivienda (departamento, vivienda pareada o aislada).
- i) Distribución del consumo de energía en calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria.
- j) Características de la Vivienda. Contiene las características de los elementos de la envolvente de la vivienda evaluada, señalando tipo de elemento, superficie, descripción y la transmitancia térmica de cada elemento. Además, también se muestran los equipos y/o sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria.
- k) Nombre del Evaluador, RUT y Resolución que lo habilita para actuar como tal.

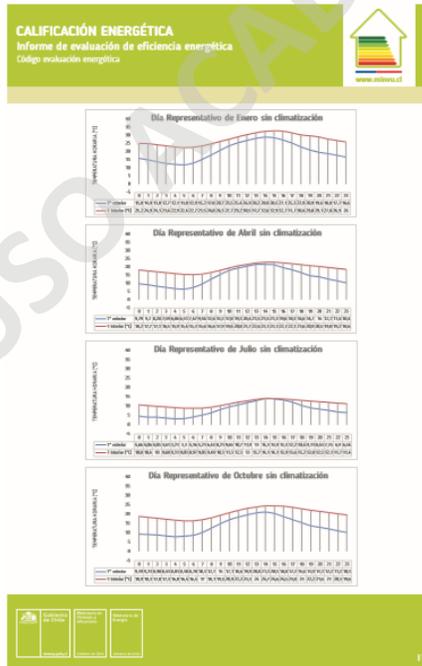
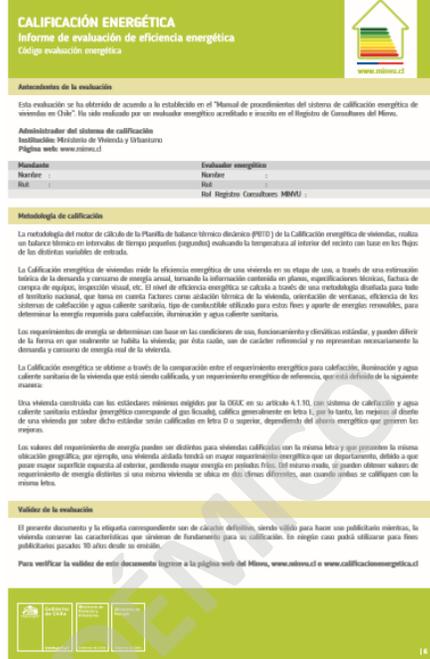
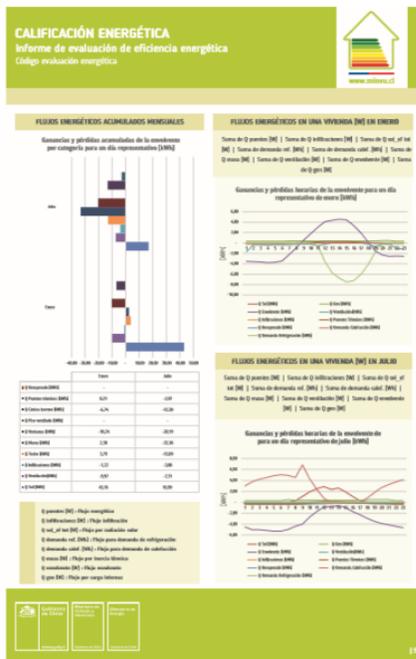


Figura 11: Informe de calificación de eficiencia energética. (Minvu, 2018)

En la actualidad no es una exigencia tener un estudio de eficiencia energética para las viviendas y, sobre todo, para viviendas sociales. La calificación energética en vivienda social es, en estos momentos, solo un valor agregado al inmueble.

Tipo de vivienda	Cantidad	%	m2
Casa aislada	7377	25,4	62,8
Casa pareada / continúa	10384	35,8	42,1
Departamento	11277	38,8	51,2
Total	29038	100	156,1

Figura 12: Tabla de viviendas evaluadas según tipo. (Minvu, Informe técnico, 2017)

Viviendas Leta de calificación energética	Precalificación		Calificación		Total	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
A	302	1	11	0	313	1
B	796	2,7	105	0,4	901	3,1
C	3257	11,3	1359	4,7	4616	15,9
D	6070	20,9	3105	10,7	9175	31,6
E	6567	22,7	5755	19,8	12322	42,4
F	1138	3,9	382	1,3	1520	5,2
G	124	0,4	67	0,2	191	0,6
Total	18254	62,9	10784	37,1	29038	100

Figura 13: Tabla de viviendas según letra de calificación energética. (Minvu, Informe técnico, 2017)

Como podemos ver en las tablas anteriores, la mayor cantidad de viviendas sociales están evaluadas con la letra D y E según el informe técnico realizado por el Minvu.

Los siguientes gráficos muestran la materialidad de algunos elementos de la vivienda social, lo que nos ayudará a entender la calificación que tienen, ya que uno de los puntos más influyentes en la demanda de energía de la vivienda es la envolvente de ésta.



Figura 14: Estructura principal en proyectos de viviendas social. (Minvu, Informe técnico, 2017)

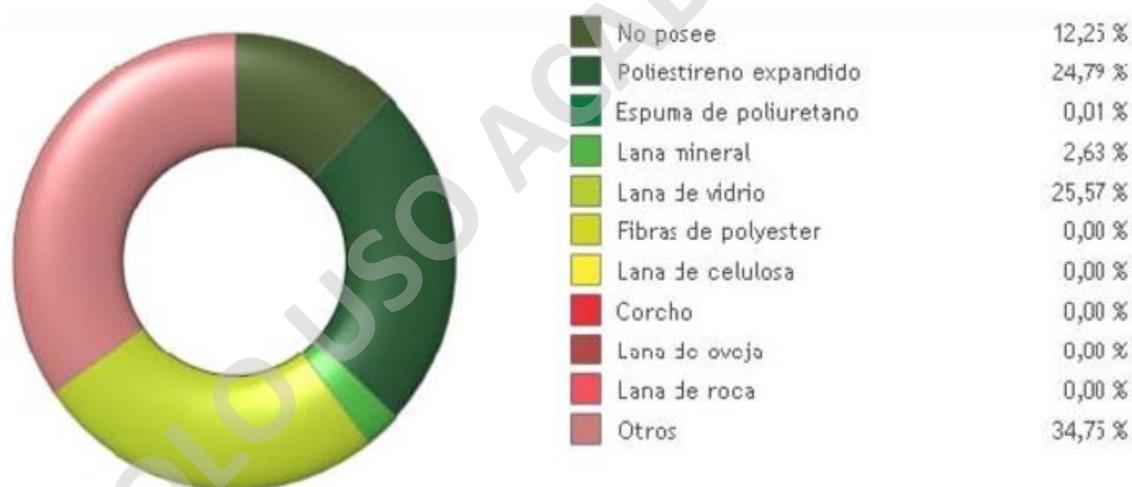


Figura 15: Aislación térmica en proyectos de vivienda social. (Minvu, Informe técnico, 2017)



Figura 16: Vidrio de ventana en proyectos de vivienda social. (Minvu, Informe técnico, 2017)



Figura 17: Tipo de marco de ventana en proyecto de vivienda social. (Minvu, Informe técnico, 2017)

Con estos datos, podemos tener una visión general del tipo de construcción que se ejecuta para proyectos de vivienda social y así, por otro lado, poder encontrar mejoras que ayuden y potencien la estructura para mayor confort y ahorro energético que se traduce, a fin de cuentas, en la tranquilidad de las familias que encontrarán en ellas su hogar.

Capítulo 3 Diseño de la investigación.

1. Identificación del grupo a investigar

Este proyecto se adscribe al Decreto Supremo 49 (DS 49) el cual ofrece a familias vulnerables que no poseen viviendas, un apoyo estatal para adquirir una vivienda hasta de 950 UF sin crédito hipotecario.

Este programa cuenta con cuatro modalidades

- i. Construcción en Nuevos terrenos
- ii. Construcción en Pequeño condominio
- iii. Construcción en sitio Propio
- iv. Construcción en Densificación Predial

Este subsidio está destinado a personas que no poseen una vivienda a su nombre, viven en situación vulnerable y pertenecen al tramo del 40% según el Registro Social de Hogares (RSH).

El financiamiento de este subsidio está sujeto a tres factores:

$$\text{Ahorro mínimo} + \text{Aporte del Estado} + \text{Aportes adicionales opcionales o recursos propios.}$$

Requisitos para postular:

- “Tener mínimo 18 años de edad.
- Contar con Cédula Nacional de Identidad vigente. Las personas extranjeras deben presentar, además, el Certificado de Permanencia Definitiva.
- Pertenecer al 40% de la población con menos recursos, de acuerdo a la calificación socioeconómica establecida en el Registro Social de Hogares (RSH).
- Tener el ahorro mínimo exigido en una cuenta de ahorro para la vivienda a nombre de quien postule, el cual será de 10 UF, a más tardar al último día hábil del mes anterior al de la postulación.
- Acreditar en el RSH un grupo familiar. No pueden postular personas solas (familias unipersonales), excepto aquellas afectadas por alguna discapacidad

(acreditada por la COMPIN), Adultos Mayores, ciudadanos que tengan la calidad de indígenas, personas reconocidas en el Informe Valech y viudos/as. (Minvu, Comprar una vivienda Fondo solidario de elección de vivienda, s.f.)

2. Vivienda tipo y situación base

Esta investigación se realizó en base a un proyecto social desarrollado, el cual ya tenía mejoras para obtener buena calificación energética. El proyecto corresponde a Pehuen II emplazado en la VIII Región de Bio Bio. Se destaca que esta vivienda es pareada y, además, se destacan ciertas especificaciones técnicas sobre la materialidad de algunos elementos, tales como:

- i. Muros perimetrales: albañilería armada de ladrillo hecho a máquina tipo gran titán reforzado de estructura térmica de 290x140x113 mm.
- ii. Techumbre: cubierta en plancha de Zicalum acanalada onda 3” de 0.40 mm de espesor, largo continuo, con traslapes verticales como mínimo 1 ½ onda, previa colocación de papel fieltro asfáltico de 15 lb traslape horizontal mínimo 10 cm corchetado a costanera y soportado con alambre galvanizado N°14 colocado de forma transversal a las costaneras desde la línea inferior a la superior de la cubierta con fijación en base corchetes, las planchas de cubierta deben cumplir con calidad Nch 233 Of. 1999.
- iii. Puertas exteriores: puerta liviana de madera resistente a la humedad de 45 mm de espesor. Se contempla “cortachiflón” de goma en la parte inferior de la cara interior.
- iv. Ventanas: ventanas tipo PVC con mecanismo de abertura y cierre tipo palanca. (García, 2011)

Estos elementos son los más relevantes, ya que sobre ellos se aplicará la mejora para lograr mejor calificación energética.

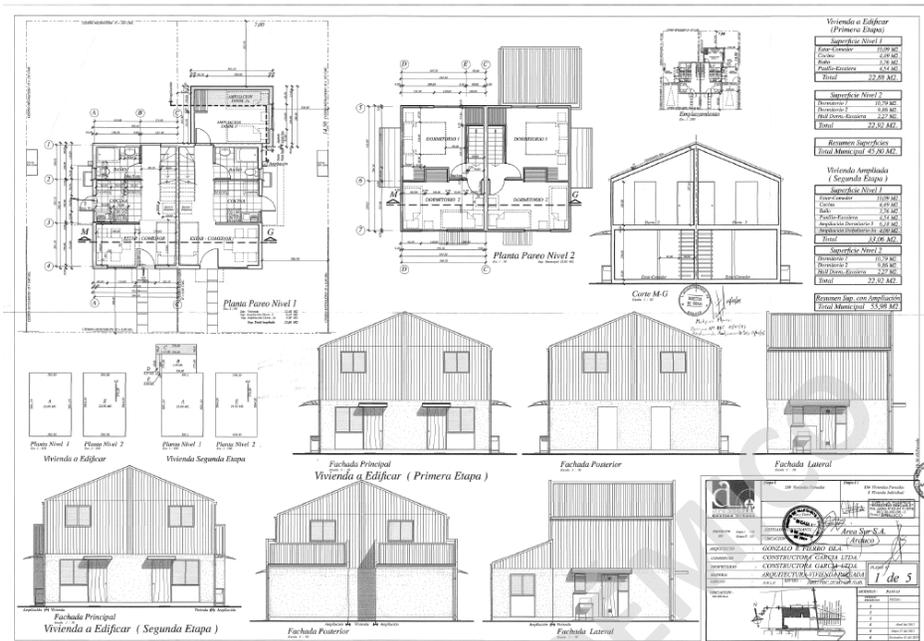


Figura 18: Plano de casa base para esta investigación.

Este proyecto contemplaba su respectiva PBTD datos de arquitectura y su precalificación energética, la cual, para efectos de este estudio, se cambió la zona a desarrollarse por la región Metropolitana, para estudiar el comportamiento en esta región.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA EN VIVIENDAS EN CHILE	
1.- Características de la vivienda	
1.1.- Datos generales e identificación del proyecto	
1	Tipo de Calificación: Vivienda nueva
2	Región: RM_Región Metropolitana de Santiago
3	Comuna: Santiago
4	Zona Térmica Proyecto: D
5	Dormitorios de la vivienda: 2
6	Identificación de la vivienda o caso: Casa Paredada 2 pisos
7	Nombre del proyecto: Pehuen II
8	Dirección de la vivienda: Casa 24 Manzana 2
9	Tipo de vivienda: Casa Paredada o continua
10	Rol vivienda: 202-02
11	Evaluador energético: 2058 Ignacio Torres Barón
12	Rol registro de Evaluadores: 2214738-4
13	RUT Evaluador: 2614738-4
14	Versión Planilla: 01.PBTD Datos de Arquitectura v2.0
15	Caso interno Evaluador: Casa Paredada 2 pisos Sur
16	Iteración Evaluador:
17	Solicitado por: Servicio de Vivienda y de Urbanismo de la Región del Bío Bío
18	RUT Mandante: 81.820.004-3
1.2.- Descripción general de los elementos de la envolvente (esto sólo se utiliza en la confección del certificado)	
19	Muro principal: Muro Albofilera con aislación por sin, de materialidad Intermedio, con U= 1.7 [W/m²K], espesor sólido 16 [cm] y espesor aislante de 0 [cm]
20	Muro secundario: Muro Tabiqueta con aislación por inter Elementos, de materialidad Liviano-Otro, con U= 0.4 [W/m²K], espesor sólido 9.5 [cm] y espesor aislante de 5 [cm]
21	Piso principal: Piso Adobado
22	Techo principal: Techo Enrigado con aislación por inter Elementos con U= 0.38 [W/m²K] y espesor aislante de 10 [cm]
23	Techo secundario:
24	Ventana principal: Vidrio y Marco: Vidrio Vidrio Monolítico (VM), sin espaciador con U= 5.8 [W/m²K] y factor solar de 0.87
25	Ventana secundaria: Vidrio y Marco: Marco Metal sin Ruptura de Puente Térmico con U= 5.8 [W/m²K] y factor Marco de 0.8
26	Puerta principal: Puerta Liviana de madera con U= 2.43 [W/m²K] y 0 % de vidrio

Figura 19: Extracto de PBTD Datos de Arquitectura de la casa utilizada como base.

Esta casa se sometió al motor de cálculo el cuál arroja una serie de datos de la vivienda en comparación con la “Casa base”, la cual corresponde a una vivienda que cumple con la norma mínima dicha en la OGUC sobre transmitancia de materiales, envolventes, etc.

Zona del Proyecto	D
Tipo de Vivienda	Casa
Demanda de Calefacción de Referencia	152,5
Demanda de Enfriamiento de Referencia	72,3
Demanda Total de Referencia	224,8

Figura 20: Datos de referencia para estudiar la vivienda.

Caso	Demanda Calefacción [kWh-año]	Demanda Refrigeración [kWh-año]	Demanda Calefacción [kWh/m2-año]	Demanda Refrigeración [kWh/m2-año]	% ahorro Demanda Calefacción	% ahorro Demanda Refrigeración	Demanda Total [kWh/m2-año]	% Ahorro Total [kWh/m2-año]	Letra
Caso Base de Prueba NO OFICIAL	Prueba no Oficial	Ejecutar 0	152,5	72,3	no aplica	no aplica	80,20		
Caso Propuesto	1.560,2	245,6	37,8	5,9	75%	108%	43,7	46%	C

Caso	Horas Disconfort frío HD (-)	Horas Disconfort calor HD (+)	Tiempo en Disconfort del total HD (-)	Tiempo en Disconfort del total HD (+)
Caso Base	-	-	0%	0%
Caso Propuesto	127,0	29,0	44%	10%

Figura 21: Demanda de casa estudiada según datos de referencia sin casa base.

Caso		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Demanda Calefacción [kWh]	Calefacción - Vivienda	-	-	-	42,8	240,6	391,1	411,4	296,8	163,2	14,2	-	-	1.560,2
	Calefacción - Base	-	-	-	54,0	291,3	468,6	500,6	346,9	188,1	19,4	-	-	1.868,9
Demanda Refrigeración [kWh]	Refrigeración - Vivienda	-125,9	-56,5	-2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61,2
	Refrigeración - Base	-175,3	-96,1	-32,3	-	-	-	-	-	-	-	-	13,4	100,0
HD (+) [hrs]	Enfriamiento: HD(-) - Vivienda	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,0	4,0	-	-	127,0
	Enfriamiento: HD(-) - Base	-	-	-	4,3	24,0	24,0	24,0	24,0	20,0	3,3	-	-	123,6
HD (-) [hrs]	Sobrecalentamiento: HD(+) - Vivienda	11,0	9,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	29,0
	Sobrecalentamiento: HD(+) - Base	13,5	9,3	5,8	-	-	-	-	-	-	-	3,5	9,0	41,0

Demanda Calefacción [kWh]	Caso Propuesto Con Clima	-	-	-	42,8	240,6	391,1	411,4	296,8	163,2	14,2	-	-	1.560,2
	Caso Base 0° Con Clima	-	-	-	50,5	274,3	451,3	482,8	332,2	180,3	16,4	-	-	-
Caso Base 90° Con Clima	-	-	-	40,6	282,7	465,4	498,1	325,9	173,9	14,2	-	-	-	1.800,7
Caso Base 180° Con Clima	-	-	-	72,0	322,6	494,4	526,1	386,7	215,1	28,6	-	-	-	2.045,5
Caso Base 270° Con Clima	-	-	-	52,8	285,5	463,5	495,3	343,0	182,9	18,3	-	-	-	1.841,3
Demanda Refrigeración [kWh]	Caso Propuesto Con Clima	-125,9	-56,5	-2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61,2
	Caso Base 0° Con Clima	-185,6	-110,3	-43,3	-	-	-	-	-	-	-	22,4	-	111,1
Caso Base 90° Con Clima	-174,5	-109,1	-55,8	-	-	-	-	-	-	-	-	14,4	-	96,1
Caso Base 180° Con Clima	-170,1	-74,0	-1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,3	95,0
Caso Base 270° Con Clima	-170,9	-91,0	-28,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,5	97,7
HD (-) [hrs]	Caso Propuesto Sin Clima	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,0	4,0	-	-	127,0
	Caso Base 0° Sin Clima	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	18,0	3,0	-	-	121,0
Caso Base 90° Sin Clima	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	18,0	3,0	-	-	-	121,0
Caso Base 180° Sin Clima	-	-	-	5,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	4,0	-	-	-	129,0
Caso Base 270° Sin Clima	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	20,0	3,0	-	-	-	123,0
HD (+) [hrs]	Caso Propuesto Sin Clima	11,0	9,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	29,0
	Caso Base 0° Sin Clima	14,0	9,0	7,0	-	-	-	-	-	-	-	5,0	9,0	44,0
Caso Base 90° Sin Clima	13,0	10,0	8,0	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0	9,0	44,0
Caso Base 180° Sin Clima	14,0	9,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	9,0	34,0
Caso Base 270° Sin Clima	13,0	9,0	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0	9,0	42,0

Figura 22: Desglose de demanda de casa estudiada comparada con casa base.

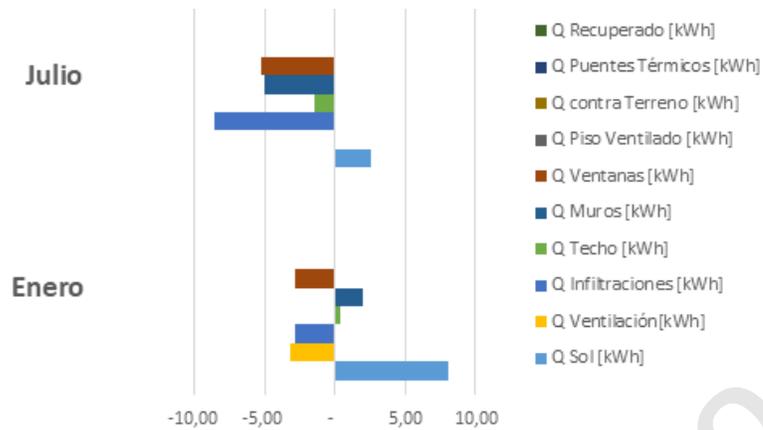


Figura 23: Flujos energéticos mensuales.

Estos datos nos dan mayor información en cuanto al estado actual de la vivienda y cómo poder mejorarla para así lograr mayor eficiencia de la estructura.

3. Alternativas

Para mejorar la eficiencia de esta casa planteamos ocho mejoras para lograr un mayor ahorro y, así mismo, subir la letra de calificación de la vivienda.

Para cada mejora se realizó un estudio con las PBTD correspondientes a cada caso que se detallaran a continuación.

i. Mejora en muro perimetral.

Caso	Demanda Calefacción [kWh-año]	Demanda Refrigeración [kWh-año]	Demanda Calefacción [kWh/m2-año]	Demanda Refrigeración [kWh/m2-año]	% ahorro Demanda Calefacción	% ahorro Demanda Refrigeración	Demanda Total [kWh/m2-año]	% Ahorro Total [kWh/m2-año]	Letra
Caso Base de Prueba NO OFICIAL	Prueba no Oficial	Ejecutar 0	152,5	72,3	no aplica	no aplica	80,20		
Caso Propuesto	1.284,8	218,9	31,1	5,3	80%	107%	36,4	55%	C

Caso (con un máximo de 24hrs x 12 meses) Total = 288hrs	Horas Disconfort frío HD (-)	Horas Disconfort calor HD (+)	Tiempo en Disconfort del total HD (-)	Tiempo en Disconfort del total HD (+)
Caso Base	-	-	0%	0%
Caso Propuesto	123,0	32,0	43%	11%

NOTA:

HD(+): Horas de disconfort sobre la banda de confort.
 HD(-): Horas de disconfort bajo la banda de confort.

Caso		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Demanda Calefacción [kWh]	Calefacción - Vivienda	-	-	-	14,4	203,5	331,5	348,9	250,2	136,4	-	-	-	1.284,8
	Calefacción - Base	-	-	-	13,4	291,6	461,3	497,0	349,0	193,5	0,2	-	-	1.805,9
Demanda Refrigeración [kWh]	Refrigeración - Vivienda	-110,9	-48,4	-4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	54,7	-218,9
	Refrigeración - Base	-155,6	-88,6	-41,9	-	-	-	-	-	-	-	26,0	90,6	-402,7
HD (+) [hrs]	Enfriamiento: HD(-) - Vivienda	-	-	-	3,0	24,0	24,0	24,0	24,0	22,0	2,0	-	-	123,0
	Enfriamiento: HD(-) - Base	-	-	-	1,8	24,0	24,0	24,0	24,0	18,5	1,0	-	-	117,3
HD (-) [hrs]	Sobrecalentamiento: HD(+) - Vivienda	13,0	9,0	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	32,0
	Sobrecalentamiento: HD(+) - Base	15,5	10,5	8,0	-	-	-	-	-	-	-	6,5	9,5	50,0

Demanda Calefacción [kWh]	Caso Propuesto Con Clima	-	-	-	14,4	203,5	331,5	348,9	250,2	136,4	-	-	-	1.284,8
	Caso Base 0° Con Clima	-	-	-	13,3	276,1	445,1	480,6	335,5	186,3	-	-	-	1.736,9
	Caso Base 90° Con Clima	-	-	-	1,3	283,5	458,0	494,5	329,3	180,3	-	-	-	1.746,8
	Caso Base 180° Con Clima	-	-	-	26,7	320,6	485,4	520,8	386,2	218,9	0,8	-	-	1.959,5
	Caso Base 270° Con Clima	-	-	-	12,5	286,0	456,5	492,0	345,1	188,4	-	-	-	1.780,4
Demanda Refrigeración [kWh]	Caso Propuesto Con Clima	-110,9	-48,4	-4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	54,7	-218,9
	Caso Base 0° Con Clima	-162,8	-95,2	-43,2	-	-	-	-	-	-	-	31,0	98,5	-430,6
	Caso Base 90° Con Clima	-157,5	-104,2	-69,4	-	-	-	-	-	-	-	29,5	89,6	-450,1
	Caso Base 180° Con Clima	-148,7	-70,4	-15,8	-	-	-	-	-	-	-	15,7	83,8	-334,4
	Caso Base 270° Con Clima	-153,6	-84,6	-39,0	-	-	-	-	-	-	-	27,7	90,6	-395,6

HD (-) [hrs]	Caso Propuesto Sin Clima	-	-	-	3,0	24,0	24,0	24,0	24,0	22,0	2,0	-	-	123,0
	Caso Base 0° Sin Clima	-	-	-	2,0	24,0	24,0	24,0	24,0	17,0	1,0	-	-	116,0
	Caso Base 90° Sin Clima	-	-	-	-	24,0	24,0	24,0	24,0	16,0	-	-	-	112,0
	Caso Base 180° Sin Clima	-	-	-	3,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,0	2,0	-	-	124,0
	Caso Base 270° Sin Clima	-	-	-	2,0	24,0	24,0	24,0	24,0	18,0	1,0	-	-	117,0
HD (+) [hrs]	Caso Propuesto Sin Clima	13,0	9,0	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	32,0
	Caso Base 0° Sin Clima	16,0	11,0	8,0	-	-	-	-	-	-	-	7,0	9,0	51,0
	Caso Base 90° Sin Clima	15,0	11,0	10,0	-	-	-	-	-	-	-	7,0	10,0	53,0
	Caso Base 180° Sin Clima	15,0	10,0	6,0	-	-	-	-	-	-	-	5,0	10,0	46,0
	Caso Base 270° Sin Clima	16,0	10,0	8,0	-	-	-	-	-	-	-	7,0	9,0	50,0

Figura 24: Extracto de PBDT de vivienda mejorada en muros perimetrales.

Esta mejora consiste en agregar Aislapol de 30 mm a un área de 58,83 m² aproximadamente que se refiere a la cara interior del muro perimetral de la casa. Cabe destacar que la vivienda es pareada, por lo tanto, una de sus caras no poseerá aislación al ser un muro adiabático. La mejora en muros perimetrales arroja una calificación C y un ahorro de 55%.

ii. Mejora en techumbre.

Caso	Demanda Calefacción [kWh-año]	Demanda Refrigeración [kWh-año]	Demanda Calefacción [kWh/m2-año]	Demanda Refrigeración [kWh/m2-año]	% ahorro Demanda Calefacción	% ahorro Demanda Refrigeración	Demanda Total [kWh/m2-año]	% Ahorro Total [kWh/m2-año]	Letra
Caso Base de Prueba NO OFICIAL	Prueba no Oficial	Ejecutar 0	152,5	72,3	no aplica	no aplica	80,20		
Caso Propuesto	1.560,2	245,6	37,8	5,9	75%	108%	43,7	46%	C

Caso (con un máximo de 24hrs x 12 meses) Total = 288hrs	Horas Disconfort frío HD (-)	Horas Disconfort calor HD (+)	Tiempo en Disconfort del total HD (-)	Tiempo en Disconfort del total HD (+)
Caso Base	-	-	0%	0%
Caso Propuesto	127,0	29,0	44%	10%

NOTA:

HD(+): Horas de disconfort sobre la banda de confort.

HD(-): Horas de disconfort bajo la banda de confort.

Caso		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Demanda	Calefacción - Vivienda	-	-	-	42,8	240,6	391,1	411,4	296,8	163,2	14,2	-	-	1.560,2
Calefacción [kWh]	Calefacción - Base	-	-	-	54,0	291,3	468,6	500,6	346,9	188,1	19,4	-	-	1.868,9
Demanda	Refrigeración - Vivienda	-125,9	-56,5	-2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61,2
Refrigeración [kWh]	Refrigeración - Base	-175,3	-96,1	-32,3	-	-	-	-	-	-	-	-	13,4	100,0
HD (+) [hrs]	Enfriamiento: HD(-) - Vivienda	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,0	4,0	-	-	127,0
	Enfriamiento: HD(-) - Base	-	-	-	4,3	24,0	24,0	24,0	24,0	20,0	3,3	-	-	123,5
HD (-) [hrs]	Sobrecalentamiento: HD(+) - Vivienda	11,0	9,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	29,0
	Sobrecalentamiento: HD(+) - Base	13,5	9,3	5,8	-	-	-	-	-	-	-	3,5	9,0	41,0

Demanda	Caso Propuesto Con Clima	-	-	-	42,8	240,6	391,1	411,4	296,8	163,2	14,2	-	-	1.560,2
Calefacción [kWh]	Caso Base 0° Con Clima	-	-	-	50,5	274,3	451,3	482,8	332,2	180,3	16,4	-	-	1.787,8
	Caso Base 90° Con Clima	-	-	-	40,6	282,7	465,4	498,1	325,9	173,9	14,2	-	-	1.800,7
	Caso Base 180° Con Clima	-	-	-	72,0	322,6	494,4	526,1	386,7	215,1	28,6	-	-	2.045,5
	Caso Base 270° Con Clima	-	-	-	52,8	285,5	463,5	495,3	343,0	182,9	18,3	-	-	1.841,3
Demanda	Caso Propuesto Con Clima	-125,9	-56,5	-2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61,2
Refrigeración [kWh]	Caso Base 0° Con Clima	-185,6	-110,3	-43,3	-	-	-	-	-	-	-	22,4	-	111,1
	Caso Base 90° Con Clima	-174,5	-109,1	-55,8	-	-	-	-	-	-	-	14,4	-	96,1
	Caso Base 180° Con Clima	-170,1	-74,0	-1,5	-	-	-	-	-	-	-	3,3	-	95,0
	Caso Base 270° Con Clima	-170,9	-91,0	-28,8	-	-	-	-	-	-	-	13,5	-	97,7

HD (-) [hrs]	Caso Propuesto Sin Clima	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,0	4,0	-	-	127,0
	Caso Base 0° Sin Clima	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	18,0	3,0	-	-	121,0
	Caso Base 90° Sin Clima	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	18,0	3,0	-	-	121,0
	Caso Base 180° Sin Clima	-	-	-	5,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	4,0	-	-	129,0
	Caso Base 270° Sin Clima	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	20,0	3,0	-	-	123,0
HD (+) [hrs]	Caso Propuesto Sin Clima	11,0	9,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	29,0
	Caso Base 0° Sin Clima	14,0	9,0	7,0	-	-	-	-	-	-	-	5,0	-	9,0
	Caso Base 90° Sin Clima	13,0	10,0	8,0	-	-	-	-	-	-	-	4,0	-	9,0
	Caso Base 180° Sin Clima	14,0	9,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	1,0	-	9,0
	Caso Base 270° Sin Clima	13,0	9,0	7,0	-	-	-	-	-	-	-	4,0	-	9,0

Figura 25: Extracto de PBDT de vivienda mejorada en techumbre.

Consiste en agregar una capa de 24.81 m² de lana de vidrio de 40mm en la techumbre en la parte interior de ésta, como complemento a las aislaciones ya existentes.

La mejora en la techumbre califica la vivienda nuevamente con C, dando un ahorro anual de 46%.

iii. Mejora en ventanas.

Caso	Demanda Calefacción [kWh-año]	Demanda Refrigeración [kWh-año]	Demanda Calefacción [kWh/m ² -año]	Demanda Refrigeración [kWh/m ² -año]	% ahorro Demanda Calefacción	% ahorro Demanda Refrigeración	Demanda Total [kWh/m ² -año]	% Ahorro Total [kWh/m ² -año]	Letra
Caso Base de Prueba NO OFICIAL	Prueba no Oficial	Ejecutar 0	152,5	72,3	no aplica	no aplica	80,20		
Caso Propuesto	1.560,2	245,6	37,8	5,9	75%	108%	43,7	46%	C

Caso (con un máximo de 24hrs x 12 meses) Total = 288hrs	Horas Disconfort frío HD (-)	Horas Disconfort calor HD (+)	Tiempo en Disconfort del total HD (-)	Tiempo en Disconfort del total HD (+)
Caso Base	-	-	0%	0%
Caso Propuesto	127,0	29,0	44%	10%

NOTA:

HD(+): Horas de disconfort sobre la banda de confort.

HD(-): Horas de disconfort bajo la banda de confort.

Caso		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Demanda Calefacción [kWh]	Calefacción - Vivienda	-	-	-	42,8	240,6	391,1	411,4	296,8	163,2	14,2	-	-	1.560,2
	Calefacción - Base	-	-	-	54,0	291,3	468,6	500,6	346,9	188,1	19,4	-	-	1.868,9
Demanda Refrigeración [kWh]	Refrigeración - Vivienda	-125,9	-56,5	-2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	61,2	-245,6
	Refrigeración - Base	-175,3	-96,1	-32,3	-	-	-	-	-	-	-	-13,4	-100,0	-417,0
HD (+) [hrs]	Enfriamiento: HD(-) - Vivienda	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,0	4,0	-	-	127,0
	Enfriamiento: HD(-) - Base	-	-	-	4,3	24,0	24,0	24,0	24,0	20,0	3,3	-	-	123,5
HD (-) [hrs]	Sobrecalentamiento: HD(+) - Vivienda	11,0	9,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	29,0
	Sobrecalentamiento: HD(+) - Base	13,5	9,3	5,8	-	-	-	-	-	-	-	3,5	9,0	41,0

Caso		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Demanda Calefacción [kWh]	Caso Propuesto Con Clima	-	-	-	42,8	240,6	391,1	411,4	296,8	163,2	14,2	-	-	1.560,2
	Caso Base 0° Con Clima	-	-	-	50,5	274,3	451,3	482,8	332,2	180,3	16,4	-	-	1.787,8
	Caso Base 90° Con Clima	-	-	-	40,6	282,7	465,4	498,1	325,9	173,9	14,2	-	-	1.800,7
	Caso Base 180° Con Clima	-	-	-	72,0	322,6	494,4	526,1	386,7	215,1	28,6	-	-	2.045,5
	Caso Base 270° Con Clima	-	-	-	52,8	285,5	463,5	495,3	343,0	182,9	18,3	-	-	1.841,3
Demanda Refrigeración [kWh]	Caso Propuesto Con Clima	-125,9	-56,5	-2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	61,2	-245,6
	Caso Base 0° Con Clima	-185,6	-110,3	-43,3	-	-	-	-	-	-	-	22,4	-	-472,7
	Caso Base 90° Con Clima	-174,5	-109,1	-55,8	-	-	-	-	-	-	-	14,4	-	-449,9
	Caso Base 180° Con Clima	-170,1	-74,0	-1,5	-	-	-	-	-	-	-	3,3	-	-343,8
	Caso Base 270° Con Clima	-170,9	-91,0	-28,8	-	-	-	-	-	-	-	-	13,5	-401,8

Caso		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
HD (-) [hrs]	Caso Propuesto Sin Clima	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,0	4,0	-	-	127,0
	Caso Base 0° Sin Clima	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	18,0	3,0	-	-	121,0
	Caso Base 90° Sin Clima	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	18,0	3,0	-	-	121,0
	Caso Base 180° Sin Clima	-	-	-	5,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	4,0	-	-	129,0
	Caso Base 270° Sin Clima	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	20,0	3,0	-	-	123,0
HD (+) [hrs]	Caso Propuesto Sin Clima	11,0	9,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	29,0
	Caso Base 0° Sin Clima	14,0	9,0	7,0	-	-	-	-	-	-	-	5,0	9,0	44,0
	Caso Base 90° Sin Clima	13,0	10,0	8,0	-	-	-	-	-	-	-	4,0	9,0	44,0
	Caso Base 180° Sin Clima	14,0	9,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	1,0	9,0	34,0
	Caso Base 270° Sin Clima	13,0	9,0	7,0	-	-	-	-	-	-	-	4,0	9,0	42,0

Figura 26: Extracto de PBDT de vivienda mejorada en ventanas.

El proyecto base contempla 5 ventanas, de las cuales 2 son de celosía, por lo tanto, la mejora en las ventanas solo contemplará 3 ventanas. La mejora consiste cambiar el vidrio monolítico por un termo panel con espaciador de 6 mm y cambiar el marco por uno que tenga ruptura de puente térmico. Este último si puede ser considerado en las ventanas de celosía.

iv. Mejora en techumbre y puertas.

Caso	Demanda Calefacción [kWh-año]	Demanda Refrigeración [kWh-año]	Demanda Calefacción [kWh/m2-año]	Demanda Refrigeración [kWh/m2-año]	% ahorro Demanda Calefacción	% ahorro Demanda Refrigeración	Demanda Total [kWh/m2-año]	% Ahorro Total [kWh/m2-año]	Letra
Caso Base de Prueba NO OFICIAL	Prueba no Oficial	Ejecutar 0	152,5	72,3	no aplica	no aplica	60,20		
Caso Propuesto	1.560,2	-245,6	37,8	5,9	75%	108%	43,7	46%	C

Caso (con un máximo de 24hrs x 12 meses) Total = 288hrs	Horas Disconfort frío HD (-)	Horas Disconfort calor HD (+)	Tiempo en Disconfort del total HD (-)	Tiempo en Disconfort del total HD (+)
Caso Base	-	-	0%	0%
Caso Propuesto	127,0	29,0	44%	10%

NOTA:
 HD(+): Horas de disconfort sobre la banda de confort.
 HD(-): Horas de disconfort bajo la banda de confort.

Caso		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Demanda Calefacción [kWh]	Calefacción - Vivienda	-	-	-	42,8	240,6	391,1	411,4	296,8	163,2	14,2	-	-	1.560,2
	Calefacción - Base	-	-	-	54,0	291,3	468,6	500,6	346,9	188,1	19,4	-	-	1.868,9
Demanda Refrigeración [kWh]	Refrigeración - Vivienda	-125,9	- 56,5	- 2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61,2 - 245,6
	Refrigeración - Base	-175,3	- 96,1	- 32,3	-	-	-	-	-	-	-	- 13,4	-	100,0 - 417,0
HD (+) [hrs]	Enfriamiento: HD(-) - Vivienda	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,0	4,0	-	-	127,0
	Enfriamiento: HD(-) - Base	-	-	-	4,3	24,0	24,0	24,0	24,0	20,0	3,3	-	-	123,5
HD (-) [hrs]	Sobrecalentamiento: HD(+) - Vivienda	11,0	9,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	29,0
	Sobrecalentamiento: HD(+) - Base	13,5	9,3	5,8	-	-	-	-	-	-	-	3,5	9,0	41,0

Demanda Calefacción [kWh]	Caso Propuesto Con Clima	-	-	-	42,8	240,6	391,1	411,4	296,8	163,2	14,2	-	-	1.560,2
	Caso Base 0° Con Clima	-	-	-	50,5	274,3	451,3	482,8	332,2	180,3	16,4	-	-	1.787,8
	Caso Base 90° Con Clima	-	-	-	40,6	282,7	465,4	498,1	325,9	173,9	14,2	-	-	1.800,7
	Caso Base 180° Con Clima	-	-	-	72,0	322,6	494,4	526,1	386,7	215,1	28,6	-	-	2.045,5
	Caso Base 270° Con Clima	-	-	-	52,8	285,5	463,5	495,3	343,0	182,9	18,3	-	-	1.841,3
Demanda Refrigeración [kWh]	Caso Propuesto Con Clima	-125,9	- 56,5	- 2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61,2 - 245,6
	Caso Base 0° Con Clima	-185,6	- 110,3	- 43,3	-	-	-	-	-	-	-	- 22,4	- 111,1	- 472,7
	Caso Base 90° Con Clima	-174,5	- 109,1	- 55,8	-	-	-	-	-	-	-	- 14,4	- 96,1	- 449,9
	Caso Base 180° Con Clima	-170,1	- 74,0	- 1,5	-	-	-	-	-	-	-	- 3,3	- 95,0	- 343,8
	Caso Base 270° Con Clima	-170,9	- 91,0	- 28,8	-	-	-	-	-	-	-	- 13,5	- 97,7	- 401,8

HD (-) [hrs]	Caso Propuesto Sin Clima	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,0	4,0	-	-	127,0
	Caso Base 0° Sin Clima	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	18,0	3,0	-	-	121,0
	Caso Base 90° Sin Clima	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	18,0	3,0	-	-	121,0
	Caso Base 180° Sin Clima	-	-	-	5,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	4,0	-	-	129,0
	Caso Base 270° Sin Clima	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	20,0	3,0	-	-	123,0
HD (+) [hrs]	Caso Propuesto Sin Clima	11,0	9,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	29,0
	Caso Base 0° Sin Clima	14,0	9,0	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	9,0
	Caso Base 90° Sin Clima	13,0	10,0	8,0	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0	9,0
	Caso Base 180° Sin Clima	14,0	9,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	9,0
	Caso Base 270° Sin Clima	13,0	9,0	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0	9,0

Figura 27: Extracto de PBDT de vivienda mejorada en techumbre y puertas.

La mejora en la techumbre es la misma que se mencionó anteriormente, agregar una capa de 24.81 m² de lana de vidrio de 40mm en la techumbre en la parte interior de ésta. La diferencia es que en esta mejora se contempla un cambio a las puertas que dan al exterior. El proyecto base posee 2 puertas al exterior de madera liviana y para mejorar eso, se cambia el tipo de puerta por una maciza.

v. Mejora en techumbre y ventanas.

Caso	Demanda Calefacción [kWh-año]	Demanda Refrigeración [kWh-año]	Demanda Calefacción [kWh/m ² -año]	Demanda Refrigeración [kWh/m ² -año]	% ahorro Demanda Calefacción	% ahorro Demanda Refrigeración	Demanda Total [kWh/m ² -año]	% Ahorro Total [kWh/m ² -año]	Letra
Caso Base de Prueba NO OFICIAL	Prueba no Oficial	Ejecutor 0	152,5	72,3	no aplica	no aplica	80,20	46%	C
Caso Propuesto	1.560,2	- 245,6	37,8	- 5,9	75%	108%	43,7		

Caso (con un máximo de 24hrs x 12 meses) Total = 288hrs	Horas Disconfort frío HD (-)	Horas Disconfort calor HD (+)	Tiempo en Disconfort del total HD (-)	Tiempo en Disconfort del total HD (+)
Caso Base	-	-	0%	0%
Caso Propuesto	127,0	29,0	44%	10%

NOTA:

HD(+): Horas de disconfort sobre la banda de confort.

HD(-): Horas de disconfort bajo la banda de confort.

Caso		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Demanda Calefacción [kWh]	Calefacción - Vivienda	-	-	-	42,8	240,6	391,1	411,4	296,8	163,2	14,2	-	-	1.560,2
	Calefacción - Base	-	-	-	54,0	291,3	468,6	500,6	346,9	188,1	19,4	-	-	1.868,9
Demanda Refrigeración [kWh]	Refrigeración - Vivienda	-125,9	-56,5	-2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61,2
	Refrigeración - Base	-175,3	-96,1	-32,3	-	-	-	-	-	-	-	-	13,4	100,0
HD (+) [hrs]	Enfriamiento: HD(-) - Vivienda	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,0	4,0	-	-	127,0
	Enfriamiento: HD(-) - Base	-	-	-	4,3	24,0	24,0	24,0	24,0	20,0	3,3	-	-	123,5
HD (-) [hrs]	Sobrecalentamiento: HD(+) - Vivienda	11,0	9,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	29,0
	Sobrecalentamiento: HD(+) - Base	13,5	9,3	5,8	-	-	-	-	-	-	-	3,5	9,0	41,0

Demanda Calefacción [kWh]	Caso Propuesto Con Clima	-	-	-	42,8	240,6	391,1	411,4	296,8	163,2	14,2	-	-	1.560,2
	Caso Base 0° Con Clima	-	-	-	50,5	274,3	451,3	482,8	332,2	180,3	16,4	-	-	1.787,8
	Caso Base 90° Con Clima	-	-	-	40,6	282,7	465,4	498,1	325,9	173,9	14,2	-	-	1.800,7
	Caso Base 180° Con Clima	-	-	-	72,0	322,6	494,4	526,1	386,7	215,1	28,6	-	-	2.045,5
	Caso Base 270° Con Clima	-	-	-	52,8	285,5	463,5	495,3	343,0	182,9	18,3	-	-	1.841,3
Demanda Refrigeración [kWh]	Caso Propuesto Con Clima	-125,9	-56,5	-2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61,2
	Caso Base 0° Con Clima	-185,6	-110,3	-43,3	-	-	-	-	-	-	-	-	22,4	111,1
	Caso Base 90° Con Clima	-174,5	-109,1	-55,8	-	-	-	-	-	-	-	-	14,4	96,1
	Caso Base 180° Con Clima	-170,1	-74,0	-1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	3,3	95,0
	Caso Base 270° Con Clima	-170,9	-91,0	-28,8	-	-	-	-	-	-	-	-	13,5	97,7

HD (-) [hrs]	Caso Propuesto Sin Clima	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,0	4,0	-	-	127,0
	Caso Base 0° Sin Clima	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	18,0	3,0	-	-	121,0
	Caso Base 90° Sin Clima	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	18,0	3,0	-	-	121,0
	Caso Base 180° Sin Clima	-	-	-	5,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	4,0	-	-	129,0
	Caso Base 270° Sin Clima	-	-	-	4,0	24,0	24,0	24,0	24,0	20,0	3,0	-	-	123,0
HD (+) [hrs]	Caso Propuesto Sin Clima	11,0	9,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	29,0
	Caso Base 0° Sin Clima	14,0	9,0	7,0	-	-	-	-	-	-	-	5,0	9,0	44,0
	Caso Base 90° Sin Clima	13,0	10,0	8,0	-	-	-	-	-	-	-	4,0	9,0	44,0
	Caso Base 180° Sin Clima	14,0	9,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	1,0	9,0	34,0
	Caso Base 270° Sin Clima	13,0	9,0	7,0	-	-	-	-	-	-	-	4,0	9,0	42,0

Figura 28: Extracto de PBDT de vivienda mejorada en techumbre y ventanas.

La mejora en la techumbre es la misma que se mencionó anteriormente, agregar una capa de 24.81 m² de lana de vidrio de 40mm en la techumbre en la parte interior de ésta. La mejora de ventanas consiste cambiar el vidrio monolítico de 3 ventanas por un termo panel con espaciador de 6 mm y cambiar el marco por uno que tenga ruptura de puente térmico en las 5 ventanas de la vivienda.

vi. Mejora en muros y puertas.

Caso	Demanda Calefacción [kWh-año]	Demanda Refrigeración [kWh-año]	Demanda Calefacción [kWh/m ² -año]	Demanda Refrigeración [kWh/m ² -año]	% ahorro Demanda Calefacción	% ahorro Demanda Refrigeración	Demanda Total [kWh/m ² -año]	% Ahorro Total [kWh/m ² -año]	Letra
Caso Base de Prueba NO OFICIAL	Prueba no Oficial	Ejecutar 0	152,5	72,3	no aplica	no aplica	80,20	55%	C
Caso Propuesto	1.284,8	218,9	31,1	5,3	80%	107%	36,4		

Caso (con un máximo de 24hrs x 12 meses) Total = 288hrs	Horas Disconfort frío HD (-)	Horas Disconfort calor HD (+)	Tiempo en Disconfort del total HD (-)	Tiempo en Disconfort del total HD (+)
Caso Base	-	-	0%	0%
Caso Propuesto	123,0	32,0	43%	11%

NOTA:

HD(+): Horas de disconfort sobre la banda de confort.

HD(-): Horas de disconfort bajo la banda de confort.

Caso		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Demanda Calefacción [kWh]	Calefacción - Vivienda	-	-	-	14,4	203,5	331,5	348,9	250,2	136,4	-	-	-	1.284,8
	Calefacción - Base	-	-	-	13,4	291,6	461,3	497,0	349,0	193,5	0,2	-	-	1.805,9
Demanda Refrigeración [kWh]	Refrigeración - Vivienda	-110,9	-48,4	-4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	54,7	-218,9
	Refrigeración - Base	-155,6	-88,6	-41,9	-	-	-	-	-	-	-	-26,0	-90,6	-402,7
HD (+) [hrs]	Enfriamiento: HD(-) - Vivienda	-	-	-	3,0	24,0	24,0	24,0	24,0	22,0	2,0	-	-	123,0
	Enfriamiento: HD(-) - Base	-	-	-	1,8	24,0	24,0	24,0	24,0	18,5	1,0	-	-	117,3
HD (-) [hrs]	Sobrecalentamiento: HD(+) - Vivienda	13,0	9,0	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	32,0
	Sobrecalentamiento: HD(+) - Base	15,5	10,5	8,0	-	-	-	-	-	-	-	6,5	9,5	50,0

Demanda Calefacción [kWh]	Caso Propuesto Con Clima	-	-	-	14,4	203,5	331,5	348,9	250,2	136,4	-	-	-	1.284,8
	Caso Base 0° Con Clima	-	-	-	13,3	276,1	445,1	480,6	335,5	186,3	-	-	-	1.736,9
	Caso Base 90° Con Clima	-	-	-	1,3	283,5	458,0	494,5	329,3	180,3	-	-	-	1.746,8
	Caso Base 180° Con Clima	-	-	-	26,7	320,6	485,4	520,8	386,2	218,9	0,8	-	-	1.959,5
	Caso Base 270° Con Clima	-	-	-	12,5	286,0	456,5	492,0	345,1	188,4	-	-	-	1.780,4
Demanda Refrigeración [kWh]	Caso Propuesto Con Clima	-110,9	-48,4	-4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	54,7	-218,9
	Caso Base 0° Con Clima	-162,8	-95,2	-43,2	-	-	-	-	-	-	-	31,0	-98,5	-430,6
	Caso Base 90° Con Clima	-157,5	-104,2	-69,4	-	-	-	-	-	-	-	-	29,5	-450,1
	Caso Base 180° Con Clima	-148,7	-70,4	-15,8	-	-	-	-	-	-	-	-	15,7	-334,4
	Caso Base 270° Con Clima	-153,6	-84,6	-39,0	-	-	-	-	-	-	-	-	27,7	-395,6

HD (-) [hrs]	Caso Propuesto Sin Clima	-	-	-	3,0	24,0	24,0	24,0	24,0	22,0	2,0	-	-	123,0
	Caso Base 0° Sin Clima	-	-	-	2,0	24,0	24,0	24,0	24,0	17,0	1,0	-	-	116,0
	Caso Base 90° Sin Clima	-	-	-	-	24,0	24,0	24,0	24,0	16,0	-	-	-	112,0
	Caso Base 180° Sin Clima	-	-	-	3,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,0	2,0	-	-	124,0
	Caso Base 270° Sin Clima	-	-	-	2,0	24,0	24,0	24,0	24,0	18,0	1,0	-	-	117,0
HD (+) [hrs]	Caso Propuesto Sin Clima	13,0	9,0	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	32,0
	Caso Base 0° Sin Clima	16,0	11,0	8,0	-	-	-	-	-	-	-	7,0	9,0	51,0
	Caso Base 90° Sin Clima	15,0	11,0	10,0	-	-	-	-	-	-	-	7,0	10,0	53,0
	Caso Base 180° Sin Clima	15,0	10,0	6,0	-	-	-	-	-	-	-	5,0	10,0	46,0
	Caso Base 270° Sin Clima	16,0	10,0	8,0	-	-	-	-	-	-	-	7,0	9,0	50,0

Figura 29: Extracto de PBDT de vivienda mejorada en muros y puertas.

Esta vivienda mejorada muestra un 55% de ahorro, lo cual la califica con la letra C. La mejora en muros consiste en agregar Aislapol de 30 mm a un área de 58,83 m² aproximadamente que se refiere a la cara interior del muro perimetral de la casa. Las puertas exteriores serán reemplazadas por puertas macizas.

vii. Mejora en muro y techumbre.

Caso	Demanda Calefacción [kWh-año]	Demanda Refrigeración [kWh-año]	Demanda Calefacción [kWh/m ² -año]	Demanda Refrigeración [kWh/m ² -año]	% ahorro Demanda Calefacción	% ahorro Demanda Refrigeración	Demanda Total [kWh/m ² -año]	% Ahorro Total [kWh/m ² -año]	Letra
Caso Base de Prueba NO OFICIAL	Prueba no Oficial	Ejecutar 0	152,5	72,3	no aplica	no aplica	80,20		
Caso Propuesto	1.284,7	218,9	31,1	5,3	80%	107%	36,4	55%	C

Caso	Horas Disconfort frío HD (-)	Horas Disconfort calor HD (+)	Tiempo en Disconfort del total HD (-)	Tiempo en Disconfort del total HD (+)
Caso Base	-	-	0%	0%
Caso Propuesto	123,0	32,0	43%	11%

NOTA:
 HD(+): Horas de disconfort sobre la banda de confort.
 HD(-): Horas de disconfort bajo la banda de confort.

Caso		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Demanda	Calefacción - Vivienda	-	-	-	14,4	203,4	331,5	348,9	250,2	136,3	-	-	-	1.284,7
Calefacción [kWh]	Calefacción - Base	-	-	-	13,4	291,6	461,3	497,0	349,0	193,5	0,2	-	-	1.805,9
Demanda	Refrigeración - Vivienda	-110,9	-48,4	-4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	54,7	-218,9
Refrigeración [kWh]	Refrigeración - Base	-155,6	-88,6	-41,9	-	-	-	-	-	-	-	26,0	-90,6	-402,7
HD (+) [hrs]	Enfriamiento: HD(-) - Vivienda	-	-	-	3,0	24,0	24,0	24,0	24,0	22,0	2,0	-	-	123,0
	Enfriamiento: HD(-) - Base	-	-	-	1,8	24,0	24,0	24,0	24,0	18,5	1,0	-	-	117,3
HD (-) [hrs]	Sobrecalentamiento: HD(+) - Vivienda	13,0	9,0	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	32,0
	Sobrecalentamiento: HD(+) - Base	15,5	10,5	8,0	-	-	-	-	-	-	-	6,5	9,5	50,0

Demanda	Caso Propuesto Con Clima	-	-	-	14,4	203,4	331,5	348,9	250,2	136,3	-	-	-	1.284,7
Calefacción [kWh]	Caso Base 0° Con Clima	-	-	-	13,3	276,1	445,1	480,6	335,5	186,3	-	-	-	1.736,9
	Caso Base 90° Con Clima	-	-	-	1,3	283,5	458,0	494,5	329,3	180,3	-	-	-	1.746,8
	Caso Base 180° Con Clima	-	-	-	26,7	320,6	485,4	520,8	386,2	218,9	0,8	-	-	1.959,5
	Caso Base 270° Con Clima	-	-	-	12,5	286,0	456,5	492,0	345,1	188,4	-	-	-	1.780,4
Demanda	Caso Propuesto Con Clima	-110,9	-48,4	-4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	54,7	-218,9
Refrigeración [kWh]	Caso Base 0° Con Clima	-162,8	-95,2	-43,2	-	-	-	-	-	-	-	31,0	-98,5	-430,6
	Caso Base 90° Con Clima	-157,5	-104,2	-69,4	-	-	-	-	-	-	-	29,5	-89,6	-450,1
	Caso Base 180° Con Clima	-148,7	-70,4	-15,8	-	-	-	-	-	-	-	15,7	-83,8	-334,4
	Caso Base 270° Con Clima	-153,6	-84,6	-39,0	-	-	-	-	-	-	-	27,7	-90,6	-395,6

HD (-) [hrs]	Caso Propuesto Sin Clima	-	-	-	3,0	24,0	24,0	24,0	24,0	22,0	2,0	-	-	123,0
	Caso Base 0° Sin Clima	-	-	-	2,0	24,0	24,0	24,0	24,0	17,0	1,0	-	-	116,0
	Caso Base 90° Sin Clima	-	-	-	-	24,0	24,0	24,0	24,0	16,0	-	-	-	112,0
	Caso Base 180° Sin Clima	-	-	-	3,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,0	2,0	-	-	124,0
	Caso Base 270° Sin Clima	-	-	-	2,0	24,0	24,0	24,0	24,0	18,0	1,0	-	-	117,0
HD (+) [hrs]	Caso Propuesto Sin Clima	13,0	9,0	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	32,0
	Caso Base 0° Sin Clima	16,0	11,0	8,0	-	-	-	-	-	-	-	7,0	9,0	51,0
	Caso Base 90° Sin Clima	15,0	11,0	10,0	-	-	-	-	-	-	-	7,0	10,0	53,0
	Caso Base 180° Sin Clima	15,0	10,0	6,0	-	-	-	-	-	-	-	5,0	10,0	46,0
	Caso Base 270° Sin Clima	16,0	10,0	8,0	-	-	-	-	-	-	-	7,0	9,0	50,0

Figura 30: Extracto de PBDT de vivienda mejorada en muros y techumbre.

Techo y muros serán reforzados con aislación de lana de vidrio y Aislaplo, respectivamente, por la cara interna de la estructura.

viii. Mejora en ventana y muro.

Caso	Demanda Calefacción [kWh-año]	Demanda Refrigeración [kWh-año]	Demanda Calefacción [kWh/m2-año]	Demanda Refrigeración [kWh/m2-año]	% ahorro Demanda Calefacción	% ahorro Demanda Refrigeración	Demanda Total [kWh/m2-año]	% Ahorro Total [kWh/m2-año]	Letra
Caso Base de Prueba NO OFICIAL	Prueba no Oficial	Ejecutar 0	152,5	72,3	no aplica	no aplica	80,20		
Caso Propuesto	1.284,8	218,9	31,1	5,3	80%	107%	36,4	55%	C

Caso (con un máximo de 24hrs x 12 meses) Total = 288hrs	Horas Disconfort Año HD (-)	Horas Disconfort calor HD (+)	Tiempo en Disconfort del total HD (-)	Tiempo en Disconfort del total HD (+)
Caso Base	-	-	0%	0%
Caso Propuesto	123,0	32,0	43%	11%

NOTIA:

HD(+): Horas de disconfort sobre la banda de confort.

HD(-): Horas de disconfort bajo la banda de confort.

Caso		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Demanda	Calefacción - Vivienda	-	-	-	14,4	203,5	331,5	348,9	250,2	136,4	-	-	-	1.284,8
Calefacción [kWh]	Calefacción - Base	-	-	-	13,4	291,6	461,3	497,0	349,0	193,5	0,2	-	-	1.805,9
Demanda	Refrigeración - Vivienda	-110,9	- 48,4	- 4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54,7
Refrigeración [kWh]	Refrigeración - Base	-155,6	- 88,6	- 41,9	-	-	-	-	-	-	-	-	26,0	90,6
HD (+) [hrs]	Enfriamiento: HD(-) - Vivienda	-	-	-	3,0	24,0	24,0	24,0	24,0	22,0	2,0	-	-	123,0
	Enfriamiento: HD(-) - Base	-	-	-	1,8	24,0	24,0	24,0	24,0	18,5	1,0	-	-	117,3
HD (-) [hrs]	Sobrecalentamiento: HD(+) - Vivienda	13,0	9,0	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	32,0
	Sobrecalentamiento: HD(+) - Base	15,5	10,5	8,0	-	-	-	-	-	-	-	6,5	9,5	50,0

Demanda	Caso Propuesto Con Clima	-	-	-	14,4	203,5	331,5	348,9	250,2	136,4	-	-	-	1.284,8
	Caso Base 0° Con Clima	-	-	-	13,3	276,1	445,1	480,6	335,5	186,3	-	-	-	1.736,9
	Caso Base 90° Con Clima	-	-	-	1,3	283,5	458,0	494,5	329,3	180,3	-	-	-	1.746,8
Calefacción [kWh]	Caso Base 180° Con Clima	-	-	-	26,7	320,6	485,4	520,8	386,2	218,9	0,8	-	-	1.959,5
	Caso Base 270° Con Clima	-	-	-	12,5	286,0	456,5	492,0	345,1	188,4	-	-	-	1.780,4
Demanda	Caso Propuesto Con Clima	-110,9	- 48,4	- 4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54,7
	Caso Base 0° Con Clima	-162,8	- 95,2	- 43,2	-	-	-	-	-	-	-	-	31,0	98,5
	Caso Base 90° Con Clima	-157,5	- 104,2	- 69,4	-	-	-	-	-	-	-	-	29,5	89,6
Refrigeración [kWh]	Caso Base 180° Con Clima	-148,7	- 70,4	- 15,8	-	-	-	-	-	-	-	-	15,7	83,8
	Caso Base 270° Con Clima	-153,6	- 84,6	- 39,0	-	-	-	-	-	-	-	-	27,7	90,6

HD (-) [hrs]	Caso Propuesto Sin Clima	-	-	-	3,0	24,0	24,0	24,0	24,0	22,0	2,0	-	-	123,0
	Caso Base 0° Sin Clima	-	-	-	2,0	24,0	24,0	24,0	24,0	17,0	1,0	-	-	116,0
	Caso Base 90° Sin Clima	-	-	-	-	24,0	24,0	24,0	24,0	16,0	-	-	-	112,0
	Caso Base 180° Sin Clima	-	-	-	3,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,0	2,0	-	-	124,0
	Caso Base 270° Sin Clima	-	-	-	2,0	24,0	24,0	24,0	24,0	18,0	1,0	-	-	117,0
HD (+) [hrs]	Caso Propuesto Sin Clima	13,0	9,0	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	32,0
	Caso Base 0° Sin Clima	16,0	11,0	8,0	-	-	-	-	-	-	-	7,0	9,0	51,0
	Caso Base 90° Sin Clima	15,0	11,0	10,0	-	-	-	-	-	-	-	7,0	10,0	53,0
	Caso Base 180° Sin Clima	15,0	10,0	6,0	-	-	-	-	-	-	-	5,0	10,0	46,0
	Caso Base 270° Sin Clima	16,0	10,0	8,0	-	-	-	-	-	-	-	7,0	9,0	50,0

Figura 31: Extracto de PBDT de vivienda mejorada en muros y ventanas

La mejora en esta alternativa consiste en ventanas reemplazadas por DVH y agregar en el muro perimetral Aislapol 30mm.

4. Hipótesis de cálculo

Los estudios anteriores corresponden a una precalificación energética de las viviendas mejoradas, lo cual entrega el porcentaje de ahorro de la vivienda en cuanto a demanda de energía.

Para calcular el gasto y ahorro que significará a las familias que habiten estas viviendas se debe conocer cuánto es el gasto familiar y per cápita del grupo a estudiar, que sería el quintil más bajo.

La obtención de estos datos se logra gracias a la encuesta de presupuestos familiares (EPF), la cual es una encuesta que estudia el estatus socioeconómico de los hogares para recopilar información acerca de sus ingresos y de sus gastos en un año.

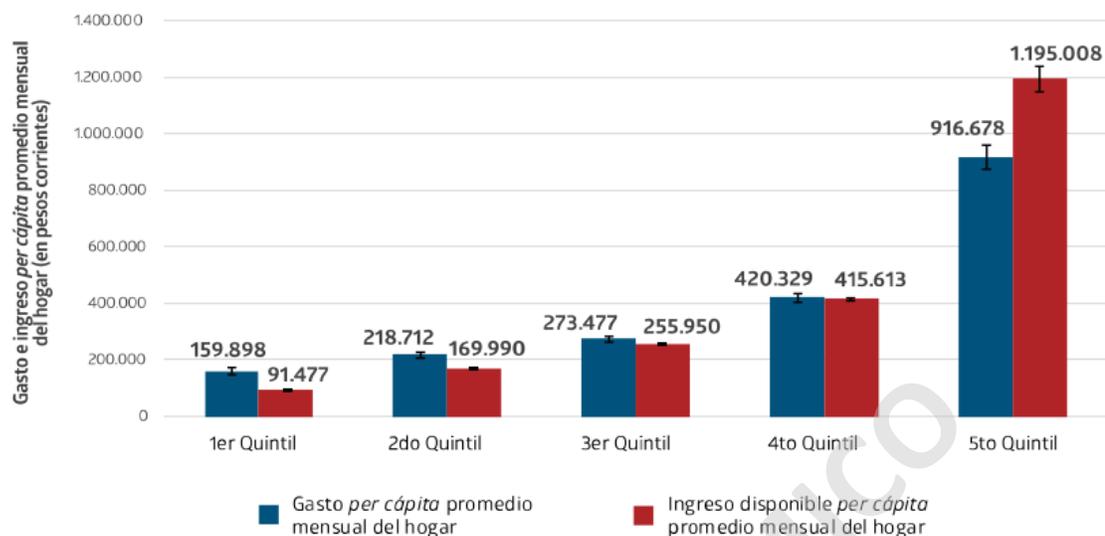


Figura 32: Gasto e ingreso disponible per cápita promedio mensual del hogar. (Ine, 2018)



Figura 33: Comparación de la estructura del gasto promedio mensual de los hogares VIII EPF en porcentaje. (Ine, 2018)

Con esta información se concluye que el gasto de las familias más vulnerables es de \$159.898 per cápita, de los cuales el 14% es destinado para gastos propios de la vivienda, ya sea electricidad, agua, gas, etc., dejando de lado el arriendo de la propiedad, lo que serían \$22.865 de gasto per cápita en alojamiento.

Con estos datos es posible calcular cual sería el porcentaje de ahorro que tendría la familia si se aplican las mejoras anteriormente expuestas calculando el gasto anual.

La gran interrogante es cuál es la mejor opción para una familia vulnerable dado el porcentaje de ahorro de la vivienda contemplando el gasto que conlleva mejorarla. El principal objetivo es lograr una buena calificación energética con un porcentaje de ahorro alto que no signifique una gran suma de dinero.

SOLO USO ACADÉMICO

Capítulo 4 Resultados

1. Calificación vivienda

Recopilando la información entregada por las PBTD de las viviendas mejoradas, se puede realizar un informe de precalificación de la vivienda.

Cada vivienda mejorada tiene su propia calificación que se detallará a continuación:

- i. Mejora a muro: Calificación C, Porcentaje ahorro 55%.

Hay una baja considerable en la demanda de calefacción y refrigeración de la vivienda, en el caso de la refrigeración, el ahorro es mayor al 100% lo que indica que demanda menos energía para enfriar el hogar. En resumen, la mejora al muro perimetral es eficiente, ya que logra un ahorro en demanda energética considerable.

- ii. Mejora a techumbre: Calificación C, Porcentaje ahorro 46%.

Analizando los datos mes a mes sobre la demanda de calefacción y refrigeración, la vivienda mejorada no muestra grandes diferencias con la casa base, por ejemplo, en el mes más frío del año la demanda de calefacción de la vivienda mejorada es de 411.4 kWh y la vivienda base es de 500.6 kWh, lo que da una diferencia de 89,2 kWh entre la vivienda estudiada y la vivienda base, lo que indica que, si bien la mejora ayuda, no es tan influyente en cuanto a demanda de energía.

- iii. Mejora en ventanas: Calificación C, Porcentaje ahorro 46%.

Al mejorar las ventanas se logra una calificación con letra C y un porcentaje de ahorro de 46% igual al caso anterior. En síntesis, la mejora de techumbre con la mejora de ventanas es muy similar en cuanto a ahorro energético y a demanda de kWh, por lo que la diferencia entre ambos sería la inversión que conlleva esta mejora.

- iv. Mejora en techo y puertas: Calificación C, Porcentaje ahorro 46%.

La vivienda mejorada en techumbre y puerta no es diferente a la mejorada con sólo lana mineral en techumbre, es decir, cambiar la puerta liviana por una maciza no genera ningún cambio en cuanto a demanda energética y a ahorro en la demanda.

Es decir, la influencia del cambio de puerta es nula, por lo que el ahorro se logra solo por la mejora en techumbre. En resumen, agregar una puerta con menos transmitancia no influye en nada, por lo que sería una inversión perdida si se analiza energéticamente.

- v. Mejora en techumbre y ventanas: Calificación C, Porcentaje ahorro 46%.

Al igual que el caso anterior, el porcentaje de ahorro es de 46% y la calificación de la vivienda es C. Analizando la demanda de kWh se puede inferir que el cambio de ventanas no tiene gran incidencia en la baja de demanda energética, sino que es la mejora en techumbre la que influye en el ahorro energético, siendo este caso similar al anterior, donde el cambio de ventanas sería solo un valor agregado, pero no aporta en nada en la mejora de la vivienda. En este caso, todo el trabajo de ahorro lo hace la lana mineral de vidrio en la techumbre.

- vi. Mejora muros y puertas: Calificación C, Porcentaje ahorro 55%.

Si se analiza el resultado de la mejora de muros perimetrales por sí solos, es la misma que mejorando muros y puertas por lo que, nuevamente, cambiar la puerta por una maciza no influye en la demanda energética de la vivienda, lo que significaría un gasto extra más que un beneficio a la estructura.

- vii. Mejora en techumbre y muros: Calificación C, Porcentaje ahorro 55%.

Similar a la alternativa anterior, la mejora en la techumbre no influye mucho en la calificación y el ahorro energético de la vivienda, más bien, la alta calificación se logra por el aislapol en el muro perimetral, ya que al comparar con la alternativa de mejora de muro solamente, se obtienen los mismos resultados.

- viii. Mejoras en muros y ventanas: Calificación C, Porcentaje ahorro 55%.

La mejora en ventanas y muros es igual a la mejora del muro por sí solo, por lo que cambiar las ventanas por DVH no genera diferencia con mantener las ventanas con su vidrio y marco original. Esto quiere decir que el cambio de ventanas sólo generaría gastos, ya que no genera ahorro.

Se puede evidenciar que el porcentaje de ahorro que se repite es de 46% y 55%, siendo ambos calificados con la letra C, lo cual es una alta calificación si se considera que es una vivienda social la cual sólo cumple con el mínimo de exigencia que dice la norma.

El 55% de ahorro corresponde a las mejoras del muro perimetral, ya sea por si solo o con otra mejora. Se puede deducir que al ser la superficie que más interactúa con el exterior, es la que mayor pérdida de energía tiene, por lo que la mejora ayuda a que disminuya esta pérdida. Cabe destacar que está en el límite con ser calificada como vivienda B, lo que es una alta calificación, lo que significa mayor valor a la vivienda.

2. Análisis económico

En estos escenarios de alternativas de mejoras y el estudio de los gastos per cápita alojamiento e insumos, se puede hacer un análisis económico de cómo influiría este ahorro en los gastos asociados a vivienda.

Cada mejora tiene su propio análisis económico según lo anterior mencionado, con su respectivo ahorro.

Con los datos de la INE anteriormente mencionados, se puede deducir que al año las personas gastan \$274.385 (9.98 UF) en vivienda sin considerar arriendo. Juntando estos datos con el ahorro de cada mejora, se puede calcular el VAN y el ahorro que se obtendrá a lo largo del tiempo, específicamente a 10 años.

- i. Mejora a muro: Calificación C, Porcentaje ahorro 55%.

Ingresa los datos en una planilla para el estudio económico nos arroja que el VAN de esta alternativa es de 45,13 UF en una proyección de 10 años, el cual tiene un payback al primer año, es decir, la inversión se recupera casi de inmediato.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversion	2,76										
55% Ahorro		5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49
		5,49	10,98	16,46	21,95	27,44	32,93	38,41	43,90	49,39	54,88
		PB									
Van		45,13									
5%											
Payback		2									

Figura 34: VAN de la mejora en muros perimetrales

- ii. Mejora a techumbre: Calificación C, Porcentaje ahorro 46%.

Esta alternativa tiene el payback en el 4to año con un VAN de 49,3 UF, lo que indica que el gasto de la mejora recién se recupera al año 4 de la mejora en la vivienda.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversion	13,86										
46% Ahorro		4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59
		4,59	9,18	13,77	18,36	22,95	27,54	32,13	36,72	41,31	45,90
					PB						
Van		49,30									
		5%									
Payback					4						

Figura 35: VAN de la mejora a la techumbre

iii. Mejora en ventanas: Calificación C, Porcentaje ahorro 46%.

Al cambiar las ventanas por DVH y un marco con ruptura de puente térmico se realiza una inversión de 10,68, lo cual, con el ahorro de la mejora, se obtiene un VAN de 51,36 UF con un payback al tercer año.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversion	10,68										
46% Ahorro		4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59
		4,59	9,18	13,77	18,36	22,95	27,54	32,13	36,72	41,31	45,90
				PB							
Van		51,36									
		5%									
Payback				3							

Figura 36: VAN de la mejora de ventanas

iv. Mejora en techo y puertas: Calificación C, Porcentaje ahorro 46%.

La mejora de techumbre y puertas requiere una inversión de 18,37 UF el cual con el porcentaje de ahorro de la vivienda arroja un VAN de 53,81 con un retorno al año 5.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversion	18,37										
46% Ahorro		4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59
		4,59	9,18	13,77	18,36	22,95	27,54	32,13	36,72	41,31	45,90
						PB	PB	PB	PB	PB	PB
Van		53,81									
		5%									
Payback					5						

Figura 37: VAN de la mejora en techumbre y puertas.

v. Mejora en techumbre y ventanas: Calificación C, Porcentaje ahorro 46%.

El análisis económico de esta mejora da una inversión de 24,54 UF con un VAN de 59,98 UF y payback en el 6to año en una proyección de 10 años.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversion	24,54										
46% Ahorro		4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59
		4,59	9,18	13,77	18,36	22,95	27,54	32,13	36,72	41,31	45,90
							PB	PB	PB	PB	PB
Van		59,98									
		5%									
Payback			6								

Figura 38: VAN de la mejora de techumbre y ventanas

vi. Mejora muros y puertas: Calificación C, Porcentaje ahorro 55%.

Reforzar con aislapol los muros y cambiar las puertas requiere una inversión de 7,27 UF, el cual con el ahorro de la mejora da un VAN de 49,64 con un payback en el año 2.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversion	7,27										
55% Ahorro		5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49
		5,49	10,98	16,46	21,95	27,44	32,93	38,41	43,90	49,39	54,88
			PB								
Van		49,64									
		5%									
Payback			2								

Figura 39: VAN de la mejora de muros y puertas

vii. Mejora en techumbre y muros: Calificación C, Porcentaje ahorro 55%.

Mejorar muros y techumbre implica una inversión de 16,62 UF. Analizando la inversión y el ahorro se obtiene un VAN de 58,99 UF y un retorno al 4to año.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversion	16,62										
55% Ahorro		5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49
		5,49	10,98	16,46	21,95	27,44	32,93	38,41	43,90	49,39	54,88
					PB						
Van		58,99									
		5%									
Payback			4								

Figura 40: VAN de la mejora en techumbre y muros

viii. Mejoras en muros y ventanas: Calificación C, Porcentaje ahorro 55%.

La última mejora trata sobre los muros y ventanas la cual contempla una inversión de 13,44. El análisis arroja un VAN de 55,81 UF con proyección a 10 años donde el payback es en el 3er año.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversion	13,44										
55% Ahorro		5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49
		5,49	10,98	16,46	21,95	27,44	32,93	38,41	43,90	49,39	54,88
				PB							
Van		55,81									
		5%									
Payback			3								

Figura 41: VAN de la mejora en ventanas y muros.

Cada mejora a la vivienda posee un respectivo ahorro e inversión, lo que llevado a un estudio económico, da el VAN de cada alternativa y permite hacer una comparativa entre las opciones y su impacto, ya sea energéticamente como económicamente a la estructura y, con mayor énfasis, a la familia que habite dicho lugar.

Alternativa	Tipo mejora	Tipo mejora	Precio unitario	Inversión	Inversión (UF)	Total inversión (UF)	% Ahorro	Letra de calificación	VAN	Payback (año)
1	Mejora a muro perimetral	Aislapol 30mm	\$1.289	\$75.841	\$2,76	\$2,76	55%	C	\$45,13	1
2	Mejora en techumbre	Lana mineral de vidrio.	\$15.359	\$381.157	\$13,86	\$13,86	46%	C	\$49,30	4
3	Mejora en ventanas	Ventanas: DVH con espaciador 6 mm y marco con ruptura de puente térmico.	\$97.897	\$293.691	\$10,68	\$10,68	46%	C	\$51,36	3
4	Mejora en techumbre y puertas	Puertas: puerta de madera sólida.	\$61.990	\$123.980	\$4,51	\$18,37	46%	C	\$53,81	5
		Tecumbre: Lana mineral de vidrio.	\$15.359	\$381.157	\$13,86					
5	Mejorar techumbre y ventanas.	Tecumbre: Lana mineral de vidrio.	\$15.359	\$381.157	\$13,86	\$24,54	46%	C	\$59,98	6
		Ventanas: DVH con espaciador 6 mm y marco con ruptura de puente térmico.	\$97.897	\$293.691	\$10,68					
6	Mejorar muros y puertas.	Muro: Aislapol 30mm	\$1.289	\$75.841	\$2,76	\$7,27	55%	C	\$49,64	2
		Puertas: puerta de madera sólida.	\$61.990	\$123.980	\$4,51					
7	Mejora en techumbre y muros.	Tecumbre: Lana mineral de vidrio.	\$15.359	\$381.157	\$13,86	\$16,62	55%	C	\$58,99	4
		Muro: Aislapol 30mm	\$1.289	\$75.841	\$2,76					
8	Mejora en ventana y muros.	Muros: Aislapol 30mm	\$1.289	\$75.841	\$2,76	\$13,44	55%	C	\$55,81	3
		Ventanas: DVH con espaciador 6 mm y marco con ruptura de puente térmico.	\$97.897	\$293.691	\$10,68					

Figura 42: Cuadro resumen de alternativas de mejora.

Capítulo 5 Conclusiones

Recopilando la información necesaria, realizando análisis completos mezclando inversión con ahorro energético y comparando los datos entre ellos, se puede responder la inquietud que se planteó en un principio que es lograr la mayor calificación energética en vivienda social, teniendo en cuenta la inversión que ésta conlleva.

alternativa	Inversion UF	Ahorro	VAN	Payback (año)	INV/van	INV/ahorro
1	2,75784597	55%	45,13	1	0,06	0,20
2	13,8602409	46%	49,3	4	0,28	0,03
3	10,6796727	46%	51,36	3	0,21	0,04
4	18,3686045	46%	53,81	5	0,34	0,03
5	24,5399136	46%	59,98	6	0,41	0,02
6	7,2662096	55%	49,64	2	0,15	0,08
7	16,6180868	55%	58,99	4	0,28	0,03
8	13,4375187	55%	55,81	3	0,24	0,04

Figura 43: Alternativas y su estudio económico.

Al comparar los resultados de éste estudio donde todas las viviendas alcanzaron la calificación C, se deduce que dentro de las alternativas más convenientes son las que contemplan una mejora en la aislación de muros perimetrales, porque posee el mayor ahorro energético y poseen un payback temprano, lo que significa que la inversión se ve cubierta a los pocos años de uso de la casa.

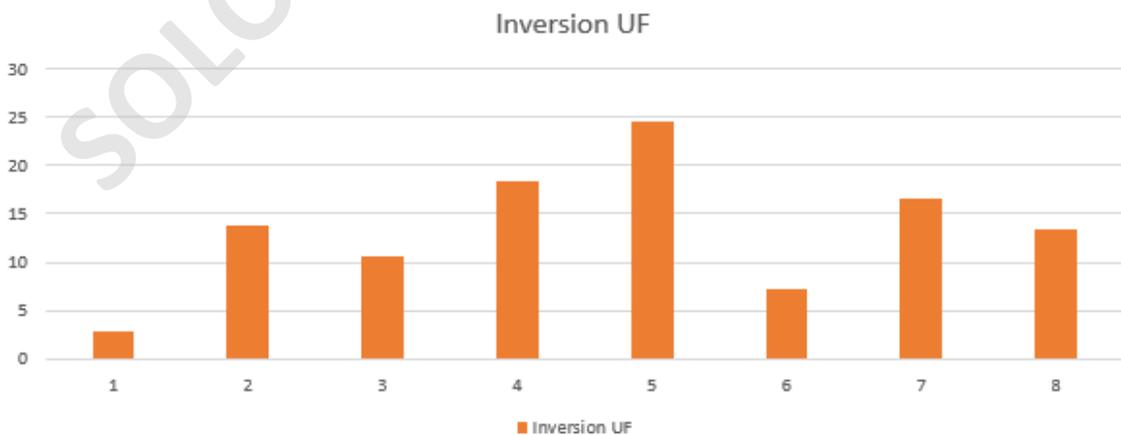


Figura 44: Inversión inicial de las mejoras en UF.

Dejando de lado ya las otras opciones, se realiza una comparación entre la mejora de muro solamente o la mejora de muro y otra mejora en la vivienda, ya que como se evidencia en la imagen anterior, la menor inversión es en la alternativa 1 y la alternativa 6, donde el factor común de estas son la mejora al muro perimetral por si solo y la mejora de muros y puertas respectivamente.

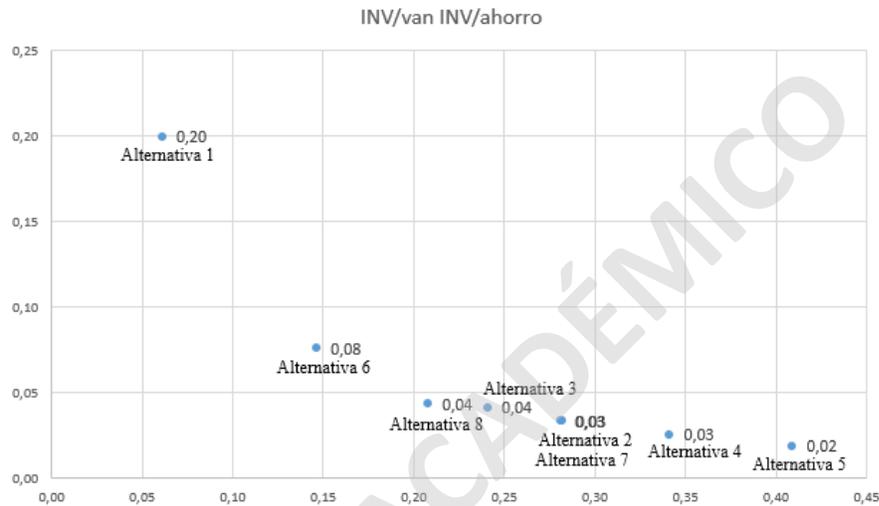


Figura 45: Gráfico de INV/Van v/s INV/Ahorro de casa alternativa

El gráfico anterior muestra el comportamiento entre las viviendas comparando la inversión y el ahorro de éstas con respecto al van de cada una. La alternativa 1 muestra mejor posicionamiento en esta comparativa, ya que la mayoría se sitúa cerca de 0,04 hablando de la inversión y el ahorro.

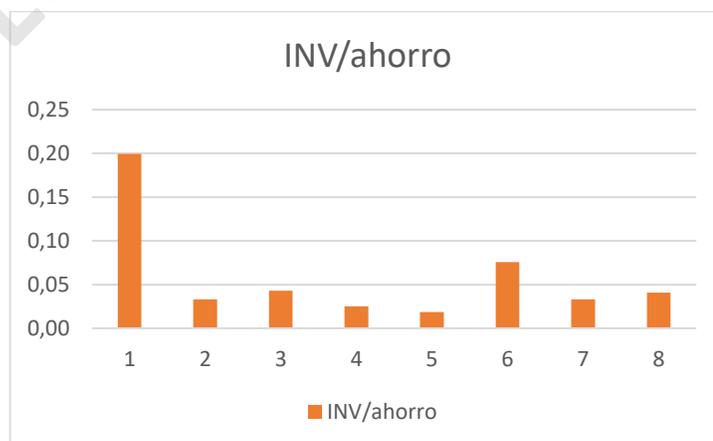


Figura 46: Gráfico de inversión/ahorro.

El payback de este análisis tiene un rol fundamental, ya que es el retorno de la inversión y es importante saber cuándo ocurre para así poder encontrar una solución constructiva eficiente no solo hablando de energía, sino en términos de gastos para el grupo familiar.

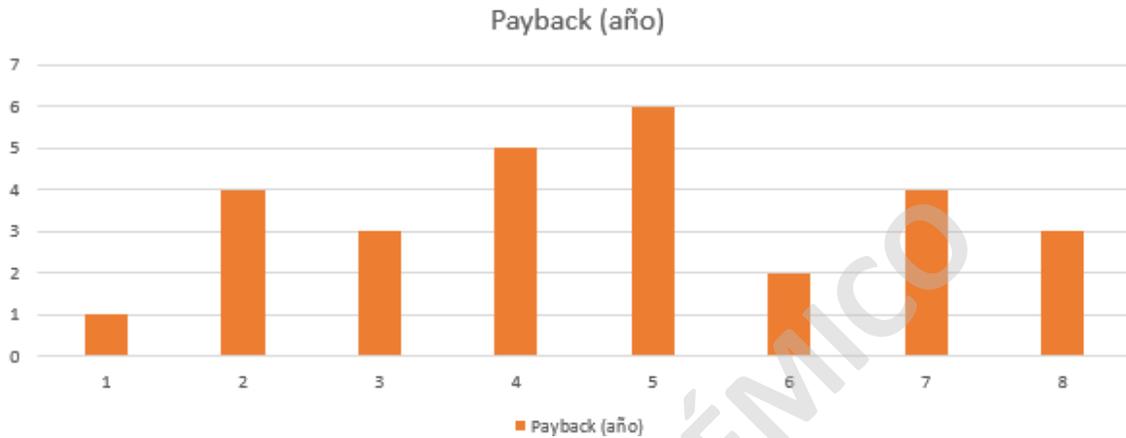


Figura 47: Gráfico payback de las alternativas de vivienda.

Sintetizando la información recopilada y estudiada, se define como la mejor alternativa de vivienda la que posee sólo mejora en el muro perimetral porque es la que requiere menos esfuerzo y porque el payback es cercano a la fecha cero, lo cual indica que el retorno es casi inmediato. Al tener todas las alternativas la misma letra, la manera más efectiva de encontrar la mejor solución es encontrando un VAN que se recupere pronto y no sea tan elevado, en la opción de mejora 1 la inversión se ve saldada al primer año, lo que significa que todos los siguientes no generan pérdida en la familia. Además, el VAN está muy cercano al ahorro, lo que significa que no se necesita una gran cantidad de dinero para aquella mejora.

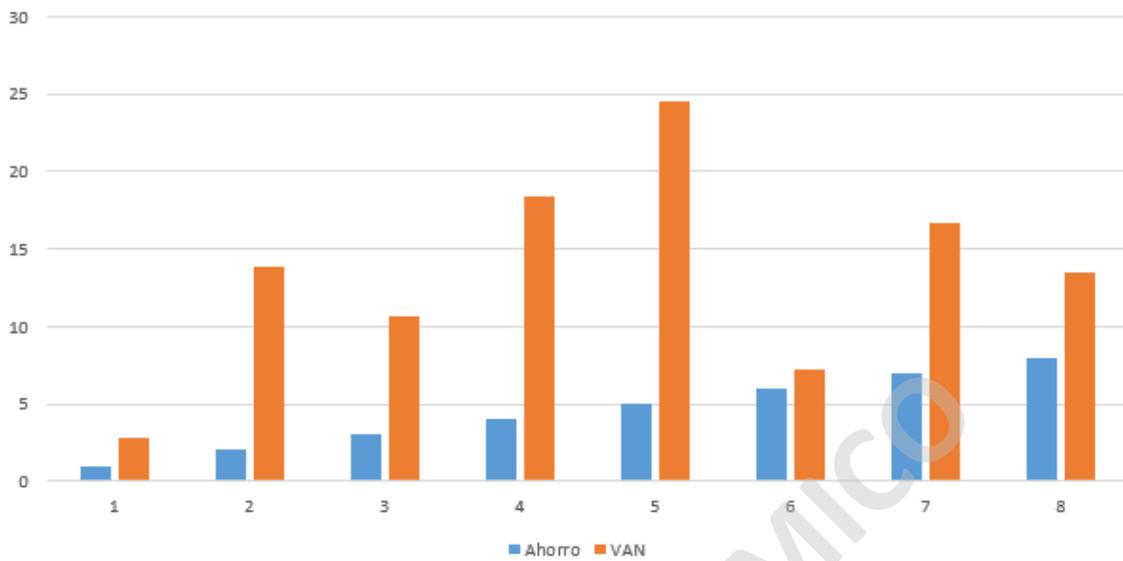


Figura 48: Gráfico comparativo entre ahorro y VAN de alternativas de mejora.

Con el escenario claro sobre qué alternativa es la que será la definitiva, las especificaciones de la vivienda base en la cual se realizó el estudio y la mejora, a grandes rasgos, quedaría de la siguiente manera:

- i. Muros perimetrales: albañilería armada de ladrillo hecho a máquina tipo gran titán reforzado de estructura térmica de 290x140x113 mm con recubrimiento interior con Aislapol de 30 mm.
- ii. Techumbre: cubierta en plancha de Zicalum acanalada onda 3" de 0.40 mm de espesor, largo continuo, con traslapes verticales como mínimo 1 ½ onda, previa colocación de papel fieltro asfáltico de 15 lb traslape horizontal mínimo 10 cm corchetado a costanera y soportado con alambre galvanizado N°14 colocado de forma transversal a las costaneras desde la línea inferior a la superior de la cubierta con fijación en base corchetes, las planchas de cubierta deben cumplir con calidad Nch 233 Of. 1999.
- iii. Puertas exteriores: puerta liviana de madera resistente a la humedad de 45 mm de espesor. Se contempla "cortachiflón" de goma en la parte inferior de la cara interior.
- iv. Ventanas: ventanas tipo PVC con mecanismo de abertura y cierre tipo palanca.

Con esta decisión se da por resuelta la interrogante que inspiró esta investigación, la cual buscaba dar soluciones concretas a familias vulnerables y apoyarlas, dándole herramientas para poder ahorrar y tener un hogar de calidad con buena certificación y así, lograr que más familias se interesen en este tipo de proyectos que ayudan a minimizar el impacto de una vivienda en cuanto a demanda energética. Al disminuir la demanda se logra un ahorro, que se transforma en una ayuda no solo a las familias, sino al medio ambiente.

En este momento el escenario medio ambiental global está débil y está en manos de todos frenar esta situación e intentar revertirla, es por eso que se debe tomar consciencia de la importancia de la calificación energética, porque no es solo una etiqueta, es ayuda al entorno y esta ayuda no sólo debiese ser por parte de los sectores acomodados, debería ser transversal, todos tienen el derecho a vivir en armonía con el medio ambiente.

SOLO USO ACADÉMICO

Bibliografía

- Bustamante G., W., & Rozas U., Y. (2009). *Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social*. Santiago.
- Colonelli Pérez-Cotapos., P., & Fissore Schiappacasse, A. (2009). *SISTEMA DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE VIVIENDAS*. Concepción: IIT – Instituto de Investigaciones Tecnológicas y Asistencia Técnica.
- García, C. ". (2011). *Especificaciones técnicas vivienda fondo solidario de elección de vivienda*.
- Ine. (2018). *Principales resultados: VIII encuesta de presupuestos familiares*.
- MINVU. (s.f.). *¿Que es la calificacion energetica de viviendas?* Obtenido de Calificación energética: <http://www.calificacionenergetica.cl>
- Minvu. (2017). *Informe técnico*.
- Minvu. (2018). *Manual de procedimientos calificación energética en viviendas en Chile*.
- Minvu. (s.f.). *Comprar una vivienda Fondo solidario de elección de vivienda*. Obtenido de Programas del Ministerio de Vivienda y Urbanismo: <http://beneficios.minvu.gob.cl/comprar-una-vivienda/sector-vulnerable/>
- MINVU. (s.f.). *Objetivos estrategicos*. Obtenido de Ministerio de Vivienda y Urbanismo: http://www.minvu.cl/opensite_20070212172123.aspx
- MINVU. (s.f.). *Programas del Ministerio de Obras y Urbanismo*. Obtenido de Ministerio de obras y Urbanismo.
- MINVU. (s.f.). *Tipos de calificación*. Obtenido de calificación energética: <http://www.calificacionenergetica.cl>
- MINVU. (s.f.). *Urbanismo y Construcción*. Obtenido de Ministerio de vivienda y urbanismo: http://www.minvu.cl/opensite_20070223152342.aspx
- Qué es el Certificado de Eficiencia Energética?* (s.f.). Obtenido de Certificado de eficiencia energética.: <https://certificadodeeficienciaenergetica.com/que-es-certificado-eficiencia-energetica-definicion>

- Tapia, P. (2017). *Estrategias para Lograr la Calificación Energética de Vivienda Sociales Pertenecientes al D.S. 49, Análisis de un Caso*. Proyecto de Título para optar al Título de Constructor Civil.
- Tapia, R. (s.f.). *Vivienda social en Santiago de Chile. Análisis de su comportamiento locacional, período 1980- 2002*. Obtenido de Revista invi: <http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/598/828>
- Urbanismo, M. d. (Febrero de 2018). *Ordenanza General de Urbanización y Construcción*.
- Valencia, L. (17 de Abril de 2017). *¿Cómo mejorar la vivienda social chilena?* Obtenido de El mostrador: <http://www.elmostrador.cl/agenda-pais/vida-en-linea/2017/04/17/como-mejorar-la-vivienda-social-chilena/>

SOLO USO ACADÉMICO