



UNIVERSIDAD  
**ANDRES BELLO**  
UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

BIENESTAR HABITACIONAL Y MEJORAMIENTO DE AISLACIÓN TÉRMICA  
Estudio de Vivienda Social Tipo 5, Villa Cervantes

Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero en Construcción

ALBERTO ESTEBAN ALBORNOZ PEÑA  
Profesor Guía: Sr. Nicolás Moreno Sepúlveda

Santiago – Chile  
Marzo, 2014

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi Familia, en especial Padres, Abuela y Hermanas por su apoyo durante toda mi estancia en la Universidad.

A Catherine Paillalef, por ser mi compañía incondicional durante toda mi época universitaria.

A mi profesor guía, Nicolás Moreno S. por haber guiado el proceso de elaboración de esta tesis.

Y a mis compañeros de Universidad, Camilo Marroquín A., Alejandro Sepúlveda S., y Claudio Torres H. por ser un grupo sólido de trabajo durante cinco años, y haber contribuido en la preparación de mi futuro como profesional.

## **RESUMEN**

La escasez de equipamientos que proporcionan el bienestar habitacional en una edificación, es una problemática recurrente en la elaboración de viviendas sociales, generando falencias en la aislación térmica de la envolvente, iluminación natural al interior de la vivienda, aislación acústica exterior e interior, percepción de seguridad frente al fuego, comportamiento frente a sismos, y comportamiento de la vivienda frente a lluvias y humedad a lo largo de su vida útil. Esto afecta directamente, a los requerimientos de las necesidades básicas de comodidad, y de satisfacción psicológica/fisiológica de los usuarios de las viviendas.

Este documento, tiene como objetivo, investigar las principales problemáticas de bienestar habitacional presentes en las viviendas en estudio, y mejorar las características de estas, acotando e interviniendo sus falencias bajo los criterios de bienestar establecidos por el FONDEF. Para ello, se determina un caso en estudio, al cual se le realiza un diagnóstico de su situación actual con un instrumento de encuesta y análisis de su tipología (materiales de construcción); a partir de esto se elabora una propuesta de intervención para la principal problemática (aislación térmica), donde se determinan los costos y beneficios del proyecto.

Además, económicamente, el proyecto aquí descrito es factible de realizar con la complementación de un subsidio estatal, enfocado en “Obras de Innovación de Eficiencia Energética” (D.S. N°255), donde, al incorporar elementos de eficiencia térmica en la envolvente, se obtienen beneficios tanto económicos, como de bienestar habitacional para las familias. Con este proyecto, es posible disminuir el flujo térmico a través de la envolvente, el gasto mensual y el consumo de combustibles no renovables que afectan el medio ambiente.

**Palabras Clave:** **Bienestar habitacional, Viviendas Sociales, Eficiencia térmica, Envoltoriente.**

## **ABSTRACT**

The shortage of equipment that provide well-being housing in a building, is a recurrent problem in the development of social housing, generating shortcomings in the thermal insulation of the envelope, natural lighting inside the home, acoustic insulation outer and inner, perceptions of fire safety, good resistance to earthquakes, and behavior of the house against rain and humidity throughout its life. This directly affects, to the satisfaction of the basic needs of comfort and psychological / physiological of the users of houses.

This document has the objective to investigate the main problems of well-being housing, present in the homes-studio, and improve the features of these, delimiting its flaws and intervening under the criteria of well-being established for the FONDEF. For them, is determined a case to study, where makes a diagnosis of the current situation, using survey instrument, and analysis their materials; from this is developing a proposal of intervention for the main problem (thermal insulation), where is determined the costs/benefits of the project.

Also, the project is economically feasible to do with a complementation of state subsidy, centered in "Innovation Works of Energy Efficiency" (D.S. N°255), where to incorporate elements of thermal efficiency in the covering, is obtained economic benefits and an increase in the well-being housing for the families. With this project, is possible decrease the heat flow through the wall, monthly expenditure per household and consumption of non-renewable fuels that affect the environment.

**Keyword:** Wellbeing housing, Social housing, Thermal efficiency, Covering.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Página

	Página
1. PRESENTACIÓN.....	1
1.1. Vivienda Social en Estudio .....	1
1.2. De la vivienda social en Chile .....	4
1.3. Objetivos.....	8
1.3.1. Objetivo general.....	8
1.3.2. Objetivos específicos .....	8
2. EFICIENCIA TÉRMICA-ENERGETICA DOMICILIARIA.....	9
2.1. La Eficiencia Energética .....	9
2.1.1. Consumo energético al interior de la vivienda .....	11
2.1.2. Técnicas para la disminución de consumo energético .....	14
2.1.3. Beneficio de tener eficiencia térmica en la vivienda.....	29
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	31
3.1. Materiales.....	32
3.1.1. Planos de loteo de Población Villa Cervantes.....	32
3.1.2. Planos de vivienda tipo 5 – Población Villa Cervantes.....	32
3.1.3. Especificaciones técnicas vivienda social Villa Cervantes .....	40
3.2. Métodos .....	45
3.2.1. Del Bienestar y Habitabilidad Habitacional .....	45
3.2.2. Evaluación del bienestar habitacional .....	49
3.2.3. Características térmicas de Chile .....	59
3.2.4. Características térmicas de la Vivienda tipo 5 .....	62
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	78
4.1. Del Bienestar y Habitabilidad Habitacional .....	78
4.1.1. Evaluación de la habitabilidad habitacional de las viviendas.....	78
4.1.2. Evaluación del bienestar habitacional de las viviendas .....	79
4.1.3. Evaluación del factor térmico .....	88
4.1.4. Evaluación del factor iluminación natural.....	97
4.1.5. Evaluación del factor acústico.....	98
4.1.6. Evaluación del factor seguridad .....	104

4.1.7. Evaluación del factor satisfacción .....	113
4.2. Análisis Vivienda Tipo 5.....	116
4.2.1. Comportamiento térmico de vivienda tipo 5.....	116
4.2.2. Consumo energético y económico para calefacción .....	118
4.2.3. Condensación de envolvente – Análisis de Elementos.....	120
4.3. Solución propuesta.....	121
4.3.2. Propuesta económica (290,5 lt).....	127
4.4. Evaluación de costo-beneficio .....	128
4.4.1. Análisis de evaluación de costo-beneficio GLP .....	131
4.4.2. Análisis de evaluación de costo-beneficio Kerosene .....	131
5. CONCLUSIÓN .....	133
6. BIBLIOGRAFÍA .....	135
ANEXO A: PLANO DE LOTEO CONJUNTO DE VIVIENDAS SOCIALES VILLA CERVANTES, VIVIENDAS TIPO 5, COMUNA DE SAN JOAQUÍN .....	142
ANEXO B: MAPA DE ZONIFICACIÓN CLIMÁTICO HABITACIONAL DE LA NCH1079-2008	144
ANEXO C: MAPA DE ZONIFICACIÓN TÉRMICA HABITACIONAL DE LA O.G.U.C.-2012....	146
ANEXO D: MAPA DE ZONIFICACIÓN TÉRMICA Y CLIMÁTICO .....	148
APÉNDICE A: ENCUESTA DE PERCEPCIÓN – BIENESTAR HABITACIONAL.....	150
APÉNDICE B: CUADRO DE ANÁLISIS – ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA,.....	153
RESULTADOS DE ENCUESTA DE PERCEPCIÓN DEL BIENESTAR HABITACIONAL .....	153
APÉNDICE C: SEGURIDAD DE LAS VIVIENDAS FRENTE AL FUEGO DURACIÓN DE ENSAYOS Y CLASIFICACIÓN DE FUEGOS .....	157
APÉNDICE D: CARACTERÍSTICAS TÉRMICA - VIVIENDA TIPO 5 .....	160
APÉNDICE E: FLUJO TÉRMICO - VIVIENDA TIPO 5.....	164
APÉNDICE F: CONSUMO ENERGÉTICO Y ECONÓMICO PARA CALEFACCIÓN .....	166

## ÍNDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1.1. Principios – Construcción Sustentable .....	3
Cuadro 2.1. Evolución del Consumo de Energía – Construcción Sustentable .....	11
Cuadro 2.2. Componentes de la Envoltura.....	17
Cuadro 2.3. Consumo eléctrico en viviendas Chilenas .....	24
Cuadro 3.1. FOSIS – Condiciones Mínimas de Habitabilidad.....	47
Cuadro 3.2. Distribución de Variables Evaluadas en Encuesta .....	53
Cuadro 3.3. Escalamiento “Likert” – Base para evaluación de bienestar habitacional.....	54
Cuadro 3.4. Total de viviendas Tipo 5 por Sector/Zonas y orientación de Frontis.....	55
Cuadro 3.5. Total de viviendas muestreadas Tipo 5 por Sector/Zonas.....	56
Cuadro 3.6. Criterio General de Evaluación – Alfa de Cronbach .....	58
Cuadro 3.7. Exigencia térmica a elementos envolventes – Zona Climática .....	60
Cuadro 3.8. Exigencia térmica a elementos envolventes – Zona Térmica.....	61
Cuadro 3.9. R100 Mínimo – Materiales Aislantes .....	61
Cuadro 3.10. Grados-día por año en la ciudad de Santiago.....	62
Cuadro 3.11. Conductancia térmicas de la Envoltura – Muros y Techumbre .....	65
Cuadro 3.12. Análisis de aislación térmica de construcciones .....	69
Cuadro 3.13. Cualidades de Combustibles a evaluar.....	73
Cuadro 3.14. Combustibles en estudio – Precio unitario (9 de Febrero).....	74
Cuadro 4.1. Cantidad Porcentual de habitantes por vivienda .....	80
Cuadro 4.2. Cantidad Porcentual – Años de residencia por vivienda .....	81
Cuadro 4.3. Definición de Variables .....	85
Cuadro 4.4. Reflectancia y temperaturas promedio en Cubiertas.....	88
Cuadro 4.5. Condición ideal para alcanzar el confort térmico al interior de una edificación .....	90
Cuadro 4.6. Tipos de combustibles utilizados para la calefacción de las viviendas .....	93
Cuadro 4.7. Valores acústicos – Mínimos exigidos .....	102
Cuadro 4.8. Resistencia al fuego requerida para elementos de construcción de edificios.....	105
Cuadro 4.9. Resistencia y Transmitancia térmica – Diseño Original.....	116

Página

Cuadro 4.10. Coeficientes volumétricos de perdidas térmicas: Gv1 y Gv2 – Diseño Origina ..	117
Cuadro 4.11. Precio unitario de combustibles, CRCT y GERCT – Sin Aislación Térmica .....	119
Cuadro 4.12. Condensación de Envolvente – Análisis Elementos de Envolvente.....	120
Cuadro 4.13. Propiedades de recubrimiento "Super Therm" .....	122
Cuadro 4.14. Beneficio térmicos aportados por recubrimiento "Super Therm".....	123
Cuadro 4.15. Coeficientes volumétricos de perdidas térmicas: Gv1 y Gv2 – "Super therm"....	123
Cuadro 4.16. Precio unitario de combustibles, CRCT y GERCT – Con Aislación Térmica.....	125
Cuadro 4.17. Ahorro anual de Gasto económico – "Super therm".....	126
Cuadro 4.18. Análisis de precio unitario – Recubrimiento "Super Therm".....	127
Cuadro 4.19. Evaluación Costo-Beneficio – GLP.....	129
Cuadro 4.20. Evaluación Costo-Beneficio – GLP con Subsidio.....	129
Cuadro 4.21. Evaluación Costo-Beneficio – Kerosene.....	130
Cuadro 4.22. Evaluación Costo-Beneficio – Kerosene con Subsidio .....	130

## ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1.1. Delimitación de Villa Cervantes Comuna de San Joaquín .....	1
Figura 1.2. Conventillos en Barrio Independencia, Santiago 1919 .....	5
Figura 2.1. Consumo Bruto Energía Primarias en Chile, Según Fuentes de Energía .....	11
Figura 2.2. Consumo Bruto Energía Primarias en Chile, Según Sectores .....	12
Figura 2.3. Ejemplo de muro, con sistema de aislación térmica .....	18
Figura 2.4. Ejemplo de puentes térmicos en ventanas .....	19
Figura 2.5. Ejemplo de cubierta, con sistema de aislación térmica.....	20
Figura 2.6. Ejemplo de pisos ventilados y en contacto directo con el terreno .....	21
Figura 2.7. Etiqueta de eficiencia energética .....	22
Figura 2.8. Luces Fluorescentes .....	25
Figura 2.9. Fibras Ópticas para iluminación.....	26
Figura 2.10. Fibras Diodo Emisor de luz (LED).....	27
Figura 2.11. Paneles Fotovoltaicos Integrados .....	28
Figura 2.12. Calentador Solar de Agua.....	28
Figura 3.1. Planta primer piso vivienda social Villa Cervantes.....	33
Figura 3.2. Planta detalle espacios primer piso vivienda social Villa Cervantes .....	34
Figura 3.3. Elevación costado vivienda social Villa Cervantes .....	35
Figura 3.4. Elevación costado vivienda social Villa Cervantes .....	36
Figura 3.5. Elevación frontis vivienda social Villa Cervantes .....	37
Figura 3.6. Elevación trasera vivienda social Villa Cervantes.....	38
Figura 3.7. Corte A-A' vivienda social Villa Cervantes.....	39
Figura 3.8. Corte B-B' vivienda social Villa Cervantes.....	40
Figura 3.9. Perfil marco de puertas metálico.....	43
Figura 3.10. Vivienda como un sistema integral – Bienestar Habitacional .....	48
Figura 3.11. Sistema Habitacional – Bienestar Habitacional .....	49
Figura 3.12. Factores – Bienestar Habitacional .....	50
Figura 3.13. División de Áreas – Sectores/Zonas .....	55
Figura 3.14. Índice de Consistencia – Alfa Cronbach.....	59
Figura 3.15. Variación de Costos – GLP .....	74

Figura 3.16. Variación de Costos – Kerosene .....	75
Figura 4.1. Cantidad Porcentual de habitantes por vivienda .....	80
Figura 4.2. Cantidad Porcentual – Años de residencia por vivienda .....	81
Figura 4.3. Percepción del Bienestar Habitacional – Puntaje Promedio .....	82
Figura 4.4. Percepción del Bienestar Habitacional – Puntaje Promedio por Tipo de Cubierta...	85
Figura 4.5. Relieve transversal en latitud 33° (Santiago).....	91
Figura 4.6. Resultados Parte “A” – Pregunta 1 .....	94
Figura 4.7. Resultados Parte “A” – Pregunta 2 .....	95
Figura 4.8. Resultados Parte “A” – Pregunta 3 .....	96
Figura 4.9. Resultados Parte “A” – Pregunta 4 .....	96
Figura 4.10. Resultados Parte “A” – Pregunta 5 .....	98
Figura 4.11. Nivel típico de ruido exterior en Santiago .....	99
Figura 4.12. Resultados Parte “A” – Pregunta 6 .....	100
Figura 4.13. Resultados Parte “A” – Pregunta 7 .....	100
Figura 4.14. Resultados Parte “A” – Pregunta 8 .....	101
Figura 4.15. Índice de reducción acústica de elementos constructivos.....	103
Figura 4.16. Resultados Parte “A” – Pregunta 9 .....	107
Figura 4.17. Resultados Parte “A” – Pregunta 10.....	108
Figura 4.18. Resultados Parte “A” – Pregunta 11.....	111
Figura 4.19. Resultados Parte “A” – Pregunta 12.....	112
Figura 4.20. Resultados Parte “A” – Pregunta 13.....	114
Figura 4.21. Resultados Parte “A” – Pregunta 14.....	115
Figura 4.22. Flujo Térmico por Transmitancia – Elementos de Envoltorio .....	118
Figura 4.23. Flujo Térmico por Transmitancia – Elementos de Envoltorio Aislado .....	124

## 1. PRESENTACIÓN

### 1.1. Vivienda Social en Estudio

Esta investigación busca desarrollar el mejoramiento del bienestar habitacional respecto a la eficiencia térmica de una vivienda social específica (en relación a su envolvente). La edificación a estudiar, corresponde al conjunto habitacional económico de la década de los '60, población Villa Cervantes, comuna de San Joaquín, Región Metropolitana. La Villa donde se localiza el conjunto, está compuesta de 234 viviendas económicas (Figura 1.1), las cuales se subdividen en 5 diferentes tipos de casas, siendo las más comunes las viviendas de 48,10 m<sup>2</sup> de superficie construida (Tipo 5) con un número total de 110 unidades.

- Tipo 1: Superficie 68,46 m<sup>2</sup> con 74 viviendas.
- Tipo 2: Superficie 68,61 m<sup>2</sup> con 28 viviendas.
- Tipo 3: Superficie 68,92 m<sup>2</sup> con 12 viviendas.
- Tipo 4: Superficie 69,60 m<sup>2</sup> con 10 viviendas.
- Tipo 5: Superficie 48,10 m<sup>2</sup> con 110 viviendas.



Figura 1.1. Delimitación de Villa Cervantes Comuna de San Joaquin

Fuente: Google Map (2013)

El modelo de vivienda a estudiar corresponde al Tipo 5 de la Villa (delimitados por la franja verde en la Figura 1.1), ya que, este es el más pequeño respecto a los 4 restantes. Además, la vivienda tipo 5 constituye la base de diseño de los modelos mayores, diferenciándolos básicamente la cantidad de habitaciones, donde la vivienda de 48,10 m<sup>2</sup> es la única que tiene dos habitaciones.

Cabe destacar que el motor que impulsa esta investigación, es principalmente el interés personal que presenta el autor en descubrir las cualidades y patologías en la vivienda social a investigar.

A lo largo del tiempo, estas viviendas han presentado una anormalidad notoria, especialmente en invierno y verano, la cual, está relacionada con el bienestar habitacional, ya que, en verano se siente demasiado calor (especialmente por las noches) y en invierno la sensación térmica es muy baja. Este fenómeno es el que impulsa la pregunta ¿Cuáles son los estudios y medidas a tomar que definen la calidad y habitabilidad de una vivienda social respecto a los factores térmicos?, que a su vez es la base de investigación para el desarrollo de esta tesis.

Proponer una solución a los problemas de bienestar, relacionados principalmente con la eficiencia térmica, corresponde al principal objetivo de investigación que sustenta este documento, basándose básicamente en definir la problemática y mejorar la eficiencia térmica de la vivienda a estudiar, utilizando como herramienta los criterios de construcción sustentable y los principios establecidos por el CIB (*Conseil International du Batiment*), los que involucran la reducción del consumo de recursos, considerando al medio ambiente y creando un ambiente más saludable en la vivienda, proponiendo una solución a los problemas de habitabilidad.

**Cuadro 1.1. Principios – Construcción Sustentable**

<b>Bases de la Construcción Sustentable</b>		
1	Conservar	Minimizar el consumo de recursos
2	Reutilizar	Maximizar la reutilización de recursos
3	Renovar/Reciclar	Usas recursos renovables o reciclables
4	Proteger la Naturaleza	Proteger el medio ambiente natural
5	no-tóxicos	Crear un ambiente saludable
6	Economía	Aplicar análisis de costo de ciclo de vida
7	Calidad	Enfocarse en la calidad

Fuente: *Conseil International du Bâtiment (CIB)*

Para lograr estos objetivos se deben cumplir tres metas: identificar las zonas o elementos responsables de la eficiencia térmica en la vivienda y buscar mejoramiento dentro del mercado, identificar y discriminar los métodos de construcción relacionados con la eficiencia térmica, y determinar las externalidades positivas y negativas de intervenir la vivienda en estudio.

Identificar las zonas y/o elementos responsables de la eficiencia térmica en la vivienda, es una etapa muy importante dentro del desarrollo de este documento, ya que determinan factores cruciales como el acotamiento del área de intervención dentro de la propiedad, fundamentos y métodos de intervención al problema térmico de la vivienda, externalidades positivas y negativas, etc.

Conocer distintos métodos, elementos, o técnicas constructivas permite tener una mirada más crítica al momento de decidir los procedimientos a tomar para el mejoramiento de la eficiencia térmica en esta vivienda, permitiendo una intervención más eficiente.

El afloramiento de las externalidades positivas y negativas de una intervención a la vivienda a estudiar, está directamente relacionada con los dos puntos anteriores, ya que de estos depende las diferentes variables a considerar; costos-beneficio, disponibilidad en el mercado, vialidad del proyecto, necesidades reales de la vivienda, etc.

Antes de continuar la investigación y profundizar respecto a las patologías de la vivienda a estudiar, se concentrará el estudio en el fundamento de la vivienda

social y su historia en la realidad chilena, considerando a groso modo sus orígenes hasta la actualidad.

## 1.2. De la vivienda social en Chile

Básicamente la vivienda social, responde a una necesidad citadina surgida a fines del siglo XIX, generada de un fenómeno social que cambia el modo de vida y la estructura de la sociedad chilena, producto de la masiva migración a las grandes ciudades del país, debido a los cambios económicos en la agricultura, minería e industria, que enfrentaba Chile en la época. Esto incidió en un crecimiento exponencial de las ciudades, donde las viviendas emergentes, no eran capaces de satisfacer las necesidades básicas de higiene, habitabilidad y bienestar en los estratos más vulnerables de la población.

Durante la última mitad del siglo XIX, las cabañas caracterizaban la vivienda de los estratos populares. Estas estaban conformadas básicamente por material ligero, como madera, tablas, paja, adobe o cualquier elemento al “alcance” de las familias.

Durante el final de siglo, este tipo de vivienda fue rápidamente reemplazada por lo que llamamos conventillo, los que se caracterizaban por su espacio reducido y problemas de hacinamiento, ya que, albergaban un gran número de personas. Hidalgo, R. destaca en su publicación “la vivienda social en Chile y la Construcción del espacio urbano en el Santiago del siglo XX (2005)” que el común denominador de estos tipos de conjuntos habitacionales eran los espacios insalubres, debido principalmente al espacio reducido, falta de ventanas y gran cantidad de habitantes, lo que generó patologías mentales, sociales y biológicos como tuberculosis, tifus, alcoholismo que incidió fuertemente en el desarrollo poblacional, reflejando un 25% de mortalidad infantil en los niños que nacían en dicho periodo. Esto produjo una alarma en las autoridades de la época (principios del siglo XX), donde se clasificó la

problemática habitacional como interés de salud pública y de prioridad nacional.



**Figura 1.2. Conventillos en Barrio Independencia, Santiago 1919**

Fuente: Patricio Kaulen

En la búsqueda de solucionar esta problemática país, se desarrolló el primer parámetro de vivienda popular, el cual, definía los cánones de espacio vital y calidad de la vivienda respecto a salubridad. Esta fue la “Ley de Habitaciones Obreras” de 1906 (Ley 1838), concebida en el gobierno de don Germán Riesco, siendo pionera en el ámbito latinoamericano.

Para el desarrollo de esta ley, se utilizó como base las legislaciones belgas y francesas de 1889 y 1894 respectivamente. Estas iniciativas se fundaban básicamente en los principios higiénicos de construcción y la fomentación de construcción de viviendas nuevas, a partir de concesión e incentivos económicos hacia las empresas constructoras. Para lograr estos objetivos se crearon los “Consejos de Habitaciones para Obreros”, que tenía como objetivo principal favorecer el desarrollo de viviendas higiénicas y económicas destinadas a la venta o arriendo; saneamiento de las viviendas obreras existentes y fomentar la formación de sociedades constructoras.

Según Hidalgo, R. en su publicación “Continuidad y cambio en el siglo de vivienda social en Chile (1892-1998). Reflexiones a partir del caso de la ciudad

de Santiago (1999)", la ley 1838 fue la génesis de reformas habitacionales, ya que, gracias a esta se realizaron importante cambios para tener un mayor control sobre normativa de arriendo, parámetros legales, y las llamadas "Ligas de Arrendatarios" (década de 1920); impulsando la promulgación del "Decreto Ley 261" (Ley de la Vivienda) que fijaba reducciones del cincuenta por ciento de renta de propiedades consideradas insalubres y limitaba el costo mensual de arriendo para viviendas saludables (1925); creación del "Consejo de Bienestar Social" (1925) que tenía como principal objetivo impulsar la construcción de nuevas viviendas y promover la participación activa de cooperativas, incentivándolas por medio de la exención de impuestos favoreciendo aquellos edificios colectivos.

Ya en la década de los '50 se materializa la creación de la "Corporación de la Vivienda" (COMVI), la cual, estaba enfocada (según su decreto de creación) a la ejecución de proyectos de construcción, los cuales debía priorizar los grandes conjuntos habitacionales (polígonos de vivienda), la urbanización, reconstrucción, remodelación y reestructuración de barrios. Además, esta entidad gubernamental era la responsable del estudio e incentivo de construcción de viviendas sociales (Godoy, G. 1972).

Para la década de los '60 se tiene la promulgación del "Decreto con Fuerza de Ley N°2" (D.F.L.2), la cual, incide en las políticas de vivienda hasta nuestros días, ya que, se establece en dicho decreto el ahorro previo de postulación para la obtención de viviendas sociales, estableciéndose de esta manera el "Sistema Nacional de Ahorro y Préstamo para la Vivienda". Además, este periodo es muy importante para este documento, principalmente porque es en esta década donde se desarrolla el proyecto "Villa Cervantes", el cual corresponde al conjunto habitacional a estudiar y su disposición legal está regida justamente por el D.F.L. antes mencionado.

Finalizando la "Reseña de la Vivienda Social", podemos decir que bajo los términos legales actuales, encontramos definiciones de vivienda social dentro del Decreto de Ley N°2552, el cual, tiene vigencia hasta nuestros días y expresa textualmente – Para todos los efectos legales se entenderá por

vivienda social, la vivienda económica de carácter definitivo, destinada a resolver los problemas de la marginalidad habitacional, financiada con recursos públicos o privados, cualesquiera que sean sus modalidades de construcción o adquisición –. Además, se debe considerar que el estado chileno, fijó como espacio mínimo para las viviendas económicas un estándar de 17.5 m<sup>2</sup> por cama (D.F.L.2), considerando un máximo de 140 m<sup>2</sup>. Conviene agregar que para este efecto, el arquitecto Erwin Haramoto expresa en su publicación “Vivienda Social: un desafío para la sustentabilidad del desarrollo (1995)” – entiendo por vivienda social, aquélla destinada al mejoramiento de la situación habitacional de los grupos, familias e individuos más desposeídos de nuestra sociedad, ya sea en un contexto urbano, rural u otro –. También en la disposición legal Decreto de Ley N°2552, se considerara vivienda social, toda aquella vivienda que su valor por tasación no exceda las 400 UF.

Dando fin al repaso histórico de vivienda social en Chile, se debe abordar el tema principal de este documento.

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo general

El presente documento, tiene como objetivo general: investigar y determinar de las principales problemáticas de “bienestar habitacional” presentes en las viviendas en estudio, y proponer mejoras para sus características más desfavorables, acotando e interviniendo sus falencias bajo los criterios de bienestar establecidos por el FONDEF<sup>1</sup>.

#### 1.3.2. Objetivos específicos

Identificar las zonas o elementos en las viviendas en estudio responsables del bienestar habitacional, y proponer soluciones presentes en el mercado que aumenten la calidad de estas.

Identificar y discriminar los métodos de construcción relacionados con el mejoramiento de la vivienda social a estudiar, priorizando el resguardo del espacio de la vivienda.

Determinar las externalidades positivas y negativas, analizando soluciones respecto a eficiencia y costo-beneficio.

---

<sup>1</sup> FONDEF, Universidad de Chile, Universidad Federico Santa María, y Fundación Chile, “Bienestar Habitacional – Guía de Diseño para un Hábitat Residencial Sustentable”, 2004.

## 2. EFICIENCIA TÉRMICA-ENERGETICA DOMICILIARIA

### 2.1. La Eficiencia Energética

¿Qué es la eficiencia energética? La eficiencia energética se puede entender de diversas formas: es usar bien la energía, es ahorrar energía sin perder en calidad de vida o en calidad de producción y también es la optimización de la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos (MINISTERIO DE ENERGÍA).

Hoy en día, el impacto ambiental-económico de extraer y consumir los recursos energéticos no renovables como combustibles fósiles son profundos; la población aumenta y su consumo es cada vez mayor. Una forma de mitigar esta problemática, es disponer de las nuevas tecnologías para obtener eficiencia al momento de utilizar la energía disponible en el mercado convencional, utilizada generalmente para obtener calor (calefacción), iluminación y generación de energía.

La empresa española “HC Energía<sup>2</sup>” expone las razones fundamentales de tener una eficiencia energética en un país, en “Ventajas de la Eficiencia Energética”. Antes de continuar con el desarrollo de esta memoria, se nombrarán estas razones positivas, para que el consumo energético sea una problemática a solucionar, son las siguientes:

- Reducción de consumo energético en los hogares y empresas.
- Reducción, por tanto, los costos de producción, mejorando la competitividad de las empresas.
- Disminución de la dependencia energética de exterior.
- Reducción de daño ambiental y la contaminación que afecta a la salud de todos.
- Aumento de la seguridad del abastecimiento de energía.

---

<sup>2</sup> <http://eficiencia.hcenergia.com/eficiencia/portal.do?IDM=3&NM=2>

## 2. Eficiencia Térmica-Energética Domiciliaria

- Disminución del consumo de recursos naturales.
- Reducción del deterioro al medio ambiente asociado a la explotación de recursos.
- Reducción de impacto de los Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Como síntesis, se puede entender en el texto guía, de la clase Aplicaciones Tecnológicas Avanzadas, basado en el libro “Sustainable Construction: Green Building Design and Deliver”, de Charles J. Kibert, y Manual de capacitación y Guía para Moderadores “Aspectos económicos en la gestión del Agua Sostenible”, que es de gran importancia la eficiencia energética por los distintos cambios que se viven en Chile, y por eso se deben considerar las razones negativas, para que el consumo energético sea una problemática a solucionar, son las siguientes:

- El crecimiento de la poblacional, que conducen a un mayor consumo energético y contaminación.
- Cuidado de la salud poblacional y del medioambiente.
- El crecimiento económico, que conduce a una demanda cada vez mayor de agua y a una mayor contaminación de los recursos existentes;
- Las fallas del gobierno para tratar adecuadamente el problema.
- La búsqueda de la sostenibilidad económica, medioambiental y social (pilares básicos de la sustentabilidad); y
- Los cambios climáticos.

Dada la realidad país, el consumo de energía entre el 1991 al 2011 aumentó un 122%, según el informe de eficiencia energética del Ministerio de Energía<sup>3</sup>(2013). Éste documento afirma, que al acercarse el desarrollo, también aumentarán las necesidades energéticas de la nación, por lo tanto, se debe hacer frente a este escenario con un suministro de energía seguro y confiable para los siguientes años.

---

<sup>3</sup> “Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020” – Ministerio de Energía.

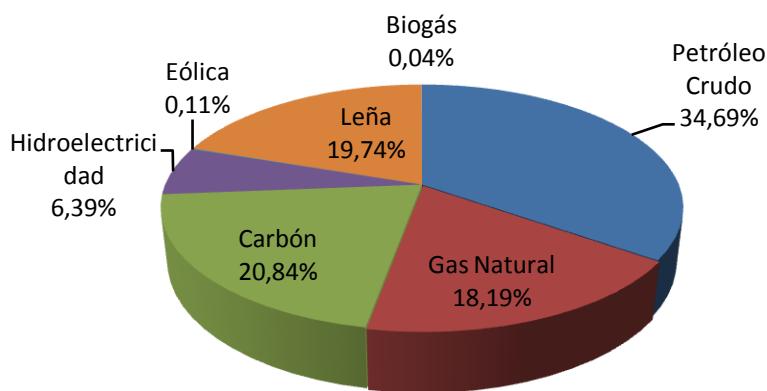
## 2. Eficiencia Térmica-Energética Domiciliaria

**Cuadro 2.1. Evolución del Consumo de Energía – Construcción Sustentable**

Evolución del Consumo de Energía (Tcal)					
	Transporte	Industria y Minería	Comercial, Público y Residencial	Sector Energía: Auto Consumo	Consumo Total
1991	37.440	43.815	36.954	4.255	122.464
2001	67.320	75.118	56.282	5.595	204.315
2011	87.189	100.326	71.410	12.504	271.429

Fuente: Ministerio de Energía en base al Balance Nacional de Energía 2011

Cabe destacar, la segregación del consumo energético predominante de esta nación; con datos proporcionados por el Ministerio de Energía, donde se observa que las principales fuentes de energía son: el petróleo crudo<sup>4</sup>, carbón, leña y gas natural.



**Figura 2.1. Consumo Bruto Energía Primarias en Chile, Según Fuentes de Energía**

Fuente: Encuestas a empresas del sector energía e industrias intensivas

### 2.1.1. Consumo energético al interior de la vivienda

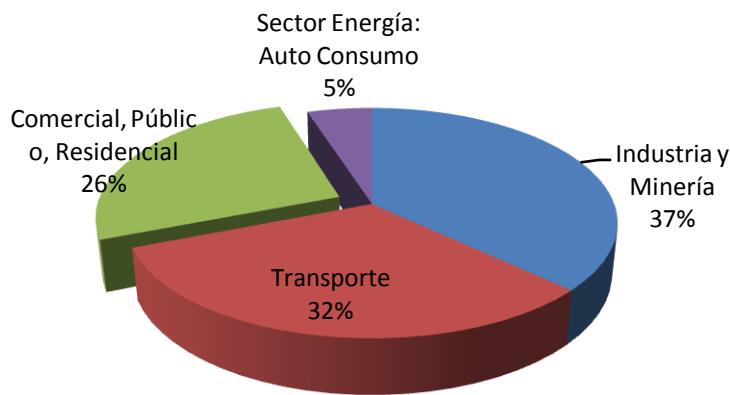
En general, el consumo energético en el sector comercial, público y residencial implica un 26% (según el informe de eficiencia energética “Plan de Acción de Eficiencia Energética” del Ministerio de Energía) respecto a la distribución de consumo energético por sector (Figura 2.2), dentro del cual, el segmento residencial representa el 76,9% del total (19,9% del porcentaje general Figura 2.1), lo sigue el rubro comercial, con el 20,3%, y el sector público, con el 2,8% del consumo energético.

Según el informe “Plan de Acción de Eficiencia Energética” del Ministerio de Energía, una particularidad del sector comercial, público y residencial, es la

<sup>4</sup> importado en un 98,7%, ENAP.

## 2. Eficiencia Térmica-Energética Domiciliaria

utilización predominante de leña, petróleo, y electricidad, los cuales representan un 44,3%, 24,8% y 22,7% respectivamente respecto a las demás fuentes de energía antes mencionadas (Figura 2.1), las cuales, satisfacen las necesidades de calefacción, cocción, y necesidades eléctricas básicas en la vivienda común.



**Figura 2.2. Consumo Bruto Energía Primarias en Chile, Según Sectores**

Fuente: Ministerio de Energía en base al balance nacional de energía 2011

Hoy en día, una problemática importante es armonizar la comodidad con el estilo de vida sustentable (considerando los tres ejes básicos de esta). La vivienda en sí, es en dónde se consume gran parte de la energía utilizada y donde más difícil es hacer esfuerzos para mejorar su rendimiento energético (Xavier Watine, 2007).

Para el aprovechamiento energético en la vivienda o en la edificación, existen variadas técnicas de “arquitectura bioclimática”, la cual, consiste en el diseño de edificios teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos) para disminuir los impactos ambientales, intentando reducir el consumo de energía, obteniendo eficiencia térmica y eléctrica.

Sin embargo, el Ingeniero Industrial Xavier Watine sostiene que aplicar estas técnicas resulta caro, y son sólo accesibles a edificios corporativos, viviendas de lujo y/o proyectos específicos. Por lo tanto, concluye que no aportan una solución global y accesible al problema energético en las viviendas “promedio”. Esto implica que se debe tener especial cuidado y análisis de la envolvente

## 2. Eficiencia Térmica-Energética Domiciliaria

(muros, ventanas, cubierta), ya que, esta define las características térmicas de la vivienda y el gasto energético que tendrá durante su vida en función de la zona climática de ubicación.

La Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción, realizó un estudio para el Ministerio de Energía sobre usos finales y curva de oferta de la conservación de la energía en el sector residencial. Para llevar a cabo el estudio, se elaboró un programa de trabajo sobre la base de una encuesta a nivel nacional que permitió estimar los principales usos finales y equipos consumidores de energía en el sector residencial chileno, el consumo de energía asociado y las principales tipologías de viviendas urbanas. La encuesta se desarrolló considerando un diseño muestral que abarcó las 7 zonas térmicas del país, con un nivel de confianza del 95% y un 5% de error muestral máximo (desviación), respecto de las viviendas urbanas en cada zona. El principal resultado del análisis de la encuesta es el balance energético a nivel nacional y por zona térmica, el que se encuentra ajustado de acuerdo a los valores obtenidos del balance nacional de energía desarrollado por el Ministerio de Energía y la encuesta Casen, de forma de presentar mayor consistencia en los resultados.

Tomando en cuenta estos ajustes, se aprecia que el consumo promedio nacional de una vivienda son 10.232 kWh/año de energía final (incluyendo todos los combustibles), lo que es incluso superior al consumo de energía promedio de las viviendas en España, que es del orden de 8.270 kWh/año. Sin embargo, este alto valor se encuentra fuertemente influido por el alto consumo de leña en la zona sur del país. De hecho, si se descuenta este valor, el consumo promedio anual de energía final es del orden de 4.470 kWh/año, un valor sustancialmente menor que el de España. Esto último se debe principalmente a la disponibilidad y bajos precios de la leña respecto de otros combustibles, lo que hace que estas familias estén muy cerca del confort térmico en sus hogares.

### 2.1.2. Técnicas para la disminución de consumo energético

Mejorar el perfil del consumo energético en la vivienda es un desafío de todos los profesionales involucrados en su diseño. A continuación se describirán distintas técnicas, que tienen como fin: “aumentar la eficiencia energética en las edificaciones, y mejorar con ello la habitabilidad de estos”.

#### 2.1.2.1. Arquitectura bioclimática o Estrategia de Diseño Solar Pasivo

La arquitectura bioclimática o diseño solar pasivo, es un tipo de arquitectura donde el equilibrio y la armonía son una constante con el medio ambiente. Corresponde al diseño de vivienda y edificios, considerando los sistemas de calefacción, refrigeración, iluminación y ventilación. Estas construcciones y su eficiencia dependen directamente de la luz solar, viento, vegetación y otros recursos naturales presentes en el sitio. Se busca lograr un gran nivel de confort<sup>5</sup> térmico, teniendo en cuenta el clima y las condiciones del entorno para ayudar a conseguirlo. Para esto, es necesario adecuar el diseño, la geometría, la orientación y la construcción del edificio considerando las condiciones climáticas de su entorno.

Básicamente consiste en jugar exclusivamente con las características locales del medio (relieve, clima, vegetación natural, dirección de los vientos dominantes, insolación, etc.), así como, el diseño y los elementos arquitectónicos, sin utilizar sistemas mecánicos, que más bien se consideran como sistemas de apoyo. La base del diseño pasivo, es reducir al máximo el consumo de energía, antes de considerar cualquier fuente de energía externa, aparte del sol (usado como calefactor base) y el viento (usado como ventilación base).

Una construcción que ha sido bien diseñada respecto a los principios del diseño pasivo, podrá ser desconectada de sus fuentes de energía activas (bombas, calderas, controladores de aire, enfriadores y otros equipos

---

<sup>5</sup> Es aquello que produce bienestar y comodidades. Cualquier sensación agradable o desagradable que sienta el ser humano le impide concentrarse en lo que tiene que hacer.

## 2. Eficiencia Térmica-Energética Domiciliaria

energizados), y mostrar ser razonablemente funcional debido a la luz del día, calefacción y enfriamiento pasivo, y ventilación provista por el efecto chimenea, ventilación cruzada, ventanas de doble capa (doble vidriado hermético), y los vientos prevalecientes.

El diseño pasivo es, en definitiva, una arquitectura adaptada al medio ambiente, sensible al impacto que provoca en la naturaleza, y que intenta minimizar el consumo energético y con él, la contaminación ambiental (KIBERT, C.). A continuación se nombrarán los factores claves que deben ser incluidos en el desarrollo de una estrategia de arquitectura pasiva:

- Clima Local: Ángulo del sol promedio y radiación solar, velocidad y dirección del viento, temperatura del aire y humedad a lo largo del año.
- Condiciones de sitio: Terreno, vegetación, condiciones del suelo, napa, microclima, relación con otras construcciones.
- Razón de aspecto del edificio: Proporción geométrica del edificio, largo ver sus ancho.
- Orientación del edificio: Eje largo orientación este-oeste, distribución de habitaciones, y área de vidriado.
- Masa del edificio: Potencial de acumulación de energía y color.
- Uso del edificio: Horario de ocupación, cantidad de personas que están frecuentemente en el edificio y perfil de uso (vivienda, oficina, negocio, industria, etc.).
- Estrategia de iluminación diurna: Artefactos de iluminación diurna (light shelves, tragaluces, celosías interiores y exteriores).
- Envolvente del edificio: Geometría, aislación, puertas, escapes de aire, ventilación, sombra, masa térmica, color, ventanas (puentes térmicos).
- Cargas internas: Iluminación, habitantes, equipamiento, electrodomésticos, etc.
- Estrategias de ventilación: Potencial de ventilación cruzada, vías de ventilación rutinaria, potencial de efecto chimenea.

### 2.1.2.2. Envoltorio del Edificio

La envolvente de una edificación es de vital importancia, ya que, genera la mediación entre el espacio interior y el clima adverso del exterior. Según esto, las primeras consideraciones de la envolvente se relacionan con la orientación del edificio, diseño, área y ubicación de las ventanas, materialidad de muros y cubierta.

El principio básico para el diseño de la envolvente, es la aislación térmica, ya que es una estrategia efectiva de “diseño pasivo”: aislando la envolvente de la edificación, con el objetivo de minimizar las pérdidas de calor por conducción.

La pérdida de energía a través de la “piel” de la edificación debería ser minimizada mediante la utilización de componentes con alta resistencia térmica ( $R_t$ ). La envolvente definitiva de toda edificación debe controlar la ganancia térmica solar, la conducción o transmisión directa de calor y la infiltración o fuga de calor. Por lo tanto, los tres aspectos básicos a considerar en la envolvente para mejorar la eficiencia energética en una construcción son la resistencia térmica de muros, la selección de ventanas y la cubierta.

Por lo general, en las edificaciones, la aislación térmica de la envolvente se logra a través de la incorporación de un material aislante con bajo coeficiente de transmitancia térmica<sup>6</sup> y de la especificación de ventanas, que cumplan con determinados estándares según la zona climática, ya que, estas generalmente constituyen un puente térmico en las envolventes. Por lo tanto, una construcción con una envolvente eficiente, que evite pérdidas de calor por conducción y por infiltraciones, tendrá un mejor confort térmico para sus ocupantes, menor riesgo de ocurrencia de condensación, y mayor durabilidad de la edificación. En edificios calefaccionados y/o refrigerados, esto se traduce en una disminución de la demanda energética de calefacción y/o refrigeración, lo que a su vez implica menores costos de operación.

---

<sup>6</sup> Establecido por la NCh1079 Of.2008 – Zonificación Climática Habitacional para Chile.

## 2. Eficiencia Térmica-Energética Domiciliaria

**Cuadro 2.2. Componentes de la Envoltura**

Componentes de la Envoltura		
Cubiertas		
Fachadas		
Pisos		

Fuente: Ministerio de Obras Públicas, Diseño pasivo y eficiencia energética 2013

La envolvente de una construcción está conformada principalmente por la cubierta, fachada (muro), pisos y cerramientos en contacto con el terreno (cuadro 2.2). A continuación se describirán las distintas características que definen a los componentes de una envolvente en la edificación:

**Fachada:** Corresponde al cerramiento exterior en constante contacto con el aire, cuya inclinación es superior a 60° respecto a la horizontal, conformados generalmente por los muros estructurales de la edificación, puertas de acceso y ventanas (puentes térmicos).

Generalmente, los muros cumplen un rol fundamental en la conformación de la envolvente térmica de un edificio y/o vivienda, lo cual, implica que debe alcanzar un buen estándar de aislación, dependiendo de la zonificación climática en que se establece la construcción.

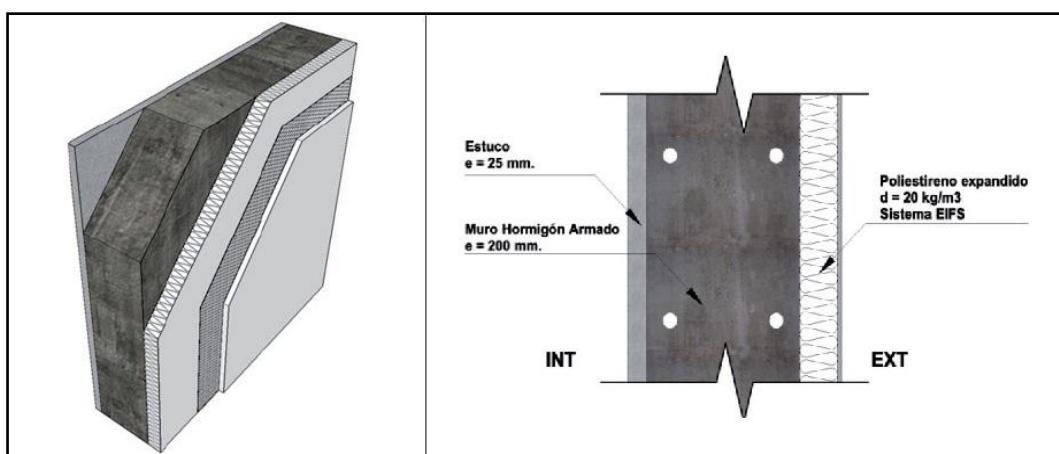
La conductancia térmica, o valor U (El valor  $U=1/R_t$ ) describe que tan bien un elemento de un edificio conduce el calor. Mide la tasa de

## 2. Eficiencia Térmica-Energética Domiciliaria

transferencia de calor, a través de un elemento del edificio en un área específica, bajo condiciones estándar. Por lo tanto, los U de los muros de un edificio son un factor importante en la eficiencia energética, ya que, los muros son generalmente el elemento dominante de una envolvente.

Otro de los elementos muy significativos e incidentes respecto a la transferencia térmica en la fachada son las ventanas, las cuales, juegan una serie de roles en la envolvente de una edificación. Se considera complejo de ventana a los elementos constructivos que constituyen los vanos vidriados de la envolvente de la vivienda. Las principales funciones de las ventanas en la envolvente es permitir el paso de la iluminación natural en los espacios interiores de la vivienda o edificaciones y son una fuente vital de ventilación, ya que, permiten a los ocupantes el paso del aire a través de estas.

El profesor Charles J. Kibert declara en su publicación “Sustainable Construction: Green Building Design and Deliver” que – El rendimiento de las ventanas es una combinación de muchos factores: el coeficiente de ganancia de calor solar, la transmitancia visible, el valor U del montaje de la ventana y el carácter de pérdida del montaje de la ventana (puentes térmicos) –.



**Figura 2.3. Ejemplo de muro, con sistema de aislación térmica “sistema de aislación térmica exterior (SATE)**

Fuente: Ministerio de Obras Públicas, Manual de diseño pasivo y eficiencia energética en edificios públicos”, 2013



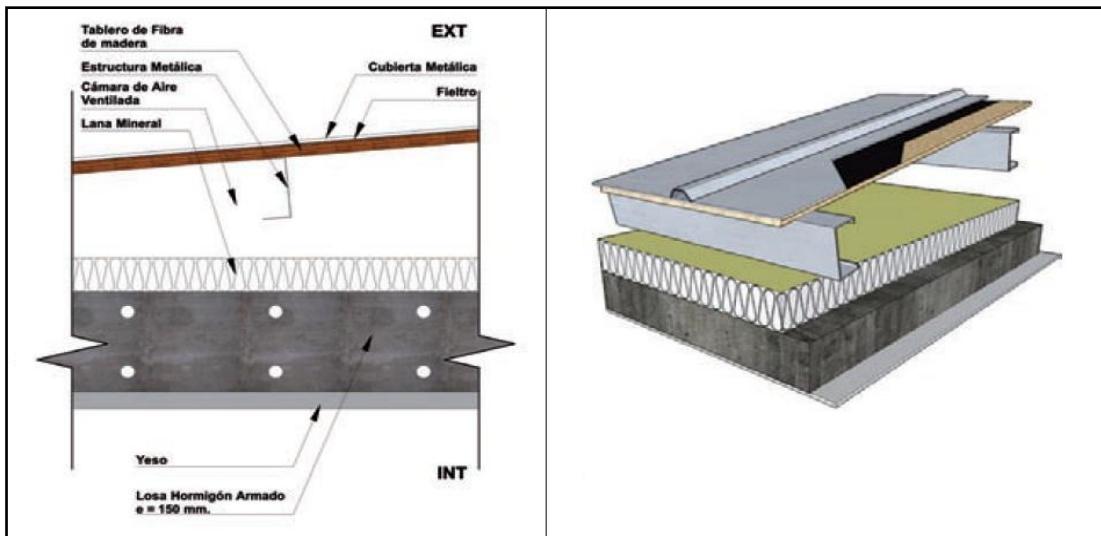
**Figura 2.4. Ejemplo de puentes térmicos en ventanas**

Fuente: Green Building Design and Deliver

Cubierta: La cubierta es el elemento de una edificación compuesto por el cerramiento superior en contacto con el aire cuya inclinación es igual o inferior a 60° respecto a la horizontal y la estructura interior que la sustenta.

Este elemento es muy importante en la conformación de la envolvente térmica de una edificación, ya que, corresponde a la mayor área de transmisión de calor debido a su superficie expuesta a la radiación solar (KIBERT, C.).

El profesor Charles J. Kibert declara en su publicación “Sustainable Construction: Green Building Design and Deliver” que – los techos de estructuras como malls, bodegas y edificios de oficinas pueden alcanzar los 83 °C en verano, lo suficiente como para afectar vecindarios circundantes –.



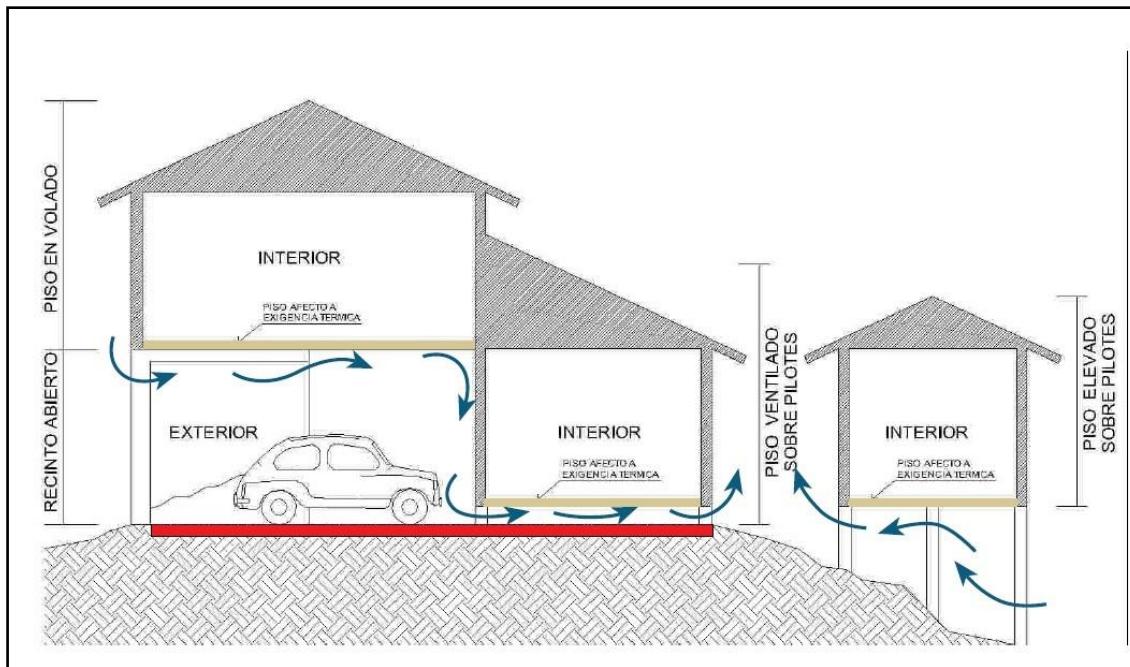
**Figura 2.5. Ejemplo de cubierta, con sistema de aislación térmica**

Fuente: Ministerio de Obras Públicas, Manual de diseño pasivo y eficiencia energética en edificios públicos”, 2013

Piso: Cerramiento inferior de una edificación, horizontal o ligeramente inclinado, en contacto con el aire y/o con el terreno. En este fragmento podemos definir dos tipos de pisos: pisos ventilados y Pisos en contacto con el terreno.

Los pisos ventilados corresponden al conjunto elementos de un piso que se encuentra en directo contacto con el exterior, incluyendo rampas y escaleras. De esta manera se puede distinguir pisos sobre pilotes y voladizos; pisos sobre recintos ventilados o no habitables, tales como estacionamientos, leñeras u otros. Así mismo, el coeficiente de transmitancia térmica de estos, depende directamente de la materialidad del elemento y su espesor.

Los pisos en contacto con el terreno, como su nombre lo indica, es todo conjunto de elemento de piso en contacto directo con el terreno (el cual, sustenta las solicitudes de peso propio y de tráfico). El coeficiente de transmitancia térmica (U) de estos elementos, además de depender de la materialidad del piso, depende fundamentalmente de la relación área/perímetro, y otros factores tales como la conductividad térmica del terreno. Además, cabe destacar que el factor U de este elemento tiende a 0, ya que depende directamente del espesor.



**Figura 2.6. Ejemplo de pisos ventilados (marrón) y en contacto directo con el terreno (rojo)**

Fuente: Ministerio de Vivienda y urbanismo, Gobierno de Chile, “Manual de Aplicación Reglamentación Térmica – Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones Artículo 4.1.10”, 2006

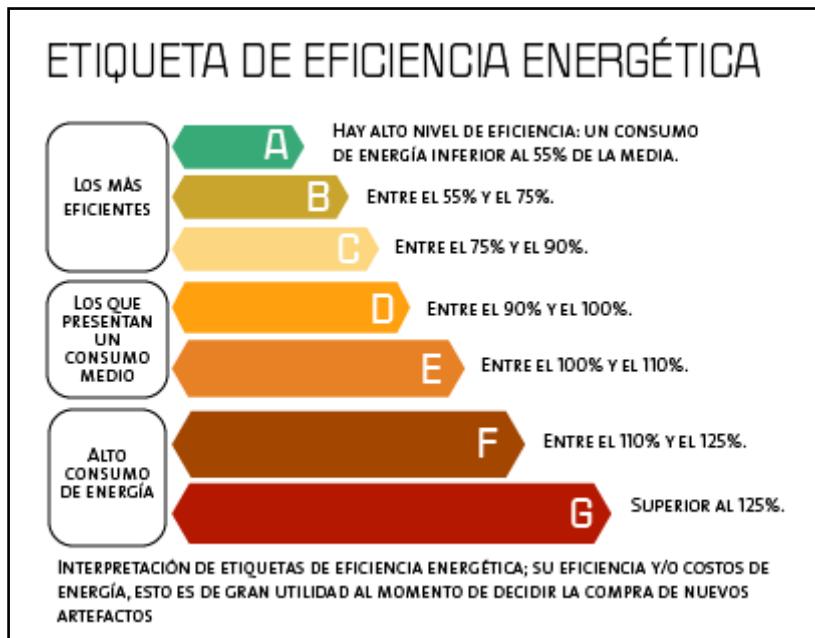
#### 2.1.2.3. Reducción de Cargas Interna

Las cargas internas en los edificios dependen del número de personas que lo frecuentan, electrodoméstico, equipos, iluminación y otros elementos energizados. Por lo tanto, la reducción de cargas internas está sustentada por dos ejes principales, el primero de ellos consiste en potenciar la iluminación de una vivienda con luz natural, la cual nace de la necesidad de complementar el diseño solar pasivo con el diseño eficiente de la envolvente de las edificaciones, para así obtener una mayor reducción de cargas internas en estas.

Reducir las cargas debido a computadores, televisores, refrigeradores, microondas, copiadoras y otros equipos es una muy buena estrategia, ya que se ha determinado que estas cargas constituyen una fracción importante del consumo de energía de un edificio. Hoy en día existen equipos comunes como lavadores y refrigeradores que son desarrollados para tener una vida útil eficiente y de bajo consumo energético, los cuales de preferencia, deben tener prioridad al momento de pensar en el equipamiento de las viviendas, edificios

## 2. Eficiencia Térmica-Energética Domiciliaria

y/u oficinas. Estos equipos se pueden identificar en el mercado gracias a la etiqueta de eficiencia energética, que califica el consumo de energía de los equipos.



**Figura 2.7. Etiqueta de eficiencia energética**

Fuente: <http://www.acee.cl/recursos/herramientas-interactivas/calculadora-de-eficiencia-energ%C3%A9tica-en-refrigeradores>

La etiqueta de eficiencia energética es una medida que facilita la comprensión del consumo y la eficiencia de los artefactos en general. Su mayor característica es que basta con que se observe la etiqueta y así, de forma rápida y muy sencilla se sabrá si se trata de un artefacto eficiente.

El etiquetado clasifica a los equipos en una escala de letras, donde las primeras letras de la etiqueta corresponden a lo más eficiente y las últimas de la escala a los artefactos que tienen un mayor consumo.

Todos los artefactos etiquetados tienen un sistema de escala de colores donde la letra A, en color verde, será siempre la más eficiente y la última letra en color rojo (G) será siempre la menos eficiente.

## 2. Eficiencia Térmica-Energética Domiciliaria

Hoy los artefactos de uso domésticos con obligatoriedad de etiquetado son: refrigeradores, ampolletas, tubos fluorescentes, microondas y aire acondicionado que se comercializan en el país.

Cabe destacar que este etiquetado, es utilizado para medir la eficiencia de construcciones, considerando el estatus “E”, como aceptable, basándose en la exigencia mínimas establecidas por las normas vigentes. Es principalmente aplicada para la evaluación de la envolvente de una vivienda, considerando la zonificación climática<sup>7</sup>.

### 2.1.2.4. Sistema Mecánicos Activos

Hoy en día, existen equipamientos que permiten a los usuarios de edificio, oficinas y viviendas satisfacer sus necesidades de confort y habitabilidad. Estos, son los denominados de Heating, Ventilating and Air Conditioning (HVAC), y su selección depende directamente del tamaño de la edificación, condiciones climáticas y carga energética de la construcción. A continuación se nombraran los sistemas típicos de HVAC.

- Calentamiento de agua.
- Distribución de aire.
- Enfriadores.
- Sistema de Recuperación de energía.

### 2.1.2.5. Iluminación

Hoy en día, no imaginamos la vida sin electricidad, donde los sistemas de iluminación y motores eléctricos son los mayores consumidores de energía dentro de nuestros hogares.

---

<sup>7</sup> “Manual de diseño pasivo y eficiencia energética en edificios públicos”, 2013.

**Cuadro 2.3. Consumo eléctrico en viviendas Chilenas**

Consumo eléctrico hogares	
Iluminación	27,30%
Electrodomésticos	40,40%
Refrigerador	32,30%

Fuente: Ministerio de Energía en base de consumo eléctrico en hogares 2013

Es muy importante considerar alternativas eficientes de iluminación artificial cuando se hace imposible maximizar el uso de la luz natural, aun que siempre la estrategia básica será complementar la iluminación natural e iluminación artificial para proveer una iluminación de alta calidad y baja energía a los diferentes espacios del edificio. A continuación se hará una pequeña referencia de sistemas de iluminación que presentan ventajas considerables respecto a los sistemas convencionales.

**Iluminación Fluorescente:** Iluminación basada en la fosforescencia, utilizada para la iluminación doméstica e industrial. Es una gran fuente de iluminación para muchas aplicaciones en edificios, ya que tienen una alta eficiencia, fácil manejo al cambiarlas, alta disponibilidad en el mercado, y gran variedad de colores, formas y estilos.

Formados por un tubo o bulbo fino de vidrio, el cual se encuentra revestido interiormente con sustancias químicas compuestas, denominadas fósforos (esta sustancia no está compuesta por el elemento químico llamado fósforo), los que al recibir radiación ultravioleta emiten luz visible.



**Figura 2.8. Luces Fluorescentes**

Fuente: Green Building Design and Deliver

**Iluminación por Fibra Óptica:** Sistema de iluminación que utiliza un medio de transmisión de luz, la cual es alimentada directamente por una fuente luminosa en una ubicación remota. Sistema sub-dividido o compuesto por tres partes esenciales, las cuales son una fuente de luz, fibra óptica<sup>8</sup> y en algunos caso un receptor final. Este tipo de iluminación es energéticamente eficiente, ya que se pueden iluminar varios puntos con una sola fuente luminosa.

La fibra óptica tiene diversos usos en el mercado mundial, destacándose para nuestro interés la iluminación por medio de esta. Este tipo de iluminación presenta grandes ventajas, lo cual, ha provocado un crecimiento en su utilización. Entre las ventajas de la iluminación por fibra se puede mencionar:

**Ausencia de electricidad y calor:** Esto se debe a que la fibra sólo tiene la capacidad de transmitir los haces de luz además de que la lámpara que ilumina la fibra no está en contacto directo con la misma.

---

<sup>8</sup> Hilo muy fino de material transparente compuesto de vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz.

## 2. Eficiencia Térmica-Energética Domiciliaria

Se puede cambiar de color la iluminación sin necesidad de cambiar la lámpara: Esto se debe a que la fibra puede transportar el haz de luz de cualquier color sin importar el color de la fibra.

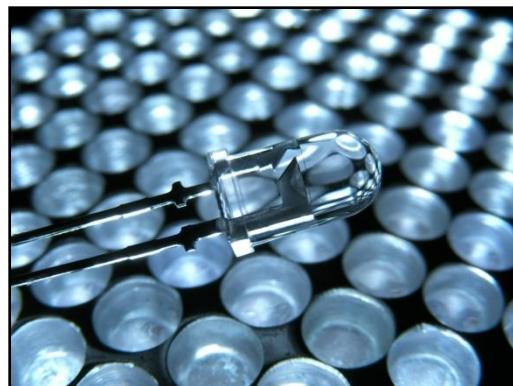
Con una lámpara se puede hacer una iluminación más amplia por medio de fibra: Esto es debido a que con una lámpara se puede iluminar varias fibras y colocarlas en diferentes lugares.



**Figura 2.9. Fibras Ópticas para iluminación**  
Fuente: Green Building Design and Deliver

Light-emitting diodes (LED): El funcionamiento de los LEDs, está basado básicamente en la emisión de luz cuando una corriente eléctrica pasa a través de estos, por lo tanto los LEDs actúan como semiconductores convirtiendo la electricidad en luz sin generar calor.

Esta tecnología tiene una calidad superior de iluminación respecto a las bombillas incandescentes, teniendo una durabilidad de hasta 20 veces más respecto a estas, además de necesitar menos energía que las lámparas fluorescentes para la generación de luz.



**Figura 2.10. Fibras Diodo Emisor de luz (LED)**

Fuente: [http://twenergy.com/system/post\\_files/files/198/original\\_Led.jpg?1268397840](http://twenergy.com/system/post_files/files/198/original_Led.jpg?1268397840)

### 2.1.2.6. Estrategias Innovadoras de Optimización de Energía

En el siguiente apartado, se nombrarán las estrategias de innovación energética renovable más utilizadas en el mercado inmobiliario, descartando aquellas con baja presencia (energía por biomasa y energía eólica)<sup>9</sup>.

**Paneles Fotovoltaicos:** Las celdas fotovoltaicas son semiconductores que convierten la luz solar en electricidad. El almacenamiento de energía, es provisto por baterías. Su vida esperada es de aproximadamente 30 años, con garantías actuales de hasta 20 años.

Dependiendo del tipo de colector, los fotovoltaicos integrados pueden generar aproximadamente de 50 a 100 watts de energía por metro cuadrado de colector, bajo luz solar directa. Esto significa que se necesitan de 10 a 20 metros cuadrados de colector por kilowatt de capacidad.

---

<sup>9</sup> Extraído de apuntes clase: Aplicaciones Tecnológicas Avanzadas.

## 2. Eficiencia Térmica-Energética Domiciliaria



**Figura 2.11. Paneles Fotovoltaicos Integrados**

Fuente: [http://www.solarnavigator.net/images/solar\\_panels\\_panelled\\_house\\_roof\\_array.jpg](http://www.solarnavigator.net/images/solar_panels_panelled_house_roof_array.jpg)

Sistema Solar de calentamiento de agua: En algunos edificios el calentar agua puede consumir grandes cantidades de energía. En dependencias como cocinas, cafeterías, residencias y otros hay una alta demanda de agua caliente.

A pesar de que hay muchos tipos de sistemas solares de calentamiento de agua, todos funcionan bajo el principio: luz solar golpea y calienta una superficie absorbente en un colector solar o un tanque de almacenamiento. Ya sea un fluido de transferencia de calor o agua potable el que sea usado, este fluye a través de tubos adjuntos al absolvedor recogiendo el calor de él. El agua calentada se guarda en un tanque hasta que sea necesitada. En caso de requerir más calor, este es provisto por electricidad o energía de fuentes fósiles por el sistema convencional de calentamiento de agua.



**Figura 2.12. Calentador Solar de Agua**

Fuente: Green Building Design and Deliver

### 2.1.3. Beneficio de tener eficiencia térmica en la vivienda

La mayoría de los recursos existentes para tener una eficiencia térmica en una vivienda, conllevan un gasto económico significativo, como lo es arquitectura solar pasiva. Sin embargo, existen alternativas que tienen un feedback a medio plazo, con la implementación de paneles solares, paneles fotovoltaicos, y reducción de carga interna. A pesar de esto, todas estas soluciones de reducción de consumo energético, no sirven de nada si la vivienda o edificación poseen una envolvente (aislante) térmica deficiente (CChC).

Los gastos de calefacción y/o refrigeración dentro de un edificación pueden ser reducidos apreciablemente si se disminuye el flujo térmico en las áreas incidentes de esta (muros y techos). La aislación adecuada de la envolvente es la base para una eficiencia térmica domiciliaria, la cual se consigue por medio de materiales aislantes térmicos que actúan pasivamente, como ocurre con los sistemas de aislación exterior. Estas aislaciones, si son adecuadamente diseñadas, cumplen varias funciones, como son:

- Frenan las fugas de calor, ayudando a ahorrar energía y mantener la temperatura de confort.
- Permiten conseguir temperaturas superficiales radiantes de los muros envolventes necesarias para el mejor confort (entre 17 y 23°C).
- Evitan, por la misma razón anterior, que se produzca condensación en los muros perimetrales previniendo sus efectos nocivos para el edificio y para la higiene ambiental.
- Disminuyen las manchas que se producen en las terminaciones interiores a causa de “puentes térmicos”.
- Eliminan los puentes térmicos formados por estructuras más o menos conductoras (caso de perfiles metálicos, vigas, pilares u otros) en muros envolventes y en techos.

## 2. Eficiencia Térmica-Energética Domiciliaria

- Ayudan a mantener un mejor equilibrio higrotérmico<sup>10</sup> con el ambiente, mejorando los niveles de salud, al disminuir la ocurrencia de enfermedades.
- A nivel país, disminuyen los gastos en salud.
- A nivel país disminuyen los gastos energéticos en viviendas, especialmente petróleo y gas que son importados.

---

<sup>10</sup> Ausencia de malestar térmico para los habitantes de un medio ambiente (confort).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo, se profundizará y aclararán los aspectos técnicos de las viviendas en estudio y la metodología de investigación utilizada para el desarrollo de este proyecto de tesis.

En primera instancia, se abordará el subcapítulo de materiales, el cual, describe los aspectos técnicos de las viviendas, como: planos de loteo de villa en estudio, planos arquitectónicos y especificaciones técnicas de las viviendas. Esta información, constituye la base para el desarrollo de este proyecto de tesis, ya que, la materialidad y el volumen de las viviendas permiten definir sus características y comportamiento.

En segunda instancia, se abordará el subcapítulo de métodos, el cual, describe las técnicas utilizadas para medir las posibles patologías presentes en la vivienda, donde: se adoptan, evalúan y aplican los conceptos de habitabilidad y bienestar habitacional; y se confeccionan instrumentos de medición de bienestar habitacional, basado en los parámetros propuestos por el FOSIS.

Los resultados obtenidos de la encuestas son comparados con la normativa vigente, donde se concluye que el factor térmico presenta la peor evaluación, constituyendo la falencia principal en las viviendas tipo 5 de la Villa Cervantes.

Posteriormente, descritos los parámetros de evaluación de la vivienda, y definida la principal problemática de esta, se procede a describir las expresiones básicas para obtener las características reales de la materialidad de la vivienda, e identificar las zonas que presentan problemas relacionados con el factor térmico. Así, será posible determinar consumo energético de la vivienda, y el costo de este, y proponer soluciones que satisfagan las necesidades de bienestar habitacional.

#### **3.1. Materiales**

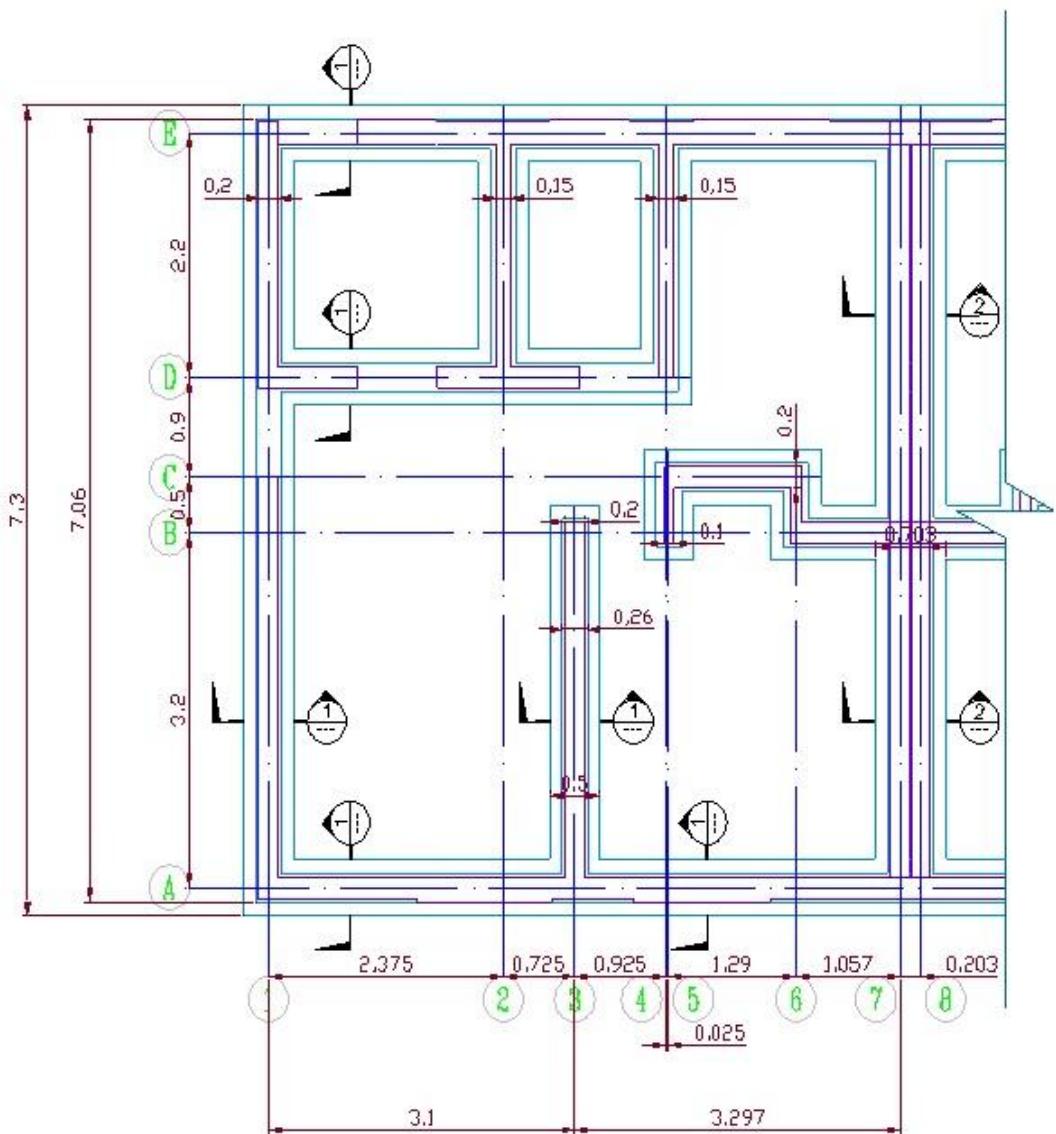
##### **3.1.1. Planos de loteo de Población Villa Cervantes**

Este plano de loteo fue proporcionado por la Dirección de Obras Municipales de la Ilustre Municipalidad de San Joaquín, y su ubicación está en el Anexo A. Se podrá apreciar un dibujo desarrollado en AutoCad, en base a fotografías del plano de loteo original de las viviendas tipo 5 de la segunda y última etapa de la Villa Cervantes. Este plano de loteo es fundamental para la definición del universo a estudiar, respecto a características cualitativas de habitabilidades.

##### **3.1.2. Planos de vivienda tipo 5 – Población Villa Cervantes**

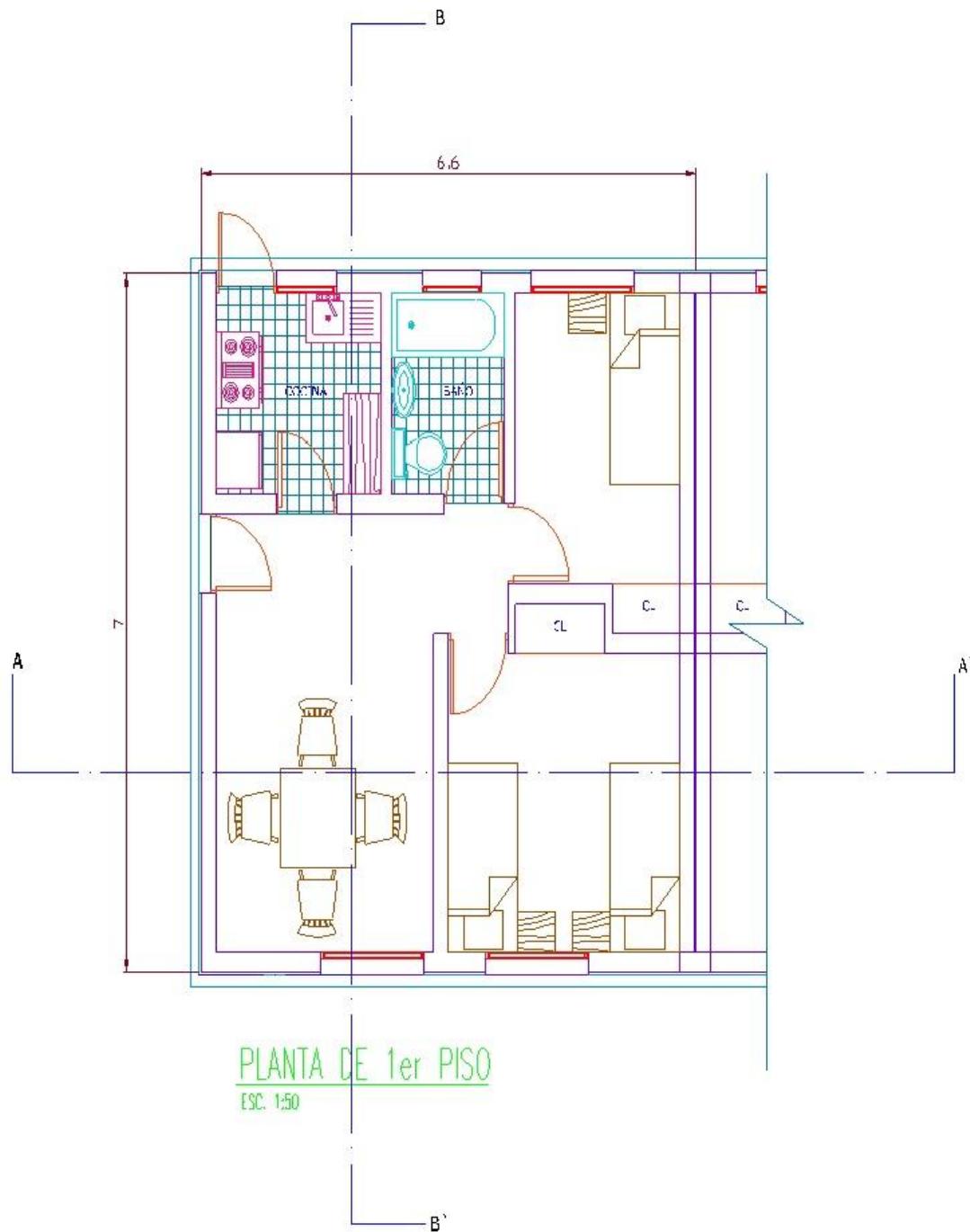
Estos planos fueron proporcionados por la Dirección de Obras Municipales de la Ilustre Municipalidad de San Joaquín, gracias a que algunas viviendas fueron modificadas por ampliaciones y debieron regularizar sus dimensiones. Así también, estos planos debieron ser traspasados a formato digital por el autor de este documento, respetando fielmente las dimensiones y especificaciones de los diagramas originales proporcionados por la municipalidad.

En los siguientes planos se detalla una planta 48,10 m<sup>2</sup> construidos, la cual, está constituida por un estar-comedor, un baño, una cocina, y dos dormitorios. Los planos de arquitectura se observan desde la figura 3.1 a la figura 3.8.

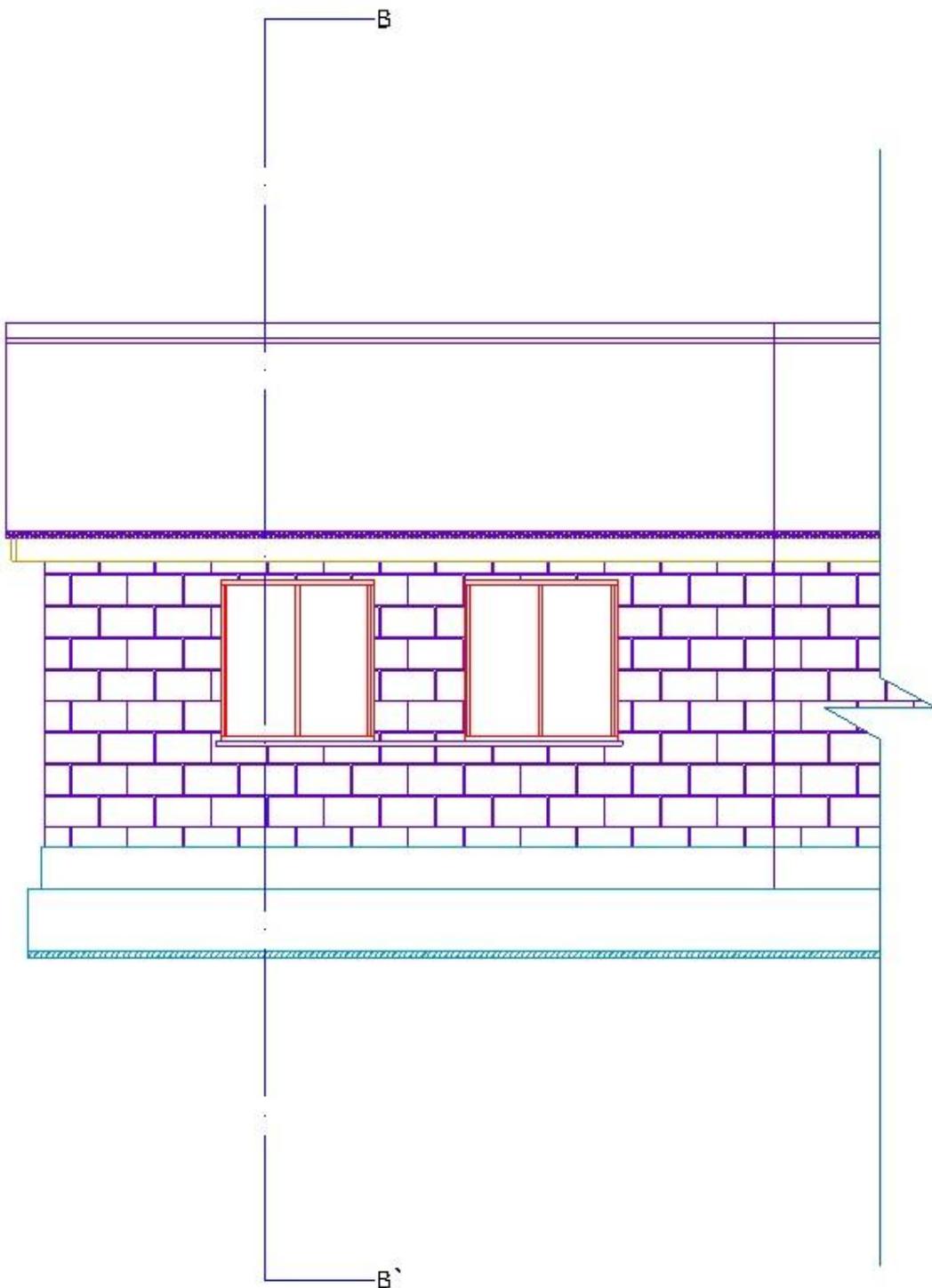


**Figura 3.1. Planta primer piso vivienda social Villa Cervantes**

Fuente: Dirección de Obras Municipales – San Joaquín

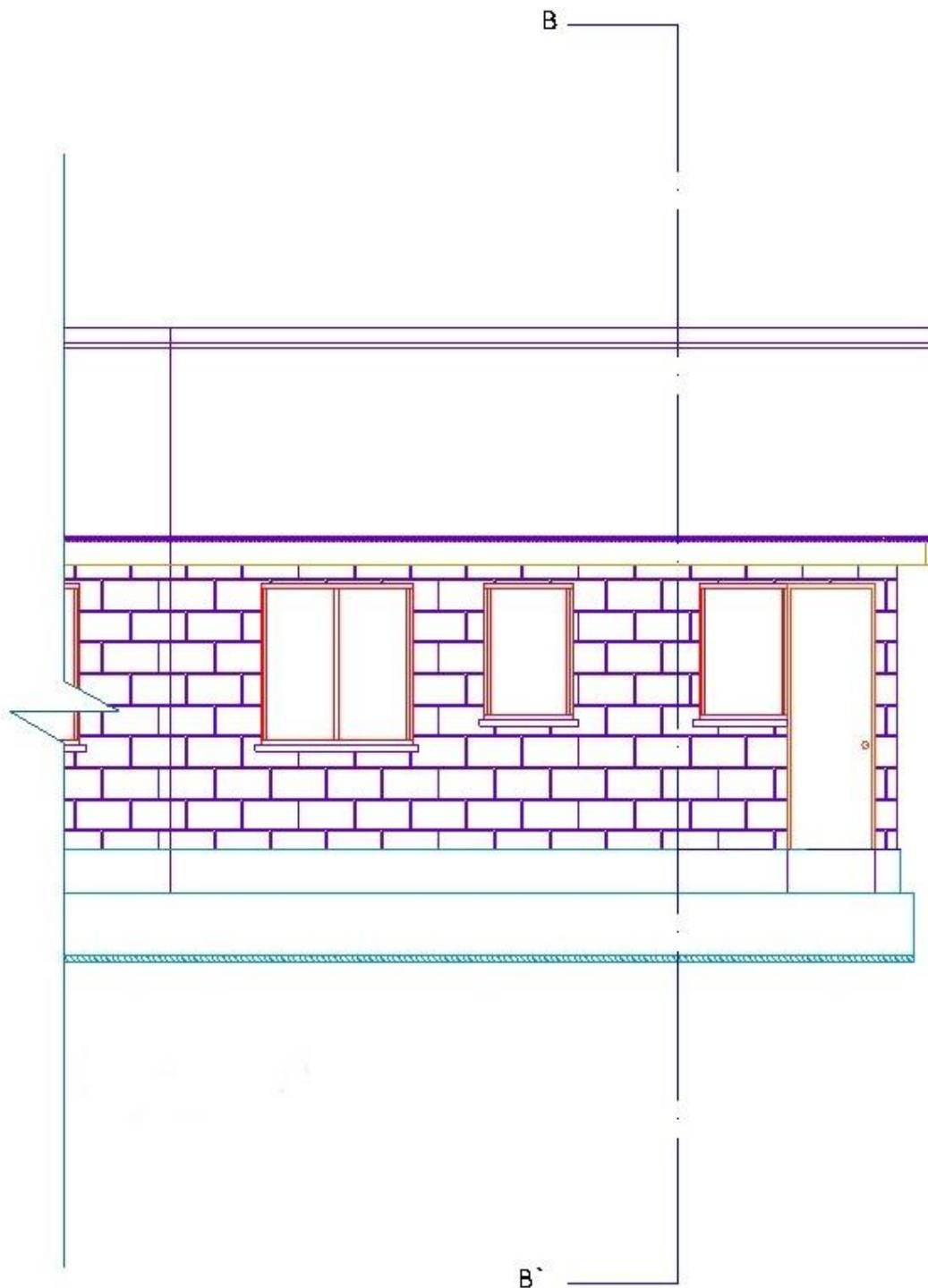


**Figura 3.2. Planta detalle espacios primer piso vivienda social Villa Cervantes**  
Fuente: Dirección de Obras Municipales – San Joaquín



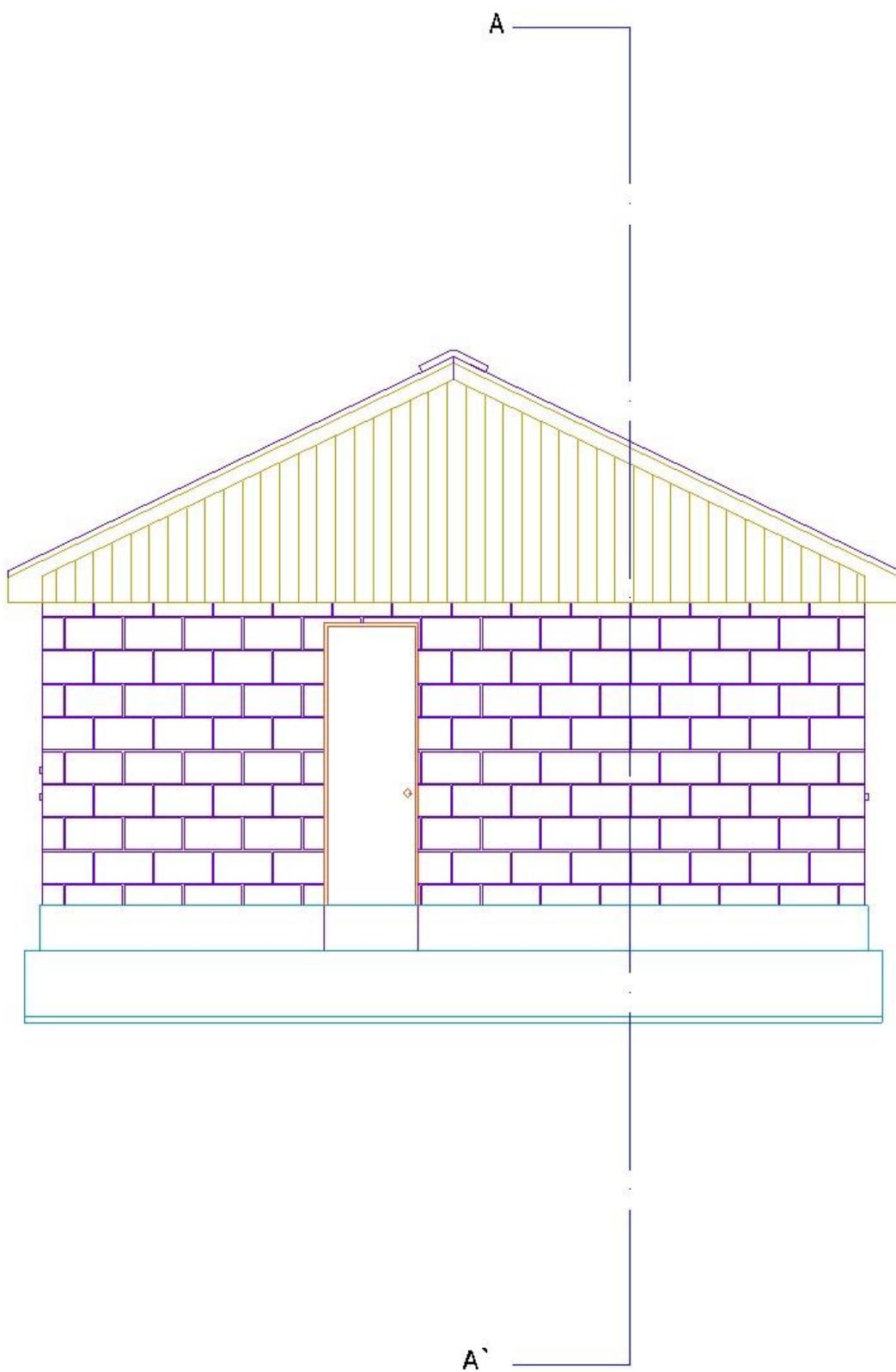
**Figura 3.3. Elevación costado vivienda social Villa Cervantes**

Fuente: Dirección de Obras Municipales – San Joaquín



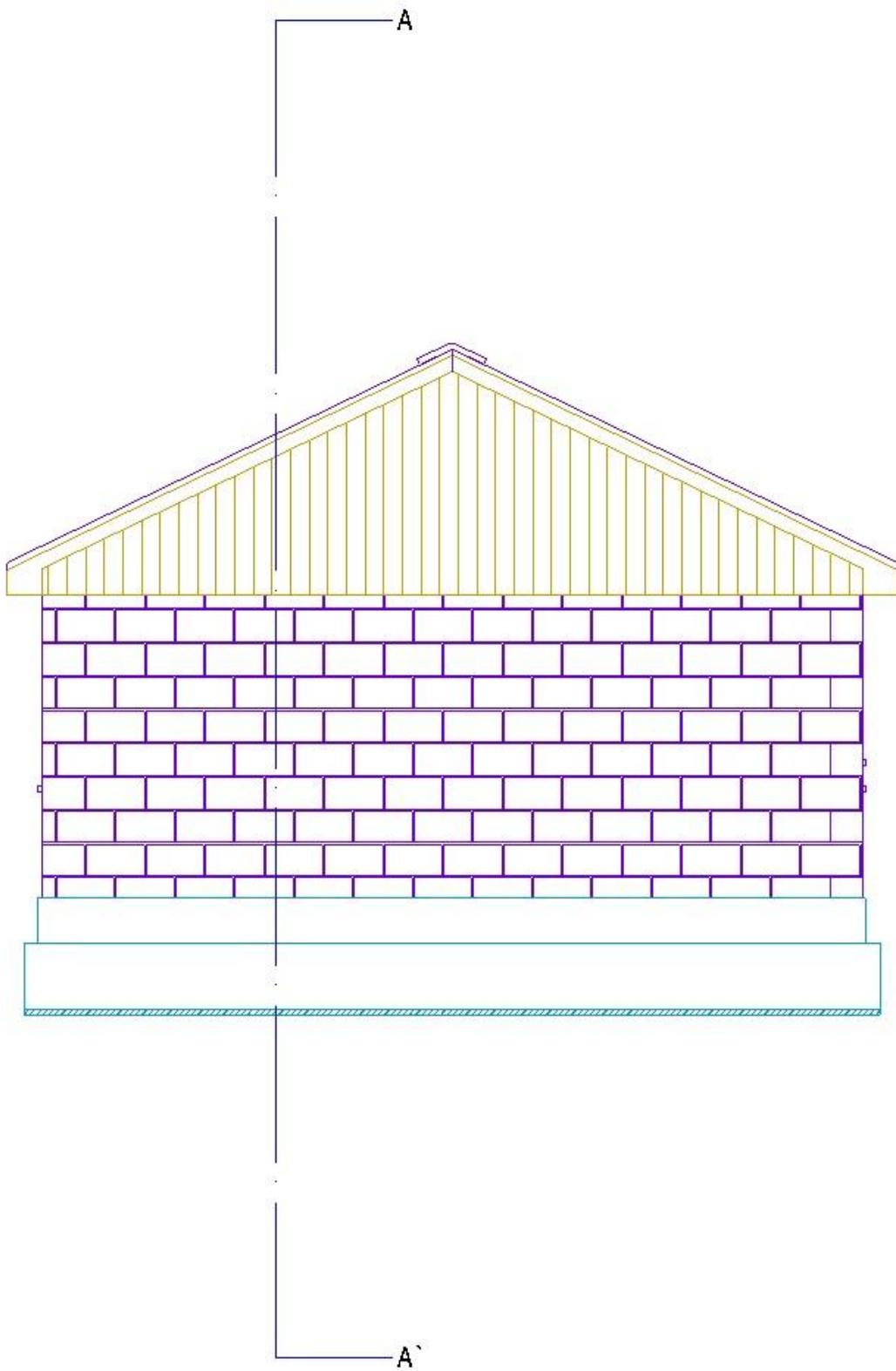
**Figura 3.4. Elevación costado vivienda social Villa Cervantes**

Fuente: Dirección de Obras Municipales – San Joaquín

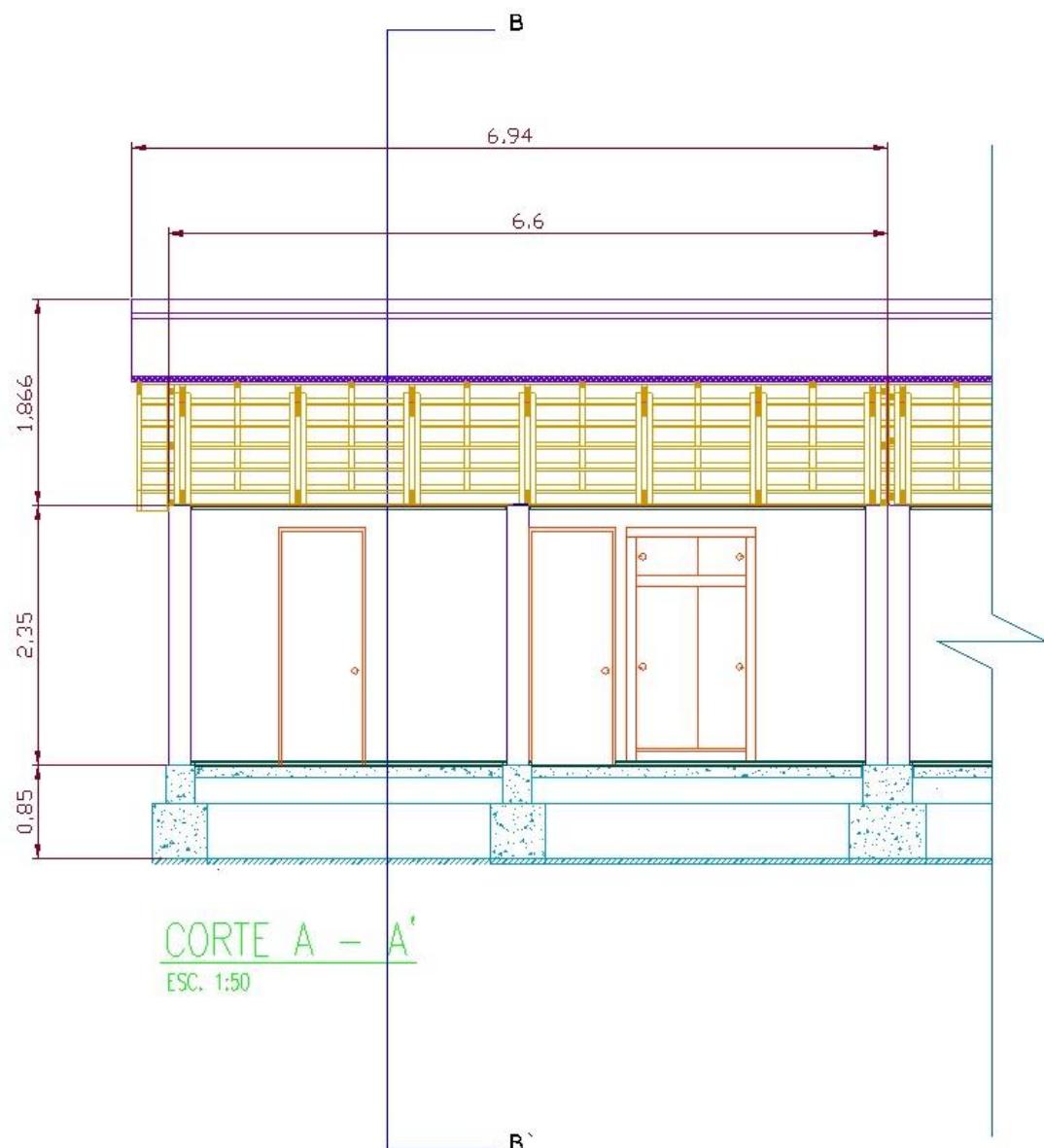


**Figura 3.5. Elevación frontis vivienda social Villa Cervantes**

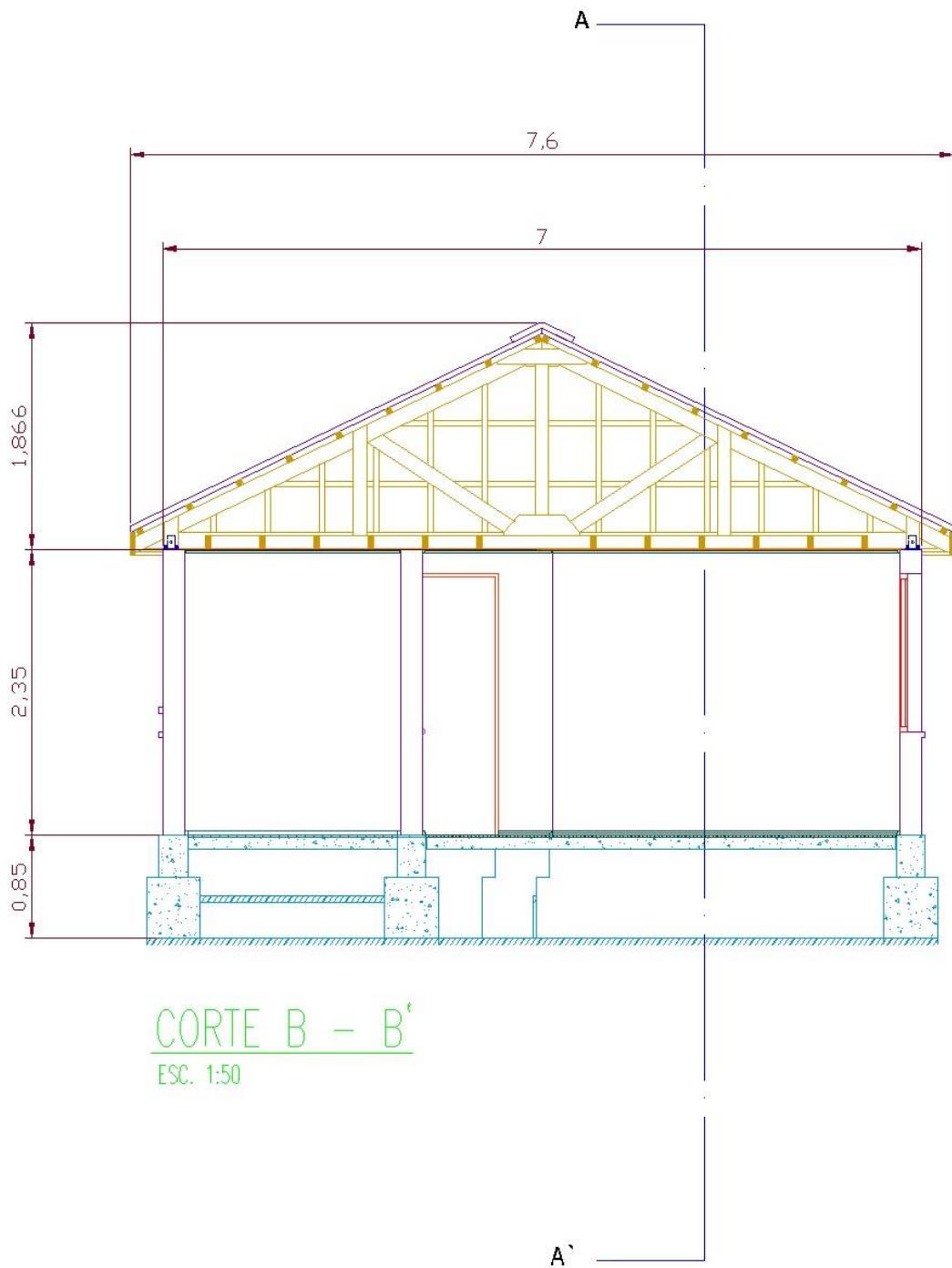
Fuente: Dirección de Obras Municipales – San Joaquín



**Figura 3.6. Elevación trasera vivienda social Villa Cervantes**  
Fuente: Dirección de Obras Municipales – San Joaquín



**Figura 3.7. Corte A-A' vivienda social Villa Cervantes**  
Fuente: Dirección de Obras Municipales – San Joaquín



**Figura 3.8. Corte B-B' vivienda social Villa Cervantes**  
Fuente: Dirección de Obras Municipales – San Joaquín

#### 3.1.3. Especificaciones técnicas vivienda social Villa Cervantes

Las presentes especificaciones técnicas, en su mayoría fueron proporcionadas por la Dirección de Obras Municipales de San Joaquín, lo que implica que para

la definición de materialidad de algunos elementos de las viviendas, se debió realizar análisis crítico de materialidad, investigación in-situ, etc.

Los primeros elementos a describir en esta especificación técnica, corresponden a todos aquellos que pertenecen a la obra gruesa de la construcción, dentro de los cuales podemos mencionar:

Cama de Apoyo: Respecto al plano de cálculo, se utilizó una capa de material granular (agregado pétreo), con material rodado de tamaños entre  $\frac{3}{4}$ " hasta  $1\frac{1}{2}$ " tomando como referencia la clasificación de suelos AASHTO<sup>11</sup>. La función principal de este elemento en la infraestructura de la vivienda es eliminar problemas de humedad por capilaridad, transmitida generalmente por el suelo de sustentación a través del contacto directo de las fundaciones o emplantillados con este. El espesor de esta cama de apoyo es de 10 cm (requiriendo un mínimo de  $5,49m^3$  de gravilla), teniendo un contacto directo con radier e base de fundaciones (emplantillado).

Emplantillado: Este elemento de la infraestructura tiene un espesor uniforme de 5cm por debajo de las fundaciones (abarcando  $19,09m^2$ ), teniendo como función proporcionar un espacio horizontal que sustente las fundaciones, a demás de proteger las armaduras utilizadas para la conformación de estas. Este emplantillado está hecho con hormigón pobre (H-10).

Fundaciones: Elemento destinado a sustentar y transmitir las solicitudes de la vivienda directamente hacia el suelo. Estas están conformadas por hormigón armado, el cual está compuesto de hormigón calidad H-30 ( $9,55m^3$ ) y 283kg de acero estructural calidad A440-280H, además se debe considerar alambre #18 negro para realizar el tejido de

---

<sup>11</sup> American Association of State Highway and Transportation Officials - Organismo que establece normas que publica especificaciones, hace pruebas de protocolos y guías usadas en diseños de autopistas y construcción de ellas en todo los Estados Unidos. A pesar de su nombre, la asociación representa no sólo a las carreteras, sino también al transporte por aire, ferrocarril, agua y transporte público.

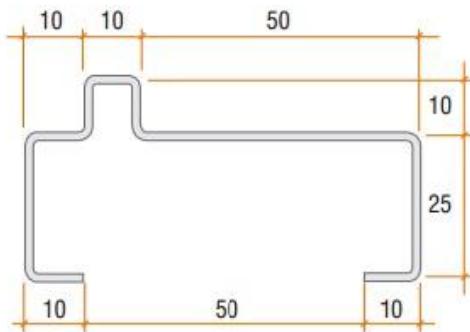
enfierradura bajo un criterio medio de 30 kilogramos de alambre por cada tonelada de armadura. Cabe destacar que el recubrimiento mínimo de la armadura de fundación es de 5 cm.

**Sobrecimiento:** Elemento estructural de hormigón armado destinado a transmitir las solicitudes de la vivienda directamente hacia las fundaciones. Para la conformación de este elemento se necesitó  $4,21\text{m}^3$  de hormigón calidad H-30 y 256 kg de acero estructural. Además, se debe considerar 7,7kg de alambre #18 negro para el tejido.

**Radier:** Compuesto por 10cm de hormigón calidad H-30 ( $3,64\text{m}^3$ ) y armado con malla electro-soldada tipo C139 (65,8kg de acero), su principal función es sustentar las solicitudes de tránsito en la vivienda y separar el interior de la vivienda del exterior, teniendo un contacto directo con la cama de apoyo de material granular.

**Muros:** Paramento de albañilería armada compuesta básicamente por bloques de hormigón 390x190x140 mm ( $11,75\text{m}^2$ ) y predominantemente bloques de 390x190x190 mm ( $72,10\text{m}^2$ ). Las superficies compuestas por bloques de hormigón 390x190x140 mm cumplen la función de tabiques separador de espacio dormitorio-baño, baño-cocina. La mayor parte de estos muros están conformados por bloques de hormigón 390x190x190 mm, que además, constituyen la envolvente principal de la vivienda en estudio. La albañilería en general, está armada por medio de tensores de acero estructural embebidos en el sobrecimiento de la vivienda, separados a no más de 1,20m (86,6kg), y escalerillas horizontales. La principal función de los muros en la vivienda es separar espacios, proteger el interior de la vivienda de las condiciones climáticas adversas del exterior y en términos estructurales es el que traspasa las solicitudes de la techumbre directamente al sobrecimiento.

**Marcos de Puertas:** Los marcos de las puertas, están hechos de perfiles metálicos del tipo especial con espesor de 1,5 mm.



**Figura 3.9. Perfil marco de puertas metálico**

Fuente: Catalogo Técnico Cintac

**Alféizar:** Elemento constructivo que corresponde a la parte baja del vano de la ventana, cubriendo el antepecho. Su misión, es que el agua de lluvia no penetre en el edificio, razón por la cual el alféizar tiene una pendiente hacia afuera, asegurando una evacuación rápida del agua. Los alféizares de las viviendas en estudio son del tipo recto con rebalses prefabricados de hormigón.

**Estructura de Techumbre:** La cubierta de la vivienda está conformado principalmente por una cubierta de acero cincado de 0,4mm de espesor, cubriendo un área de  $65,333\text{m}^2$ . El entramado de madera, encargada de sustentar las solicitudes de la cubierta, viento y cielo, está conformado por madera de pino radiata impregnado, el cual, constituye cerchas tipo M, cadenetas, vigas secundarias y entramado de frontón (figura 3.8). Esta estructura de madera está construida principalmente con perfiles de "5"x2" en la cercha tipo M, "4"x2" en cadenetas y vigas secundarias, y finalmente las costaneras, entramado de frontón medianero y de frontón principal están conformados por perfiles de madera "2"x2". Finalmente se debe mencionar que el entramado de frontón principal esta sellado por entablado de "4"x $\frac{1}{2}$ ", las que tienen como principal función, proteger el interior de la techumbre del ambiente exterior.

Canaletas: Destinadas a la recepción y evacuación de las aguas lluvias de la cubierta de una edificación. Estas canaletas, en general están hechas de acero galvanizado.

Bajada de agua lluvia: Destinada a la recepción y evacuación de aguas lluvias de las canaletas de una edificación. Estas bajadas de agua lluvia, están hechas de acero galvanizado.

Ahora bien, se realizará una pequeña descripción de los elementos correspondientes a terminaciones de las viviendas en estudio:

Cielo: Este está conformado principalmente por 38, 25m<sup>2</sup> de placas de yeso-cartón (10 mm de espesor), la cual se caracteriza por ser una solución liviana y fácil de colocar. Estas placas están sustentadas por clavos empotrados en listones de madera en la estructura de techumbre (parte baja de las cerchas).

Aislación Térmica: En el entre-techo de la vivienda, en la extensión del cielo, se encuentra aislación térmica de poliestireno expandido de 80mm de espesor (densidad: 10kg/m<sup>3</sup>).

Puertas: En la vivienda en estudio se cuentan 6 puertas, de las cuales, dos son de salida al exterior (lo que implica que sean parte de la envolvente térmica de la vivienda). Los vanos de las puertas abarcan un área individual de 1,72 m<sup>2</sup> (80 x 215 cm), donde todos tienen las mismas dimensiones (vanos de puertas congruentes). Las puertas exteriores suman un área de 3,44 m<sup>2</sup>, y las interiores 6,88m<sup>2</sup>. Tanto las puestas de interior como de exterior están constituidas por madera contrachapada hueca.

Ventanas: Elementos de la envolvente de la vivienda, de los cuales encontramos dos dimensiones distintas de vanos: tres ventanas de 1,30 x 1,38 m y dos ventanas de 1,10 x 0,8 m. El principal punto en común que poseen las cinco ventanas de este hogar, es que sus marcos son de

aluminio y se empleó vidrio de 6 mm de espesor. Las ventanas respecto a la envolvente de la vivienda abarcan una superficie de 7,142 m<sup>2</sup>.

**Terminación de Pisos:** Las terminaciones de revestimientos de pisos, en la primera y única planta de las propiedades pertenecientes a la Villa Cervantes (de todo tipo), son hechas de parquet, exceptuando las áreas destinadas a cocinas y baños, ya que en éstos recintos se empleó revestimiento cerámico.

**Guardapolvos:** Moldura de madera, saliente a modo de cornisa que protege y enmarca los encuentros de paredes y pisos de una vivienda.

**Cornisas:** Coronamiento compuesto de molduras de madera, destinada a enmarcar los encuentros de paredes y cielo de una vivienda.

**Pinturas:** Hoy en día, las pinturas de las viviendas varían según el gusto de cada dueño, ya que estas viviendas datan de la década de los '60.

## **3.2 Métodos**

### **3.2.1. Del Bienestar y Habitabilidad Habitacional**

Para el correcto desarrollo del presente documento de investigación, fue necesario establecer parámetros generales de medición, que definen la calidad de las viviendas, respecto a las necesidades básicas que deben cumplir. Para ello, en la búsqueda de parámetros de comparación, medición y definición aceptables de vivienda, fueron adoptados los conceptos de “habitabilidad y bienestar habitacional”.

#### **3.2.1.1. Habitabilidad Habitacional**

En la “Real Academia Española”, se encuentra la definición textual: – *Cualidad de habitable, y en particular la que, con arreglo a determinadas normas legales,*

*tiene un local o una vivienda –.* Por lo que se puede concluir, que el concepto “habitabilidad” está íntimamente relacionado con la vivienda y sus características físicas, apuntando directamente a las normas legales, que ríjan estas cualidades.

El estándar de “calidad de habitable”, establecido por las normas legales de Chile, nace de la necesidad del estado, para dar cumplimiento a la demanda habitacional y requerimientos de habitabilidad. Se proponen criterios mínimos de orientación, los cuales, buscan la intervención en el área de la habitabilidad, que permitan responder de forma adecuada a los requerimientos de las familias objetivos (en situación de extrema pobreza). Para la visión del Estado Chileno, la habitabilidad corresponde a la unificación de las “Condiciones Mínimas de Habitabilidad” (definidas por este mismo organismo, cuadro 3.1) presentes en una vivienda, lo que implicaría una mejora en la calidad de vida de las familias/usuarios.

Respecto a los programas del Gobierno actual (2013), el concepto de habitabilidad, busca mejorar la calidad de vida en las viviendas de familias en situación de pobreza (Ministerio de Desarrollo Social – Programa de habitabilidad), tomando como eje básico, la consideración de:

- Servicios básicos presentes en las viviendas.
- Mejoramiento de materialidad de viviendas.
- Equipamiento básico para comer y dormir.

Estos ejes básicos de implementación de habitabilidad, son de responsabilidad del Fondo de Solidaridad e Inversión Social (FOSIS), el cual, es un servicio del Gobierno de Chile, y tiene como misión – Trabajar con sentido de urgencia por erradicar la pobreza y disminuir la vulnerabilidad en Chile –. De ello nacen los parámetros mínimos legales a considerar, para con la habitabilidad habitacional en nuestro país.

**Cuadro 3.1. FOSIS – Condiciones Mínimas de Habitabilidad**

Condiciones Mínimas de Habitabilidad	
<b>H1</b>	Que las familias tengan clara su situación de tenencia del sitio y de la vivienda que habitan
<b>H2</b>	Apoyo a las familias que se encuentren postulando al subsidio de vivienda
<b>H3</b>	Que cuenten con agua no contaminada
<b>H4</b>	Que cuenten con un sistema de Energía adecuado
<b>H5</b>	Que cuenten con un sistema de eliminación de excretas adecuado
<b>H6</b>	Que la casa no se llueva, no se inunde, y esté bien sellada
<b>H7</b>	Que la vivienda cuente, al menos con dos piezas habitables
<b>H8</b>	Que cada miembro de la familia tenga su cama con equipamiento básico
<b>H9</b>	Que cuenten con equipamiento básico para la alimentación de los miembros de la familia (batería de cocina, vajilla y cubiertos)
<b>H10</b>	Que disponga de un sistema adecuado de eliminación de basura
<b>H11</b>	Que el entorno de la vivienda esté libre de contaminación
<b>H12</b>	Que la familia acceda al subsidio al pago del consumo del agua potable, si corresponde

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social en base a dar parámetros mínimos de habitabilidad

### 3.2.1.2. Bienestar Habitacional

En la “Real Academia Española”, se encuentran las siguientes tres definiciones textuales:

- *Conjunto de las cosas necesarias para vivir bien* –.
- *Vida holgada o abastecida, de cuanto conduce a pasarlo bien y con tranquilidad* –.
- *Estado de la persona, en el que se le hace sensible el buen funcionamiento de su actividad somática y psíquica* –.

Respecto a estas definiciones, se puede concluir, que el concepto “bienestar habitacional” está íntimamente relacionado con las necesidades básicas para vivir (habitabilidad), complementada con la comodidad y la satisfacción psicológica/fisiológica, de los usuario de las vivienda. Esto implica que el bienestar habitación sea más profundo y complejo que la habitabilidad habitacional, dejando de lado las normas legales que la ríjan, y apuntando a un estándar de vivienda mayor, bajo ciertos criterios.

En la búsqueda de los estándares de bienestar habitacional establecido por las normativas Chilenas, que cumplan con los parámetros básicos de habitabilidad, comodidad y satisfacción psicológica/fisiológica, se puede concluir que no existen dentro de esta, ya que se apunta directamente a la habitabilidad (Leyes, O.G.U.C., e Instituto de Planificación Territorial)<sup>12</sup>.



**Figura 3.10. Vivienda como un sistema integral – Bienestar Habitacional**

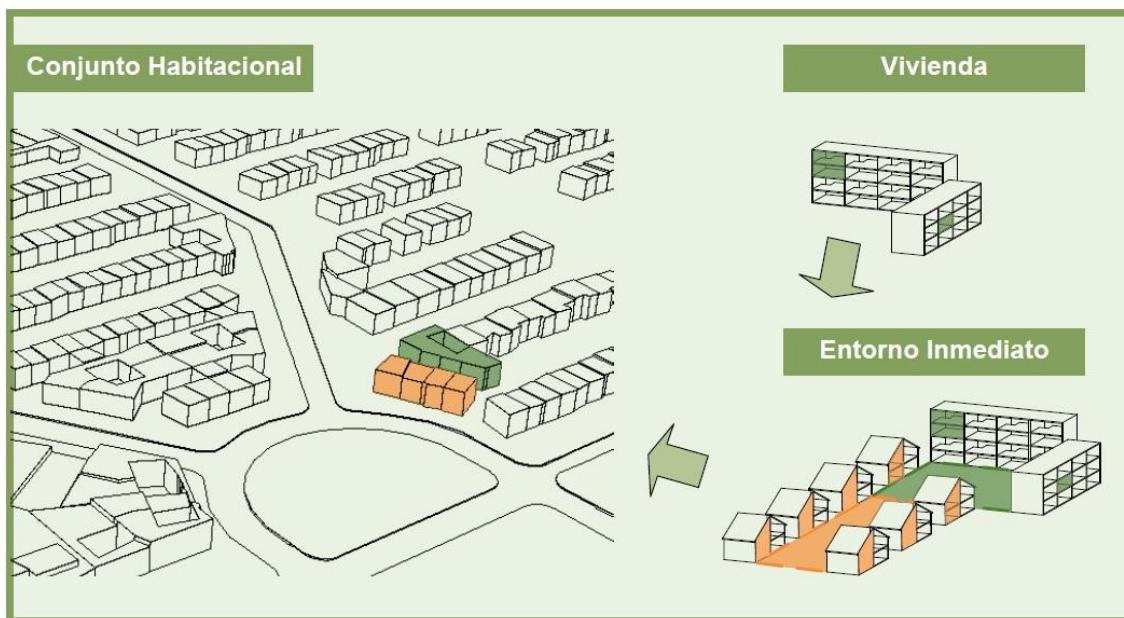
Fuente: Edwin Haramoto – Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo 2000

Apuntando al bienestar habitacional, el Instituto de la Vivienda del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, define que la vivienda, se entiende no sólo como la

<sup>12</sup> COQUIMBO, S. Y MARTÍNEZ, L., Instituto de la Vivienda, Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, “Sistematización y Análisis de la Normativa Habitacional Chilena – Según el concepto de bienestar habitacional”, 2004.

unidad que acoge a la familia, sino que es un sistema integrado además por el terreno, la infraestructura de urbanización y de servicios, y el equipamiento social-comunitario, dentro de un contexto cultural, socio-económico, político, físico-ambiental.

Al mismo tiempo tiene su manifestación en diversas escalas y lugares, esto es: localización urbana o rural, barrio, conjunto habitacional, entorno y unidades de vivienda. Por lo tanto, para la obtención de bienestar habitacional se debe tener un equilibrio básico entre hábitat y habitantes (Edwin Haramoto, Figura 3.10), considerando las distintas variables, dependiendo del ambiente en estudio, ya sea este vivienda, entorno inmediato o conjunto habitacional (se debe considerar que el presente estudio está enfocado netamente en nivel “micro-sistema”).



**Figura 3.11. Sistema Habitacional – Bienestar Habitacional**

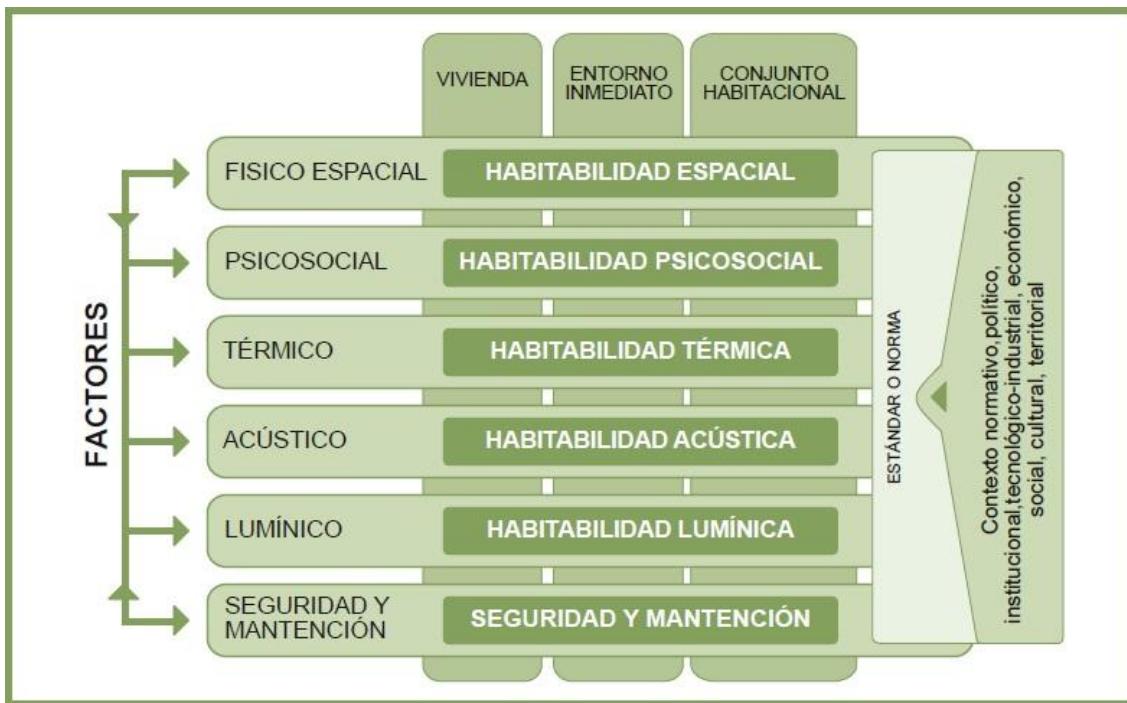
Fuente: FONDEF, Universidad de Chile, Universidad Federico Santa María, y Fundación Chile, “Bienestar Habitacional – Guía de Diseño para un Hábitat Residencial Sustentable”, 2004

#### **3.2.2. Evaluación del bienestar habitacional**

Básicamente, el bienestar habitacional corresponde a la percepción y valorización, que los diversos observadores y participantes le asignen al total de componentes que involucran el hábitat residencial, tomando como base factores de evaluación, de interacción, atributos, contexto jerárquico, fisiológico,

psicológico, social, cultural, económico y político (Bienestar Habitacional – Guía de Diseño para un Hábitat Residencial Sustentable).

Los factores de evaluación de bienestar habitacional básicos establecidos por FONDEF<sup>13</sup>, en su publicación Bienestar Habitacional – Guía de Diseño para un Hábitat Residencial Sustentable (Figura 3.12) son:



**Figura 3.12. Factores – Bienestar Habitacional**

Fuente: FONDEF, Universidad de Chile, Universidad Federico Santa María, y Fundación Chile, “Bienestar Habitacional – Guía de Diseño para un Hábitat Residencial Sustentable”, 2004

**Factor Físico Espacial:** Factor evaluable según variables de dimensionamiento, distribución y uso. Es una condición de diseño basada en la estructura física de las escalas territoriales del hábitat residencial.

**Factor Psicosocial:** Comportamiento de los habitantes asociados a sus características socioeconómicas y culturales (privacidad, identidad y seguridad ciudadana).

<sup>13</sup> Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico. Su propósito es contribuir al aumento de la competitividad de la economía nacional y al mejoramiento de la calidad de vida de los chilenos, promoviendo la realización proyectos de investigación aplicada y de desarrollo tecnológico de interés para los sectores productivos u orientados al interés público.

**Factor Térmico:** Condición térmica que presenta la vivienda, que se evalúa por la temperatura y la humedad relativa del aire al interior de ella y el riesgo de condensación. Estas características están condicionadas por la renovación y velocidad del aire; las características térmicas de la envolvente; el diseño y la forma de la vivienda; el tamaño, orientación y ubicación de ventanas y muros; las condiciones climáticas exteriores y las condiciones de habitar (uso y tipo de calefacción, etc.).

**Factor Acústico:** Condición acústica, que presenta la vivienda, y se evalúa por la aislación acústica a la transmisión del ruido aéreo y amortiguación de la propagación del ruido mecánico o de impacto, originados en fuentes externas y/o internas de la edificación, que presentan los elementos horizontales y verticales que conforman sus cerramientos. Está condicionada por la fuente de ruido, la forma de transmisión o propagación y el diseño, tamaño, forma y materialidad de los elementos que conforman la envolvente.

**Factor Lumínico:** Condición lumínica que presenta la vivienda que se evalúa, por la iluminación natural que presentan los diferentes recintos. Está condicionada, por la radiación solar exterior y el potencial de captación dado por el tamaño, ubicación, orientación y calidad de los elementos translúcidos, por la forma del recinto en relación al punto de captación de luz y las características de reflexión, absorción y transmisión de los paramentos interiores.

**Factor Seguridad y Mantención:** Condición de durabilidad y capacidad de administración que se asigna a los espacios y construcciones propuestas, en acuerdo a las características socioeconómicas de sus habitantes y a las características del medio geográfico en que se emplazan, evaluada a partir de aspectos de seguridad estructural, seguridad contra fuego, seguridad contra accidentes, seguridad contra intrusiones, durabilidad y mantención.

#### 3.2.2.1. Confección del instrumento de medición

Para la evaluación del bienestar habitacional, que entregan las viviendas localizadas en la *Villa Cervantes*, se confeccionó un instrumento de medición (encuesta) para observar la actitud de los propios habitantes de las viviendas, acogiendo los principios pre-establecidos por el FONDEF (Figura 3.12). Estos señalan, la importancia de observar y medir la percepción y valorización que los diversos observadores y participantes le asignen al total de componentes que involucran el hábitat residencial.

Un parámetro de análisis de datos fiable a seguir, es el que expone el doctor Roberto Hernández Sampieri en el capítulo noveno del libro “Metodología de la Investigación”. Dicho capítulo aclara los pasos a seguir en los análisis de datos, bajo la pauta:

- Decidir el programa de análisis datos.
- Explorar los datos obtenidos en la recolección.
- Analizar los datos descriptivamente por variables.
- Visualizar los datos por Variable.
- Evaluar la confiabilidad, validez y objetividad, de los instrumentos de medición utilizados.
- Analizar e interpretar mediante pruebas estadísticas las hipótesis planteadas.
- Realizar análisis adicionales.
- Preparar Resultados para su presentación.

Este instrumento de medición (Apéndice A), dirigido principalmente a los jefes de hogar, consiste en un conjunto de catorce preguntas, enfocadas principalmente a la evaluación del bienestar habitación, bajo las recomendaciones del texto “Bienestar Habitacional – Guía de Diseño para un Hábitat Residencial Sustentable”. Además de las catorce preguntas, para evaluar el bienestar habitacional, se implementaron preguntas enfocadas a conocer los tipos de combustibles utilizados para calefaccionar las viviendas

durante el periodo invernal, ocho preguntas enfocadas a conocer características particulares de cada vivienda y distinguir posibles patologías que comparten entre sí, y diez preguntas de evaluación de habitabilidad habitacional (FOSIS).

Los principales datos a recolectar dentro de este instrumento de medición para el bienestar habitacional serán:

- Factor Acústico
- Factor Lumínico
- Factor Satisfacción
- Factor Seguridad
- Factor Térmico

El nivel de satisfacción, evaluado de los habitantes o jefes de hogar respecto a sus viviendas, dependió directamente de las primeras catorce preguntas. Estas fueron distribuidas según tabla 3.2.

**Cuadro 3.2. Distribución de Variables Evaluadas en Encuesta**

Variables Evaluadas	Nº de Preguntas
Factor Acústico	3
Factor Lumínico	1
Factor Satisfacción	4
Factor Seguridad	4
Factor Térmico	2

Fuente: Elaboración propia, en base a Encuesta Percepción – Bienestar Habitacional

Así mismo, para evaluar la incidencia de las distintas variables que conciernen al bienestar habitacional, del diario vivir de los habitantes o jefes de hogar de las viviendas pertenecientes al conjunto habitacional Villa Cervantes, se consideró un escalamiento tipo “Likert” descrito en el capítulo 9 del libro “Metodología de la Investigación”<sup>14</sup>. Consiste en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones, ante los cuales se pide la reacción de los participantes. Es decir, se presenta cada afirmación y se solicita al sujeto,

---

<sup>14</sup> Método desarrollado por Rensis Likert en 1932; sin embargo, se trata de un enfoque vigente y bastante popularizado.

que extreme su reacción eligiendo uno de los cinco puntos o categorías de la escala. A cada punto, se le asigna un valor numérico. Así, el participante obtiene una puntuación respecto de la afirmación.

Las reacciones de los jefes de hogar encuestados respecto a su percepción personal de bienestar habitacional, fue registrada numéricamente (escalamiento tipo *Likert*), ya que este puntaje, depende de una escala de respuestas predeterminadas. Estas respuestas son definidas en el cuadro 3.3 de este capítulo.

**Cuadro 3.3. Escalamiento “Likert” – Base para evaluación de bienestar habitacional**

Respuestas	Puntajes
Muy Mala	1
Mala	2
Regular	3
Buena	4
Muy Buena	5

Fuente: Elaboración propia, en base a Encuesta Percepción – Bienestar Habitacional

La encuesta realizada a los jefes de hogar del conjunto habitacional Villa Cervantes, puede ser apreciada completamente en el Apéndice A: Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional.

### 3.2.2.2. El tamaño de la muestra

Al utilizar el instrumento “encuesta” para la evaluación del bienestar habitacional, de las viviendas pertenecientes al conjunto habitacional Villa Cervantes, se seleccionó una muestra aleatoria del 47,27% del un total de 110 viviendas tipo 5 ( $48,10\text{ m}^2$ ), lo cual, corresponde a un total de 52 viviendas a estudiar. Esta muestra (52) fue determinada bajo métodos estadísticos de nivel de confianza y tamaño de muestra (n) de una población (N).

Para tomar una muestra representativa de toda la población, se adoptó la división del área de la villa en estudio, en cuatro sectores o zonas. Esta división puede ser apreciada en la figura 3.13, donde se visualizan las treinta viviendas en zona 1, veintiséis viviendas en zona 2, treinta viviendas en zona 3, y

### 3. Materiales y Métodos

veinticuatro viviendas en zona 4. Además de la sectorización del área total en estudio, para una mayor veracidad de muestra, se detalla el total de viviendas por orientación del frontis, el cual puede ser visualizado en el cuadro 3.4.



**Figura 3.13. División de Áreas – Sectores/Zonas**

Fuente: Elaboración propia, 2014

**Cuadro 3.4. Total de viviendas Tipo 5 por Sector/Zonas y orientación de Frontis**

ORIENTACIÓN	SECTOR/ZONA				TOTAL
	1	2	3	4	
Norte	6	9	6	6	27
Sur	6	9	6	6	27
Este	9	4	9	6	28
Oeste	9	4	9	6	28
Total	30	26	30	24	110

Fuente: Elaboración propia en base a Marcelo González

Para que el estudio de las viviendas a encuestar, tenga un alto grado de confiabilidad, se seleccionaron aproximadamente el 47,27% de las viviendas tipo 5 de cada zona (catorce viviendas en zona 1, doce viviendas en zona 2, catorce viviendas en zona 3, y doce viviendas en zona 4), donde se consideró la cantidad de viviendas, según su orientación dentro de cada sector (seleccionadas bajo el mismo porcentaje), lo cual implica, que la orientación del frontis, constituye una variable significativa a considerar en este estudio. Esto permite seleccionar una muestra directamente proporcional a la cantidad total por zona y orientación (cuadro 3.5).

**Cuadro 3.5. Total de viviendas muestreadas Tipo 5 por Sector/Zonas y orientación de Frontis**

ORIENTACIÓN	SECTOR/ZONA				TOTAL
	1	2	3	4	
Norte	3	4	3	3	13
Sur	3	4	3	3	13
Este	4	2	4	3	13
Oeste	4	2	4	3	13
Total	14	12	14	12	<b>52</b>

Fuente: Elaboración propia en base a Marcelo González

Sin embargo, el tamaño de muestra (52 viviendas a encuestar) no fue determinado arbitrariamente, ya que, toda muestra debe ser verdaderamente representativa, por lo que solo utilizar este término no es suficiente. El criterio de evaluación y definición del tamaño de muestra, fue extraído del octavo capítulo del libro “Metodología de la Investigación” (Hernández, R., 2006), donde se señala que – las muestras poblacionales son esenciales en los diseños de investigación descriptivos como correlacionales/causales (las encuestas, por ejemplo), donde se pretende hacer estimaciones de variables en la población –. Así mismo, se señalan métodos probabilísticos capaces de definir el tamaño de muestra, en los cuales se presume que todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidos.

Para la búsqueda de la muestra probabilística, se debieron definir distintas variables esenciales, como lo era el nivel de confianza de evaluación. Así, se pudo establecer que el intervalo aceptable para estudios probabilísticos de ciencias sociales, fluctúa entre un 99% hasta un 95% (Hernández, R., 2006), por lo tanto se decidió trabajar con el promedio de ambas cifras, dejando un nivel de confianza del 97%, y un error estándar ( $se$ ) de 3%.

Dado que, se tiene:

$N$  = tamaño de población de 110 viviendas.

$\bar{y}$  = variable promedio = 1, una vivienda.

$se$  = error estándar de 0.03.

$V^2$  = varianza de la población. Definido  $(se)^2$

$s^2$  = varianza de la muestra.

$p$  = porcentaje estimado de la muestra = 0.9, recomendado<sup>15</sup>.

$n'$  = tamaño de muestra sin ajustar.

$n$  = tamaño de muestra.

Por lo tanto:

$$s^2 = p(1 - p) = 0,9(1 - 0,9) = 0,09 \quad (3.1)$$

$$V^2 = (se)^2 = (0,03)^2 = 0,0009 \quad (3.2)$$

$$n' = \frac{s^2}{V^2} = \frac{0,09}{0,0009} = 100 \quad (3.3)$$

$$n = \frac{n'}{1 + \left(\frac{n'}{N}\right)} = \frac{100}{1 + \left(\frac{100}{110}\right)} = 52 \quad (3.4)$$

$$n_{97\%} = 52 \text{ viviendas}$$

Además de la determinación del tamaño de muestra con un nivel de confianza del 97%, se determinó la cantidad muestral con un nivel de confianza del 99% y 95% (bajo los mismos criterios antes mencionados), concluyendo que el primero de estos dos niveles de confianza, constituía una cantidad muy elevada a encuestar, y el segundo una muy pequeña y poco representativa – *a criterio del autor*–.

$$n_{99\%} = 98 \text{ viviendas}, \quad y \quad n_{95\%} = 27 \text{ viviendas}$$

---

<sup>15</sup> HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ-COLLADO, C. Y BAPTISTA, P., Editorial McGraw-Hill, 4da Edición, “Metodología de la Investigación”, 2006.

### 3.2.2.3. Análisis de datos

Para la evaluación de la confiabilidad de la encuesta realizada a los jefes de hogar pertenecientes al conjunto habitacional Villa Cervantes, se adoptó la metodología del coeficiente de confiabilidad “*alfa de Cronbach*” recomendada en el capítulo 10 del libro “Metodología de la Investigación” (Hernández, R., 2006), la cual, es aplicada directamente a la escala “*Likert*” de las catorce preguntas de bienestar habitacional.

Este coeficiente de confiabilidad alfa, consiste en un índice de consistencia interna, que a *groso modo*, mide la homogeneidad de las preguntas; promediando todas las correlaciones entre todos los ítems para ver que, efectivamente se parecen. Alfa oscila tomado valores de 0 hasta 1, donde se puede comprobar si el instrumento que se está utilizando para la evaluación, está proporcionando información defectuosa (heterogénea) y por tanto nos llevaría a conclusiones equivocadas; o si se trata de un instrumento fiable que hace mediciones estables y consistentes (información homogénea).

La base de la interpretación de datos del coeficiente de confiabilidad “*alfa-Cronbach*” será, cuanto más cercano al extremo del 1 sea el resultado, mayor será la confiabilidad, considerándolo un estudio respetable (fiable) a partir del 0,70 ó 0,80 según el autor que proponga el nivel de aceptabilidad (ya que, para algunos autores incluso es aceptable desde 0,6 para investigaciones exploratorias).

Cuadro 3.6. Criterio General de Evaluación – Alfa de Cronbach

Criterio General de Evaluación Alfa de Cronbach	
Excelente	= $0,9 <$ Coeficiente alfa
Bueno	= $0,8 <$ Coeficiente alfa
Aceptable	= $0,7 <$ Coeficiente alfa
Cuestionable	= $0,6 <$ Coeficiente alfa
Pobre	= $0,5 <$ Coeficiente alfa
Inaceptable	= $0,5 >$ Coeficiente alfa

Fuente: <http://www.uv.es/~friasan/AlfaCronbach.pdf>



**Figura 3.14. Índice de Consistencia – Alfa Cronbach**

Fuente: <http://bioestadistico.com/alfa-de-cronbach>

Para la obtención del coeficiente de confiabilidad de un instrumento de medición<sup>16</sup>, existen dos formas de calcularlo; la primera mediante varianza de los ítems y la segunda, mediante matriz de correlación. Para los efectos de este trabajo, se utilizará el método de la varianza de los ítems, la cual está expresa bajo la fórmula 3.5.

Dado que, se tiene:

$\alpha$  = Alfa de Cronbach

$K$  = Número de Ítems o Preguntas

$s_i^2$  = Varianza de cada ítem

$s_t^2$  = Varianza total

Por lo tanto:

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right] \quad (3.5)$$

### 3.2.3. Características térmicas de Chile

#### 3.2.3.1. Zonificación térmica y climática

Respecto a las NCh1079 (2008), y la O.G.U.C. (2012), se considera analizar si las viviendas en estudio cumplen con las exigencias mínimas, que estas documentaciones exigen respecto a características térmicas de elementos como: techumbre, muros, y pisos ventilados; dado que constituyen la envolvente de la construcción (respecto a su zonificación). Ninguno de los elementos de la envolvente, anteriormente mencionados, debe sobrepasar la transmitancia máxima establecida por las normativas chilenas.

---

<sup>16</sup> Apéndice A: Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional

Dado el Reglamento Térmico (RT), se tiene que cada región puede presentar diferentes zonas climáticas<sup>17</sup> o zonas térmicas<sup>18</sup>, donde cada zonificación presenta exigencias diferentes para la envolvente de las viviendas.

La zonificación climático habitacional de la Norma oficial indicada, se basa en el conjunto de variables meteorológicas que definen un clima, entre las cuales se cuenta la oscilación térmica diaria que se da en diferentes periodos del año, en una localidad (MINVIVU, 2009). En el cuadro 3.7 es posible apreciar las exigencias térmicas de cada zona climática del país.

**Cuadro 3.7. Exigencia térmica a elementos envolventes – Zona Climática**

Zona	Trans. Térmica Máxima (W/m <sup>2</sup> °C)	
	Elementos Perimetrales	Techumbre
NL	2,6	0,8
ND	2,1	0,8
NVT	2,1	0,8
<b>CL</b>	<b>2,0</b>	<b>0,9</b>
CI	1,9	0,9
SL	1,8	1,0
SI	1,7	0,9
SE	1,6	0,7
An	1,6	0,7

Fuente: NCh1079, 2008

Como exigencia adicional, se tiene la zonificación térmica, establecida por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Esta normativa, se define en base a los “Grados por Día” (GD de calefacción: variable meteorológica), asociado a condiciones climáticas de invierno y en que, por solo mencionar la variable de temperatura en periodos fríos del año, no se considera la oscilación térmica entre día y noche de la localidad.

<sup>17</sup> ANEXO B: Mapa de Zonificación Climático Habitacional de la NCH1079-2008.

<sup>18</sup> ANEXO C: Mapa de Zonificación Térmica Habitacional de la O.G.U.C.-2012.

**Cuadro 3.8. Exigencia térmica a elementos envolventes – Zona Térmica**

Zona	Trans. Térmica Máxima (W/m <sup>2</sup> °C)	
	Elementos Perimetrales	Techumbre
1	4,0	0,84
2	3,0	0,60
<b>3</b>	<b>1,9</b>	<b>0,47</b>
4	1,7	0,38
5	1,6	0,33
6	1,1	0,28
7	0,6	0,25

Fuente: Artículo N° 4.1.10. – O.G.U.C., 2012

Al momento de proponer soluciones, que proporcionen un aumento significativo de la eficiencia térmica, será esencial considerar las características térmicas, actuales de las viviendas en estudio, para identificar los elementos que fallan al compararlos con la normativa vigente. Para ellos, la O.G.U.C., recomienda la colocación de un material aislante térmico, incorporado o adosado, al complejo de techumbre, muro, y/o piso ventilado, considerando el R100 mínimo establecido en el cuadro 3.9, rotulado según norma térmica NCh2251.

**Cuadro 3.9. R100 Mínimo – Materiales Aislantes**

Zona	Rotulado Resistencia Mínima	
	Muros R100	Techumbre R100
1	23	94
2	23	141
<b>3</b>	<b>40</b>	<b>188</b>
4	46	235
5	50	281
6	78	329
7	154	376

Fuente: O.G.U.C., 2012

### 3.2.3.2. Concepto de Grados-día de calefacción

Los GD de calefacción, están directamente relacionados con las demandas de energía que la vivienda requiere en el periodo considerado, para lograr la temperatura interior base (MINVU, 2009).

La guía de “Diseño para la Eficiencia Energética de la Vivienda Social” (DRRVS – MINVU, 2009)<sup>19</sup>, proporciona una tabla de valores para los GD anuales, de toda las zonas térmicas del país, a base de 15°C. Según se explica, es utilizado 15°C como base, ya que, se espera alcanzar el confort térmico ( $\pm 20^{\circ}\text{C}$ ), con la ganancia interna aportada por las personas, electrodomésticos, iluminación artificial, iluminación natural, etc. Sin embargo, estos datos son proporcionados por intervalos de grados días muy amplios (ejemplo, zona 3 =  $>750 - \leq 1000$  GD), lo cual implica que no son muy exactos para cálculos de energía requerida en calefacción (ERC). Por esta razón, se consideraron los valores de grados día anuales “promedios” (cuadro 3.10), proporcionados por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Para el caso del presente trabajo, solo será necesario considerar los GD año de Santiago, en la Región Metropolitana.

**Cuadro 3.10. Grados-día por año en la ciudad de Santiago**

Zona Térmica	1	2	3	4	5	6	7
GDa	250	625	875	1125	1375	1750	2000

Fuente: MINVU, 2009

#### **3.2.4. Características térmicas de la Vivienda tipo 5**

Para el análisis del comportamiento térmico de la vivienda en estudio, se consideraron las propiedades térmicas de la envolvente, definidas por los materiales de las especificaciones técnicas; y características geométricas, definidas por planimetría. Estos indicadores, permiten la determinación de las cualidades térmicas de las viviendas en estudio, determinando:

- Resistencia térmica
- Transmitancia (conductancia) térmica
- Conductividad térmica
- Coeficiente global de pérdida térmica
- Flujo térmico

La resistencia y transmitancia térmica de la vivienda en estudio, fueron obtenidas para los complejos de techumbre y muros; dado que, el piso no se

---

<sup>19</sup> [http://www.minvu.cl/opensite\\_20070212164420.aspx](http://www.minvu.cl/opensite_20070212164420.aspx)

considera como ventilado, ni voladizo, no se realizan cálculos térmicos a este elemento de la envolvente.

Los valores de conductividad térmica son extraídos directamente de la NCh853.Of91, mientras que algunos valores de transmitancia térmica se obtienen del documento “Manual de Referencias Técnicas: Fundamentos Técnicos, 2007 (PUC)<sup>20</sup>”. Además, las expresiones de cálculo en este apartado son obtenidas directamente de apuntes de:

- Aplicaciones tecnológicas avanzadas (Waldo Montesinos, 2012)
- Instalaciones en edificios (Fernando Moore, 2011)

#### 3.2.4.1. Resistencia térmica y Transmitancia térmica.

La resistencia térmica ( $R$ ), corresponde a la oposición al paso del calor que presentan los materiales y/o elementos de construcción. Para usos de la resistencia térmica, se distinguen cuatro:

- Resistencia térmica de una capa material,  $R$ .
- Resistencia térmica total de un elemento compuesto,  $R_{\text{t}}$ .
- Resistencia térmica de una cámara de aire no ventilada,  $R_g$ .
- Resistencia térmica de superficie,  $R_s$ .

Según las estipulaciones de la NCh853Of.91, la transmitancia térmica ( $U$ ) corresponde al – flujo de calor que pasa por unidad de superficie de un elemento y por grado de diferencia de temperatura entre los dos ambientes separados por dicho elemento y corresponde a la inversa de la resistencia térmica (ecuación 3.6) –.

Dado la tipología de materialidad de la envolvente en estudio, y detalles de las especificaciones técnicas, se describe que, los muros y la aislación de techumbre, están compuestos por: bloques de hormigón, y cielo de yeso cartón

---

<sup>20</sup> [http://www.minvu.cl/aopensite\\_20070212164420.aspx](http://www.minvu.cl/aopensite_20070212164420.aspx)

con poliestireno expandido (respectivamente). Esta conformación, se mantiene en todo su desarrollo (dejando la configuración de capas a la estructura de techumbre). Así, las distintas zonas de la envolvente, presentan configuraciones homogéneas, respecto a la materialidad de construcción, sin encontrar variación en los materiales que lo componen. Por lo que no existe la necesidad de calcular las características térmicas por zonas.

Respecto a la NCh853Of.91, para la obtención de la resistencia térmica de las capas de materiales que componen la envolvente, es necesario considerar la ecuación de “resistencia térmica de una capa material” ( $R$ ), debido a, que proporciona la resistencia térmica de una capa de caras planas y paralelas, de espesor “ $e$ ”, conformada por un material homogéneo de conductividad térmica  $\lambda$ , donde la resistencia térmica que dada por:

$$R = \frac{1}{U} = \frac{e}{\lambda} \quad (3.6), \quad \text{exp. en: } \left[ \frac{m^2 \circ C}{W} \right]$$

Dado que, se tiene:

$R$  = Resistencia térmica de la capa de material homogéneo

$U$  = Transmitancia térmica [ $W/m^2 \circ C$ ]

$e$  = Espesor de la capa de material homogéneo [m]

$\lambda$  = Conductividad térmica del material [ $W/m \circ C$ ]

Como se explicó anteriormente, los valores de conductancia térmica de los distintos elementos que componen la envolvente son extraídos de la NCh853.Of1991, donde se tiene:

**Cuadro 3.11. Conductancia térmicas de la Envoltura – Muros y Techumbre**

		Características térmica - vivienda tipo 5		
		Material	Espesor (m)	$\lambda$ [(W/(m°C))]
Envoltura	Muro	B.H.V. Capa Exterior (adosado)	0,035	1,63
		B.H.V. Capa Interior (adosado)	0,035	1,63
		Cámara de aire	0,12	-
		B.H.V. Capa Exterior (al exterior)	0,035	1,63
		B.H.V. Capa Interior (al exterior)	0,035	1,63
		Cámara de aire	0,12	-
	Cubierta	Madera (ContCh) Capa Ext. (Puerta)	0,004	0,28
		Madera (ContCh) Capa Int. (Puerta)	0,004	0,28
		Cámara de aire	0,029	-
	Cubierta	Vidrio (ventanas)	0,006	1,2
		Cielo yeso-cartón	0,1	0,31
		Poliestireno expandido (10kg/m³)	0,08	0,043

Fuente: NCh853-1991; P.U.C., 2007

Para los elementos de techumbre-cielo, se deben obtener sus características térmicas por medio del “cálculo de resistencia térmica total y transmitancia térmica de elementos formados por una serie de capas planas y materiales distintos en contacto entre sí” (propuesta por la NCh853Of.91), utilizando la expresión:

$$R_{T,cub} = \frac{1}{U_{T,cub}} = R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se} \quad (3.7),$$

Dado que, se tiene:

$R_{T,cub}$  = Resistencia térmica total complejo cubierta

$R_{si}$  = Resistencia térmica superficie interior

$R_{se}$  = Resistencia térmica superficie exterior

$U_{T,cub}$  = Transmitancia térmica total de complejo cubierta

$e/\lambda$  = Resistencia térmica del material

$\sum$  = Sumatoria de resistencia térmicas de materiales distintos

Para obtener, las características térmicas de los paramentos de la envolvente (muro), es necesario utilizar la expresión enfocada a “cálculos de resistencia térmica total y transmitancia térmica de elementos formados por una serie de capas planas y paralelas, con cámara de aire no ventilada” (propuesta por la NCh853Of.91), utilizando la expresión:

$$R_{T,Muro} = \frac{1}{U_{T,Muro}} = R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se} + R_g \quad (3.8),$$

Dado que, se tiene:

$R_{T,Muro}$  = Resistencia térmica total complejo, muros

$R_g$  = Resistencia térmica cámara de aire no ventilada

$U_{T,Muro}$  = Transmitancia térmica total de complejo, muros

$e/\lambda$  = Resistencia térmica del material

$\Sigma$  = Sumatoria de resistencia térmicas capas de material

Para determinar la resistencia térmica y transmitancia térmica de las ventanas, se considera utilizar la ecuación 3.7. Así mismo, para el cálculo de variables térmicas, en las puertas será necesario utilizar la ecuación 3.8, ya que posee cámara de aire, según los criterios de la norma NCh853. En ambos casos, se despreciará el cálculo de propiedades térmicas de marcos y perfiles metálicos, ya que poseer un bajo porcentaje de superficie respecto al total. Dado, se obtiene:

$R_{T,vent}$  = Resistencia térmica total complejo, muros

$R_{T,puert}$  = Resistencia térmica cámara de aire no ventilada

$U_{T,vent}$  = Transmitancia térmica total de complejo, muros

$U_{T,vent}$  = Resistencia térmica del material

Finalmente, para la obtención de las características térmicas finales de la envolvente, es necesario obtener: la resistencia total, y transmitancia térmicas total de los complejos de cubierta y/o muros, estos valores se obtienen por medio de la ecuación 3.9.

$$R_T = \frac{1}{U_T} = \frac{R_{MI} * S_{MI} + R_{ME} * S_{ME} + R_P * S_P + R_V * S_V}{S_{total,muro}} \quad (3.9),$$

Dado que, se tiene:

- $R_{MI}$  = Resistencia térmica total muro interior
- $R_{ME}$  = Resistencia térmica total muro exterior
- $R_P$  = Resistencia térmica total puertas
- $R_V$  = Resistencia térmica total Ventana
- $S_{MI}$  = Superficie total muro interior
- $S_{ME}$  = Superficie total muro exterior
- $S_P$  = Superficie total puertas
- $S_V$  = Superficie total ventana
- $U_T$  = Transmitancia térmica total muros
- $R_T$  = Resistencia térmica total muros

Esta ecuación, básicamente suma las resistencias térmicas de cada elemento (muros, puertas, ventanas, etc.), en función del porcentaje que representan sus superficies en la envolvente total.

#### 3.2.4.2. Coeficientes volumétricos de pérdida térmica

El Gv1, considera la pérdida de calor de una vivienda o edificación en función de su factor de forma (Superficie total de la envolvente/Volumen interior) y de su materialidad. El factor Gv2, considera las perdidas térmicas por convección<sup>21</sup>, factor forma y materialidad de envolvente.

Respecto a la NCh1060.Of89, el coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas por transmisión de la envolvente, corresponde a la razón entre los flujos térmicos a través de la envolvente de la edificación y el producto de su volumen interior y la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior.

---

<sup>21</sup> La convección es una de las tres formas de transferencia de calor y se caracteriza porque se produce por medio de un fluido (líquido o gas) que transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas.

Este coeficiente, puedes ser obtenida por medio del término siguiente (ecuación 3.10):

$$G_{v1} = \frac{\sum U_i * S}{V} \left[ \frac{W}{m^3 \cdot ^\circ C} \right] \quad (3.10),$$

Dado que, se tiene:

- $G_{v1}$  = Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmica (envolvente)
- $U_i$  = Transmitancia térmica elemento constructivo envolvente vivienda
- $S$  = Superficie total de elemento constructivo envolvente vivienda ( $m^2$ )
- $V$  = Volumen total encerado por envolvente ( $m^3$ )

Cabe desatacar que no se considera el volumen ocupado por los muros, vigas, pilares u otros elementos constructivos.

Del coeficiente volumétrico global de pérdida térmica, obtenemos el coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas totales, dado por la ecuación (3.11). Este coeficiente, es la razón entre el flujo térmico total del edificio a través de la envolvente, considerando la ventilación e infiltraciones de aire.

$$G_{v2} = G_{v1} + 0,35 n \left[ \frac{W}{m^3 \cdot ^\circ C} \right] \quad (3.11),$$

Dado que, se tiene:

- $G_{v2}$  = Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmica total
- $G_{v1}$  = Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmica (envolvente)
- $n$  = Renovación de aire por hora (1/h): 1,5 sugerido para vivienda<sup>22</sup>
- 0,35 = Calor específico volumétrico del aire (Wh/m<sup>3</sup>·°C)

El coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas (envolvente), es de gran utilidad para medir el nivel de aislación térmica, que presenta una construcción.

---

<sup>22</sup> Diseño para la Eficiencia Energética de la Vivienda Social" (DRRVS – MINVU, 2009).

Esto se puede definir del cuadro 3.12, donde el nivel de aislación es inversamente proporcional al coeficiente de perdida térmica (Gv1).

**Cuadro 3.12. Análisis de aislación térmica de construcciones**

Evaluación de Aislación Térmica	
Nivel de Aislación	Gv1
Edificación muy aisladas	< 1
Edificación aisladas	1- 1,5
Edificación medianamente aisladas	1,5 - 2,5
Edificación mal aisladas	2,5 – 3
Edificación sin aislación	> 3

Fuente: Olmedo, 2005

### 3.2.4.3. Flujo térmico

La determinación del flujo térmico, implica una gran importancia para la interpretación de datos de este documento, ya que permite identificar la magnitud de pérdida energética a través de los elementos de la envolvente, en relación de transmitancia térmica y superficie.

$$FTT = U_{ti} * S_{ti} \left[ \frac{W}{^{\circ}C} \right] \quad (3.12),$$

Dado que, se tiene:

$FTT$  = Flujo Térmico por Transmisión

$U_{ti}$  = Transmitancia térmica de elemento de envolvente

$S_{ti}$  = Área total de elemento de envolvente

$$FTTT = \sum FTT \left[ \frac{W}{^{\circ}C} \right] \quad (3.13),$$

Dado que, se tiene:

$FTTT$  = Flujo Térmico Total por Transmisión

$FTT$  = Flujo Térmico por Transmisión

El flujo térmico total de la vivienda, considerando la ventilación y el calor específico del aire en circulación, se obtiene mediante la ecuación 3.14:

$$FTTV = Gv2 * V \left[ \frac{W}{^{\circ}C} \right] \text{(3.14),}$$

Dado que, se tiene:

$FTTV$  = Flujo Térmico Total de Vivienda

$Gv2$  = Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmica total

$V$  = Volumen interior de la vivienda

Finalmente, para obtener el flujo térmico que se produce por efecto de la ventilación, a través las viviendas en estudio, tenemos:

$$FTC = FTTV - FTTT \left[ \frac{W}{^{\circ}C} \right] \text{(3.15),}$$

Dado que, se tiene:

$FTC$  = Flujo Térmico por Convección

$FTTV$  = Flujo Térmico Total de Vivienda

$FTTT$  = Flujo Térmico Total por Transmisión

#### 3.2.4.4. Demanda energética para calefacción

Es esencial la determinación del consumo energético de calefacción requerida por las viviendas, ya que, de esta manera se puede estimar la cantidad de combustible que se requiere en un año, derivando al consumo económico anual por familia. Esta información puede ser definida mediante las siguientes ecuaciones:

$$ERC = \left( \frac{24}{1000} \right) * G_{v2} * h * GD_a \left[ \frac{kW - h}{m^2 A\tilde{n}o} \right] \text{(3.16),}$$

Dado que, se tiene:

$ERC$  = Energía Requerida en calefacción por superficie

$Gv2$  = Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmica total

$h$  = Altura de muros perimetrales por el interior de vivienda (2,35 m)

$GDa$  = Grados/días anuales ( $^{\circ}\text{C}/\text{año}$ )

$$ERCT = \left( \frac{24}{1000} \right) * G_{v2} * V * GD_a \left[ \frac{kW - h}{Año} \right] \quad (3.17),$$

Dado que, se tiene:

$ERCT$  = Energía Requerida en calefacción por volumen (total)

$Gv2$  = Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmica total

$V$  = Volumen interior de la vivienda ( $\text{m}^3$ )

$GDa$  = Grados/días anuales ( $^{\circ}\text{C}/\text{año}$ )

### 3.2.4.5. Combustible requerido para calefacción

A continuación, se presenta la expresión enfocada a calcular el consumo de combustible requerido, para la calefacción de un espacio determinado (por superficie).

$$CRC = \left( \frac{860 * ERC}{PC * \eta} \right) \left[ \frac{\text{Unidad de Combustible}}{\text{m}^2 \text{Año}} \right] \quad (3.18),$$

Dado que, se tiene:

$CRC$  = Combustible requerido en calefacción (superficie)

$ERC$  = Energía Requerida en calefacción por superficie

$PC$  = Poder Calórico combustible (Kcal/unid. Combustible)

$\eta$  = Rendimiento del combustible (unid. Combustible/kWh)

860 = Equivalente calórico teórico internacional (Kcal/kWh)

Dado la expresión 3.19, es posible determinar el combustible requerido, para la calefacción del total de la vivienda durante un año, ya que, en esta ecuación se utiliza el valor obtenido de la “energía requerida de calefacción por volumen”.

$$\text{CRCT} = \left( \frac{860 * \text{ERCT}}{\text{PC} * \eta} \right) \left[ \frac{\text{Unidad de Combustible}}{\text{Año}} \right] \quad (3.19),$$

Dado que, se tiene:

$\text{CRCT}$  = Combustible requerido en calefacción total (volumen)

$\text{ERCT}$  = Energía Requerida en calefacción por volumen (total)

#### 3.2.4.6. Gasto económico requerido para calefacción

La determinación del gasto económico por metro cuadrado anual, que tienen las familias pertenecientes a la Villa Cervantes, es determinada por medio de la ecuación 3.20.

$$\text{GERC} = \text{CRC} * P_{comb} \left[ \frac{\$}{m^2 \text{ Año}} \right] \quad (3.20),$$

Dado que, se tiene:

$\text{GERC}$  = Gasto económico requerido para calefacción (superficie)

$\text{CRC}$  = Combustible requerido en calefacción

$P_{comb}$  = Precio Combustible (\$/unid. combustible)

Para determinar el consumo económico anual, del volumen total de la vivienda, es necesario multiplicar el “combustible requerido en calefacción total (por volumen), con el precio unitario del combustible, esto está dado por:

$$\text{GERCT} = \text{CRCT} * P_{comb} \left[ \frac{\$}{\text{Año}} \right] \quad (3.21),$$

Dado que, se tiene:

$GERCT$  = Gasto económico requerido para calefacción total

$CRCT$  = Combustible requerido en calefacción Total

$P_{comb}$  = Precio Combustible (\$/unid. combustible)

Respecto al cuadro 4.6, elaborado bajo los datos recolectados en la Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”, tenemos que, los combustibles más utilizados para proporcionar calefacción a las viviendas tipo 5, son gas licuado y la parafina/kerosene con un 75% y un 44,3% respectivamente. Dejando solo un 1,92% de calefacción bajo electricidad (consultar apéndice B). Por lo tanto, el análisis de “combustible requerido para calefacción”, y consumo económico anual, es realizado con los dos combustibles predominantes (gas licuado de petróleo y parafina).

En el cuadro 3.13, es posible apreciar las características que presentan los combustibles en estudio:

**Cuadro 3.13. Cualidades de Combustibles a evaluar**

	Combustibles	
	GLP	Parafina
Densidad (kg/m3)	544	800
Poder Calórico	12000(kcal/kg)	11100(kcal/l)
Rendimiento	0,95(kg/kW-h)	0,9(l/kW-h)

Fuente: BNE, 2008; Catalogo LIPIGAS, COPEC, 2014.

El rendimiento de los combustibles en estudio, fue extraído directamente de catálogos de estufas corrientes, del tipo radiante (promedio), ya que estas son las utilizadas comúnmente por los habitantes de las viviendas tipo 5. Además, las características físicas del gas licuado y parafina, fueron extraídas de fichas técnicas de proveedores de estos productos (Lipigas, COPEC, etc.)

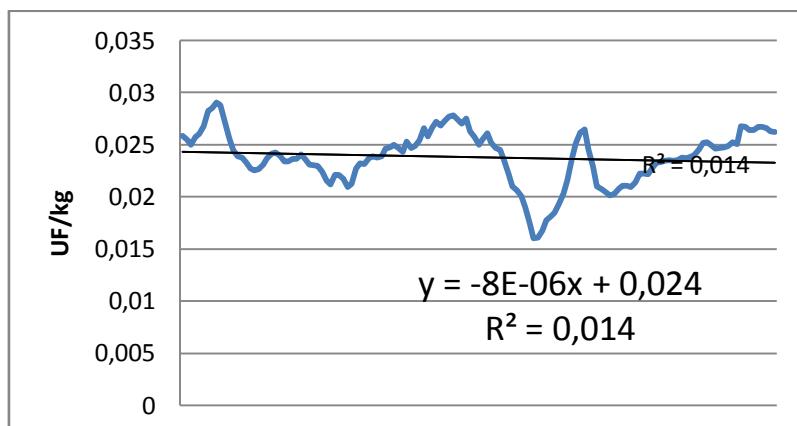
**Cuadro 3.14. Combustibles en estudio – Precio unitario (9 de Febrero)**

Combustibles	
GLP (Kg)	Kerosene (Lt)
\$ 1.197	\$ 660
UF 0,051	UF 0,028

Fuente: Distribuidores domésticos de gas licuado y parafina, ENAP, 2014  
(Uf=\$23.476,61)<sup>23</sup>

Los precios de los combustibles, utilizados para la calefacción de las viviendas, son determinados por medio de consultas a los distintos proveedores en el mercado (GASCO, PETROBRAS, LIPIGAS, COPEC, etc.), y lista de precios de ENAP-2014. De estos valores, se obtiene un promedio que será utilizado para los distintos cálculos.

Dado las 141 publicaciones de precios, de los últimos 3 años de ENAP (sin impuestos: desde 02-jun-2011 hasta el 06-feb-2014), fue posible determinar las tasas de variación de costo unitario en los combustibles, donde existe un promedio de aumento del 0,037% y el 0,074%, en GLP y kerosene respectivamente (figuras 3.15 y 3.16).



**Figura 3.15. Variación de Costos – GLP**  
Fuente: ENAP, 2014

<sup>23</sup> Valor UF al 9 de febrero del 2014.

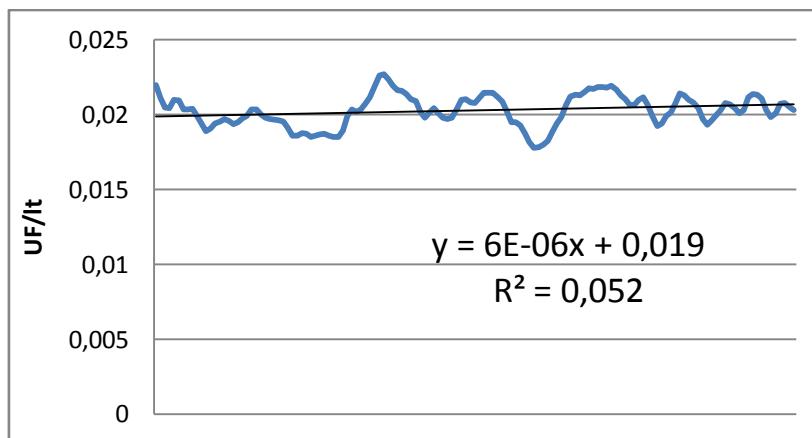


Figura 3.16. Variación de Costos – Kerosene

Fuente: ENAP, 2014

#### 3.2.4.7. Condensación en elemento de la envolvente

El punto de rocío, corresponde a la temperatura en donde comienza a condensarse el vapor de agua contenido en el aire (humedad), produciendo rocío, neblina o, en caso de que la temperatura sea lo suficientemente baja, escarcha.

Para una masa dada de aire, que contiene una cantidad dada de vapor de agua (humedad absoluta), se dice que la humedad relativa es la proporción de vapor contenida en relación a la necesaria para llegar al punto de saturación, expresada en porcentaje. Cuando el aire se satura (humedad relativa igual al 100%) se llega al punto de rocío. La saturación se produce por un aumento de humedad relativa con la misma temperatura, o por un descenso de temperatura con la misma humedad relativa (punto de rocío). Esto implica, que si la temperatura superficial interior de un elemento es inferior al punto de rocío, se producirá condensación en la superficie<sup>24</sup>.

Para obtener la humedad de rocío de un ambiente común, se debe definir la humedad relativa del ambiente promedio (%), y la temperatura promedio (°T), tenemos:

<sup>24</sup> Balance de Materia y Energía (Ragatz, 1982).

$$Pr = \sqrt[8]{\frac{H}{100}} * (110 + {}^{\circ}T) - 110 \text{ [ } {}^{\circ}\text{C} \text{ ] (3.22),}$$

Dado que, se tiene:

$Pr$  = Punto de Rocío

$H$  = Humedad Ambiente Promedio (%)

${}^{\circ}T$  = Temperatura Ambiente Promedio ( ${}^{\circ}\text{C}$ )

La temperatura ideal de confort corresponde a  $20^{\circ}\text{C}$ , esta será la base del cálculo del punto de rocío al interior de una vivienda. Así mismo, se utilizará el promedio de humedad relativa de la región metropolitana proporcionada por la NCh1079.Of2008 en la tabla 3 (79%).

Sabiendo que el riesgo de condensación al interior de una vivienda depende de la temperatura superficial de la cara interior del elemento, esta puede ser determinada por la ecuación 3.23, para así compararlas con el límite de condensación, obtenido en la ecuación 3.22 (punto de rocío).

$${}^{\circ}\text{T}_{\text{Si}} = {}^{\circ}\text{T}_i - [(U_{ti} * R_{si}) * ({}^{\circ}\text{T}_i - {}^{\circ}\text{T}_e)] \text{ [ } {}^{\circ}\text{C} \text{ ] (3.23),}$$

Dado que, se tiene:

${}^{\circ}\text{T}_{\text{Si}}$  = Temperatura Superficial Interior de elemento

${}^{\circ}\text{T}_i$  = Temperatura Interior vivienda ( $20^{\circ}\text{C}$ )

${}^{\circ}\text{T}_e$  = Temperatura Exterior vivienda ( $7,9^{\circ}\text{C}$ )

$R_{si}$  = Resistencia superficial interior

$U_{ti}$  = Transmitancia térmica de elemento

En este caso se utilizó como temperatura interior  $20^{\circ}\text{C}$ , al igual que la ecuación 3.22. Como temperatura exterior, se utilizó la temperatura más desfavorable promedio del año, para la región metropolitana ( $7,9^{\circ}\text{C}$ ), dada por la tabla 3 de la NCh1079.Of2008. Las resistencias superficiales de cada elemento es dado

### 3. Materiales y Métodos

por la NCh853.Of1991 y dependen de si el elemento esta adosado a otra vivienda, o corresponde a la barrera separadora del ambiente exterior, y si es elemento vertical o horizontal. Finalmente, la transmitancia térmica de los elementos está detallada en el “Apéndice D”.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En esta cuarta parte, se entregarán los resultados obtenidos de las investigaciones propuestas en el subcapítulo “métodos”, y a la vez se discutirá su validez y/o posibles causas. En este capítulo, se hace importante el análisis de la información, y la comparación de los resultados obtenidos, ya que esta discusión, es el pilar del planteamiento de las conclusiones de este trabajo.

### 4.1. Del Bienestar y Habitabilidad Habitacional

#### 4.1.1. Evaluación de la habitabilidad habitacional de las viviendas

Analizando los datos obtenidos mediante la aplicación del instrumento de medición a 52 viviendas perteneciente al conjunto habitacional Villa Cervantes, se obtuvo que en un 100% los habitantes encuestados cumplen con los parámetros de habitabilidad evaluados en el punto “D” de la “Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional” (Apéndice A), donde las preguntas fueron extraídas directamente de los 12 puntos de habitabilidad propuestos por el Ministerio de Desarrollo Social<sup>25</sup>.

Respecto a la evaluación realizada a los habitantes encuestados, se concluye que este resultado era esperado, ya que, en primera instancia, el programa de habitabilidad “Chile Solidario” tiene como principal fin contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de las familias y personas en situación de “extrema pobreza”, además de tener como principal propósito aumentar la calidad de las condiciones de habitabilidad de estas (Informe Final de Evaluación – Programa Habitabilidad Chile Solidario, 2010).

---

<sup>25</sup> MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL, Gobierno de Chile, Fondo de Solidaridad e Inversión Social (FOSIS), “Estudio de factibilidad para el diseño de un modelo de gestión y estrategia de intervención que permita dar cumplimiento a los requerimientos de habitabilidad de las familias participantes en el Programa Puente”, 2006.

Para este estudio, no se consideró evaluar el estrato socioeconómico de las distintas familias encuestadas en el universo de 52 viviendas, por lo que consultar el nivel de habitabilidad de estas (punto “D”) constitúa una buena herramienta para revelar si alguna de estas familias tenía necesidades básicas de habitabilidad en su vivienda, y así concluir posibles necesidades respecto a este punto (ya que la habitabilidad es un sustento básico para alcanzar el bienestar habitacional).

### 4.1.2. Evaluación del bienestar habitacional de las viviendas

Respecto a los datos obtenidos mediante la aplicación del instrumento de medición a 52 viviendas perteneciente al conjunto habitacional Villa Cervantes, se obtuvieron resultados enfocados a revelar y analizar:

- Cantidad de habitantes por vivienda.
- Promedio de Cantidad de habitantes por vivienda.
- Tiempo de residencia por vivienda.
- Tiempo de residencia promedio de los encuestados.
- Combustibles Utilizados para la calefacción de las viviendas.
- Percepción del factor acústico de los habitantes.
- Percepción del factor lumínico de los habitantes.
- Percepción del factor satisfacción de los habitantes.
- Percepción del factor seguridad de los habitantes.
- Percepción del factor térmico de los habitantes.

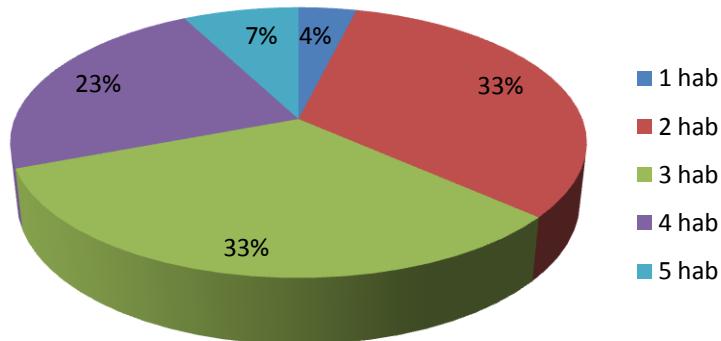
#### 4.1.2.1. Análisis demográfico – Conjunto Habitacional Villa Cervantes

Según los datos recolectados a través de la encuesta realizada a 52 viviendas tipo 5, se pudo determinar el universo de habitantes promedio por vivienda, el cual corresponde a “3,0” personas por vivienda con un máximo de 5 y un mínimo de 1 (figura 4.1), mientras que la moda de la cantidad habitantes por vivienda corresponde a “2 y 3” por igual (cuadro 4.1).

#### 4. Resultados y Discusiones

Gracias a la encuesta realizada a los pobladores, también fue posible definir el tiempo promedio (medidos en años) de residencia de estos, el cual corresponde a 34,6 años de residencia, con una moda de 40 años (figura 4.3).

Este resultado tiene mucha lógica, ya que el proyecto Villa Cervantes data del año 1966. Además, el 44,2% de los habitantes encuestados corresponden a los primeros dueños de las viviendas y/o descendientes de estos. Así también, la mayor parte de los habitantes encuestados (55,8%) corresponden a segundo y terceros dueños; o arrendatarios.



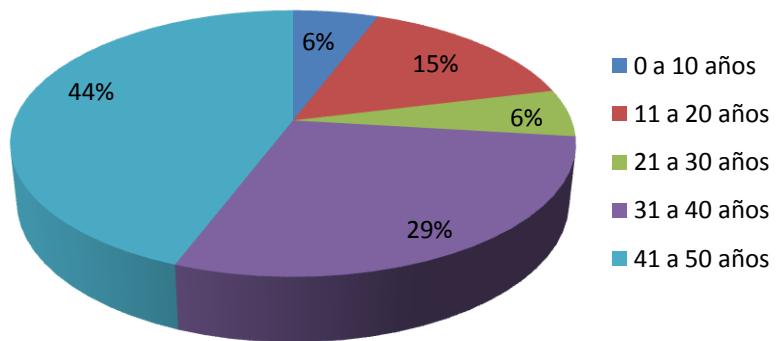
**Figura 4.1. Cantidad Porcentual de habitantes por vivienda**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en  
“Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”

**Cuadro 4.1. Cantidad Porcentual de habitantes por vivienda**

Habitantes por Vivienda		
Habitantes	nº de Viviendas	Promedio
1 hab.	2	3,8%
2 hab.	17	32,7%
3 hab.	17	32,7%
4 hab.	12	23,1%
5 hab.	4	7,7%
Total	52	100,0%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en  
“Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”



**Figura 4.2. Cantidad Porcentual – Años de residencia por vivienda**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en  
“Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”

**Cuadro 4.2. Cantidad Porcentual – Años de residencia por vivienda**

Años de Residencia en Viviendas		
Años	n° de Viviendas	Promedio
0 a 10 años	3	5,8%
11 a 20 años	8	15,4%
21 a 30 años	3	5,8%
31 a 40 años	15	28,8%
41 a 50 años	23	44,2%
Total	52	100,0%

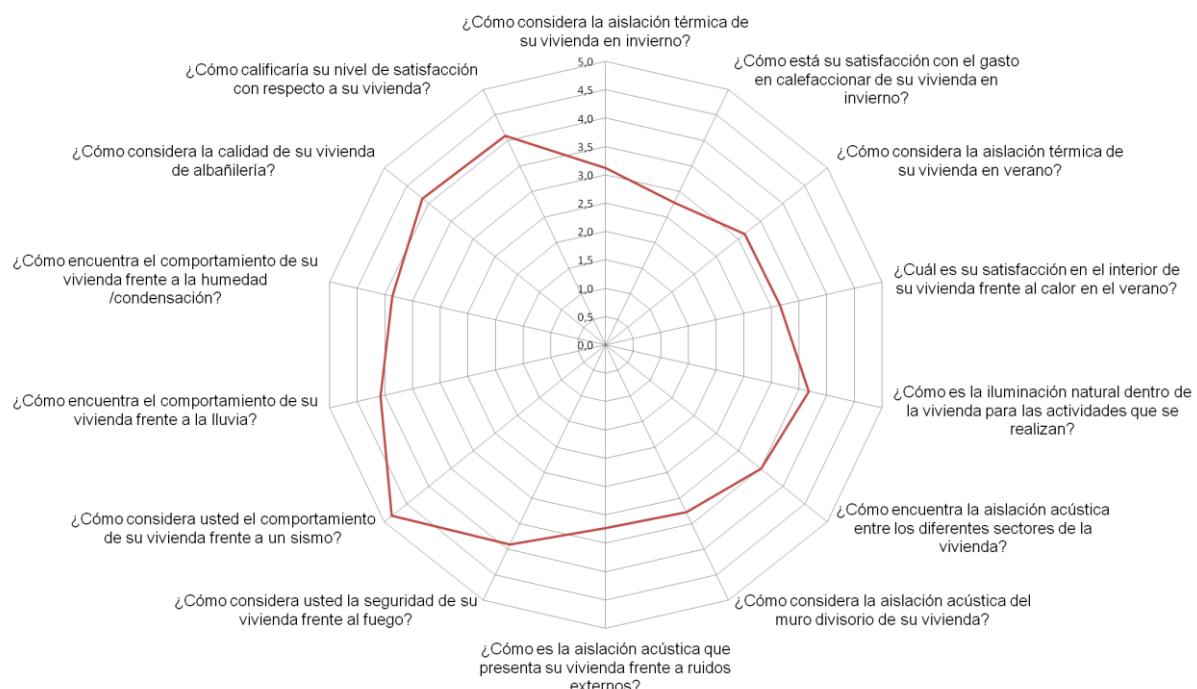
Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en  
“Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”

#### 4.1.2.2. Análisis de percepción de bienestar habitacional – Conjunto Habitacional Villa Cervantes

El principal objetivo a evaluar en el punto “A” de la “Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional” (Apéndice A), fue la percepción de los habitantes, respecto a factores determinantes de bienestar habitacional, definidos por el FONDEF (2004), donde la distribución de preguntas corresponde a factor acústico, factor lumínico, factor satisfacción, factor seguridad y factor térmico.

Respecto los datos obtenidos mediante la aplicación del instrumento de medición a 52 viviendas, punto “A” tenemos como promedios (figura 4.4):

#### 4. Resultados y Discusiones



**Figura 4.3. Percepción del Bienestar Habitacional – Puntaje Promedio**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en  
“Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”

Cabe destacar que el índice de consistencia interna, obtenido del puntaje de los resultados medidos en escalamiento “*Likert*” para la encuesta de bienestar habitacional (Punto “A”) fue de un alfa = 0,703; lo que indica una confiabilidad “aceptable” (cuadro 3.6) del instrumento de medición.

En la figura 4.3 “Percepción del Bienestar Habitacional – Puntaje Promedio” es posible observar el puntaje promedio de cada pregunta realizada en el punto “A” de la encuesta efectuada a los jefes de hogares del conjunto habitacional en estudio.

Respecto a la puntuación definida en el cuadro 3.3 (desde “muy malo” hasta “muy bueno”), se analizan los promedios de los puntajes obtenidos en las catorce preguntas pertenecientes al punto “A”.

En las preguntas concernientes al factor térmico, tanto en invierno como en periodo estival, se obtuvieron puntajes promedio de 3,1 puntos, lo

que significa que las respuestas variaron entre lo regular y bueno (tendiendo a regular).

El segundo factor de percepción a evaluar en el punto “A” corresponde a la iluminación natural de las viviendas, la cual, como valor promedio presenta 3,7 puntos, lo que puede ser interpretado como un valor que fluctúa entre bueno y regular (tendiendo a bueno).

Respecto a las preguntas enfocadas a la evaluación del factor acústico, tanto al interior como al exterior de la vivienda, se obtuvieron puntajes promedio entre 3,2 hasta 3,5 puntos, lo cual significa que las respuesta variaron entre lo regular y bueno (tendiendo a regular).

En relación a las preguntas enfocadas a la evaluación del factor seguridad, tanto en sismos, fuego o incendios, lluvia y humedad, se observa:

El factor de seguridad de la vivienda frente a incendio o fuego de los jefes de hogar tiene un promedio de 3,9 puntos, lo que significa que las respuestas variaron entre lo bueno y regular (con tendencia bueno).

Respecto a la pregunta enfocada a la evaluación del factor de seguridad de la vivienda frente a sismos, se debe destacar que es el promedio con mayor puntuación dentro del preguntas del punto “A”, donde se obtuvo un puntaje promedio de 4,8, lo cual significa que las respuesta variaron entre bueno y muy bueno (tendiendo a muy bueno).

En relación a la pregunta enfocada a la evaluación del factor de seguridad de la vivienda frente a lluvias, se obtuvo un puntajes promedio de 4,1, lo que puede ser interpretado como un valor que fluctúa entre bueno y muy bueno (tendiendo a bueno).

Dado el factor de percepción, correspondiente a la seguridad de la vivienda frente a la humedad y/o condensación tiene un promedio de 3,9 puntos, se concluye que la respuesta tiene valores que fluctúan bueno y

regular (con tendencia bueno). Se debe aclarar que al momento de formular esta pregunta, a cada jefe de hogar, se consultaba por la presencia de humedad por capilaridad, descascarado de pintura en la parte inferior de los muros, o presencia hongos en muros o cielo de algún sector de la vivienda.

Finalmente en relación a las preguntas enfocadas a la evaluación del factor satisfacción, tanto en sensación térmica de la vivienda, construcción y/o calidad de esta, y satisfacción general de la vivienda se observa:

En las preguntas concernientes al factor satisfacción térmica, tanto en invierno (consumo energético) y verano (frente al calor en verano), se obtuvieron puntajes promedio que variaban entre 2,8 a 3,2 puntos, lo que puede ser interpretado como un valor que fluctúa entre malo y regular (tendiendo a regular).

Respecto a la pregunta enfocada a la evaluación del factor de satisfacción de calidad de la vivienda construida con bloques de hormigón vibrado, se obtuvo un puntaje promedio de 4,1, lo cual significa que las respuestas variaron entre bueno y muy bueno (tendiendo a muy bueno).

Finalmente en relación a la pregunta enfocada a la evaluación del factor satisfacción de la vivienda, considerando todas las variables posibles bajo el criterio del jefe de hogar encuestado, se obtuvo un puntajes promedio de 4,1, lo cual significa que las respuestas variaron entre lo bueno y muy bueno (tendiendo a bueno)

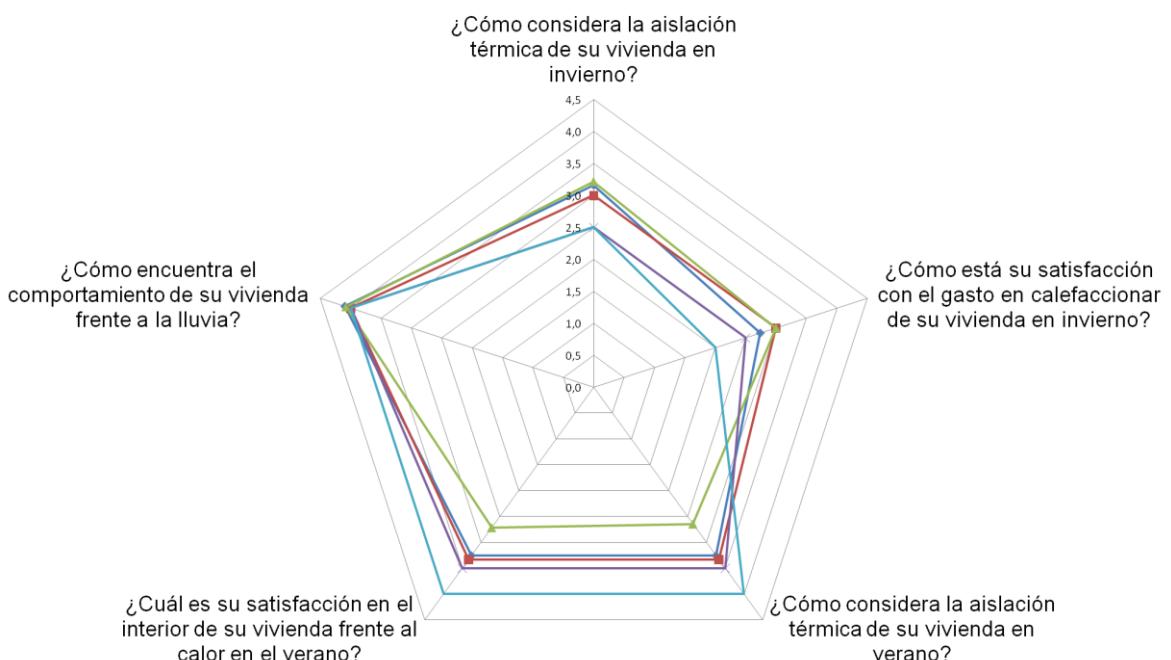
##### 4.1.2.3. Bienestar habitacional respecto a la cubierta – Conjunto Habitacional Villa Cervantes

Respecto al diseño de las viviendas en estudio, pertenecientes al conjunto habitacional Villa Cervantes del tipo 5, cabe destacar que después 48 años de vida, se debe tener especial consideración en los efectos que causa la

#### 4. Resultados y Discusiones

presencia de cubiertas distintas sobre el bienestar habitación. Dado esto, se considera que las variables afectadas por el tipo de cubierta son:

- Factor aislación térmica en invierno
- Factor aislación térmica en verano
- Factor satisfacción gasto de calefacción en invierno
- Factor satisfacción al interior de las viviendas frente al calor en verano
- Factor seguridad de la vivienda frente a la lluvia



**Figura 4.4. Percepción del Bienestar Habitacional – Puntaje Promedio por Tipo de Cubierta**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en  
“Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”

**Cuadro 4.3. Definición de Variables**

**Definición de Variables - Figura 4.4**

Tipo de Cubierta	Color Curva en Grafico	% de Viviendas
PZ	Verde	26,92%
THV	Azul	59,62%
TA	Rojo	5,77%
TAG	Morado	3,85%
TC	Celeste	3,85%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en  
“Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”

En la figura 4.4 se aprecia la relación existente entre los 5 tipos de cubiertas detectadas en el estudio (cuadro B.1), y las variables que son directamente afectadas por estas, definidas anteriormente. En relación al gráfico, se puede determinar:

En la pregunta concerniente al factor aislación térmica en invierno, se observa que los tipos de cubiertas que presentan mejor comportamiento son, las planchas de acero cincado (PZ) y las tejas de hormigón vibrado (THV), presentando una puntuación promedio de 3,2 (cuadro B.2), donde se debe tener especial consideración en que, justamente estos dos tipos de cubiertas representan el mayor porcentaje en las viviendas encuestadas (26,9% y 59,6% respectivamente según cuadro 4.3), por lo tanto, son considerado valores con alta representatividad. Como contraparte, los tipos de cubiertas que presentan un mal comportamiento son, las tejas cerámicas (TC) y las tejas de acero gravillado (TAG) con un valor promedio de 2,5 puntos, donde su presencia fue medida en el 3,9% del total de viviendas consultadas, teniendo la más baja representatividad dentro de los cinco tipos de cubiertas . Así mismo, se concluye que en los puntos concernientes al factor de aislación térmica en invierno, se observa un promedio de 2,9 puntos con una desviación estándar de 0,35 puntos (cuadro B.2).

Dada la pregunta enfocada al factor aislación térmica en verano, se observa que la cubierta que muestra un mejor comportamiento, según las respuestas entregadas por los jefes de hogares encuestados, es la teja cerámica, presentando una puntuación promedio de 4,0. Contrariamente, el tipo de cubiertas que presenta un mal comportamiento es, la plancha de acero cincado, presentando un valor promedio de 2,6. Como conclusión, se observa un promedio de 3,3 puntos con una desviación estándar de 0,49 puntos.

En relación a la pregunta enfocada al factor satisfacción del gasto de calefacción en invierno, se observa que los tipos de cubiertas que presenta mejor comportamiento son, las tejas asfáltica (TA) y las planchas de acero cincado (coinciéndiendo con evaluación de aislación térmica en invierno),

presentando una puntuación promedio de 3,0. Por el contrario, la cubierta que presenta un comportamiento deficiente, es la teja cerámica, coincidiendo con la evaluación del factor de aislación térmica en verano anteriormente evaluado, presentando un valor promedio de 2,6. Finalmente se observa un promedio de 2,6 puntos con una desviación estándar de 0,42 puntos.

Respecto al factor satisfacción al interior de la vivienda, frente al calor en verano, el tipo de cubierta que presenta mejor comportamiento es, la tejas cerámica (coincidiendo con evaluación de aislación térmica en verano), presentando 4,0 puntos. A la vez, la cubierta que presenta un comportamiento deficiente es la plancha de acero cincado, coincidiendo con la evaluación del factor de aislación térmica en verano, anteriormente evaluado, con valor promedio de 2,7 puntos. Además, se observa un promedio de 3,4 puntos con una desviación estándar de 0,46 puntos.

Finalmente, analizando el factor seguridad frente a la lluvia, se tiene que los cinco tipos de cubierta presentan comportamiento similar (bajo el criterio de los encuestados), con una variación desde 4,0 hasta 4,1 puntos. Se observa un promedio de 4,0 puntos con una desviación estándar de 0,05, constituyendo un comportamiento estable frente a este fenómeno de la naturaleza.

Así mismo, para la intervención y/o discriminación de los factores que afectan a las cubiertas, respecto a los criterios de bienestar de las viviendas, tenemos como base de análisis el cuadro 4.4<sup>26</sup>, donde se aprecia que los colores oscuros, tienen la tendencia a absorber una mayor radiación solar y pueden estar más calientes que el aire sobre la cubierta hasta en 50 °C.

Por lo tanto, bajo este criterio, se define que existe falta de concordancia respecto a los análisis planteados anteriormente, ya que respecto a la encuesta realizada, la superficie con peor comportamiento en periodo estival fue la

---

<sup>26</sup> Extraído directamente de los apuntes de la clase de “Aplicaciones Tecnológicas Avanzadas” (Montesinos W., y Vargas A.).

planchas de acero cincado (reflectancia<sup>27</sup> del 55%), lo cual, se contradice con los datos proporcionados por el “Green Building Design and Deliver”. Además, las casas con cubiertas de teja cerámica, poseen una mala evaluación en su eficiencia invernal, lo cual es contradictorio respecto a su comportamiento “esperado”, por lo que debería tener un buen comportamiento en invierno, ya que ésta cubierta constituye una fuente de acumulación importante de calor en una vivienda durante las bajas temperaturas invernales (cuadro 4.4).

**Cuadro 4.4. Reflectancia y temperaturas promedio en Cubiertas**

Reflectancia y Temperatura de Cubiertas		
Material	% Reflectancia Solas	°t de la Cubierta sobre la °t del Aire (°C)
Capa blanca brillante lisa (cerámica y elastomérica)	80	8
Membrana blanca	70-80	8-14
Metal blanco	60-70	14-20
Capa blanca brillante rugosa (cerámica y elastomérica)	60	20
Capa de aluminio brillante	55	28
Tejuela blanca	25	33-39
Tejuela café claro/gris	20	42
Palmeta rojo oscuro	18-33	34-43
Tejuela oscura	8-19	42-48
Tejuela o materiales negros	5	50

Fuente: Green Building Design and Deliver

Esto indica, que el tipo de cubierta, no es una fuente clave del problema de eficiencia térmica dentro de estas viviendas.

#### 4.1.3. Evaluación del factor térmico

Para el diario vivir, el común denominador de las personas aspira a alcanzar el confort térmico en la vivienda, ya que, como concepto básico se tiene que este, constituye lo que nos produce bienestar y comodidad, sin caer en la confusión de lo que sentimos agradable o desagradable, ya que esto impide la concentración sobre las actividades que se tienen que hacer. La mejor sensación global durante la actividad es la de no sentir nada, indiferencia frente al ambiente<sup>28</sup>. Esa situación es el confort. Al fin y al cabo, para realizar una

<sup>27</sup> La reflectividad es la fracción de radiación incidente reflejada por una superficie. En general debe tratársela como una propiedad direccional, en función de la dirección reflejada, de la dirección incidente, y de la longitud de onda incidente.

<sup>28</sup> Ministerio de Obras Públicas, Manual de diseño pasivo y eficiencia energética en edificios públicos”, 2013

#### 4. Resultados y Discusiones

actividad, el ser humano debe ignorar el ambiente, debe tener confort (RAE, 2013). Por lo tanto, se entenderá por confort térmico la condición en que las personas se sienten cómodas con el ambiente térmico a su alrededor.

La sensación térmica o temperatura de confort depende de cuatro factores básicos (CChC, 2008):

- Temperatura del aire circundante
- Temperatura radiante de los muros y objetos circundantes
- Humedad del aire
- Velocidad del aire

Básicamente, el “confort térmico” es una sensación que varía ligeramente de acuerdo a cada individuo, dependiendo de su fisiología, edad, sexo, contextura física, alimentación, etc. Asimismo, influye la vestimenta, la actividad física que se desarrolle, la alimentación, y hasta factores subjetivos como el color y tipo de decoración en el ambiente, entre otros (CChC, 2008).

De los factores de confort mencionados anteriormente, se observa que el único que no depende del “aire” es la temperatura radiante de los muros y objetos circundantes. Según en la publicación “Aislación Térmica Exterior – Manual de diseño para soluciones en edificaciones”, realizada por la Cámara Chilena de la construcción en 2008, en la práctica, la temperatura radiante comienza a influir desfavorablemente al “confort térmico”, cuando se aparta  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  de la temperatura del aire circundante.

Entonces el confort térmico, se basa en la existencia de un equilibrio entre las ganancias y las pérdidas térmicas del cuerpo, bajo el dominio de factores básicos de sensación térmica, donde la vivienda cumple la función de entregar las condiciones de confort adecuadas para el desarrollo de la actividad correspondiente.

**Cuadro 4.5. Condición ideal para alcanzar el confort térmico al interior de una edificación**

Confort Térmico	
Factores	Ideal
Temperatura del aire circundante ( $^{\circ}\text{t Aire}$ )	$20\ ^{\circ}\text{C} \pm 3\ ^{\circ}\text{C}$
Temperatura radiante de los muros y objetos circundantes	$\pm 3\ ^{\circ}\text{C}$ que $^{\circ}\text{t Aire}$
Humedad relativa del aire	35% - 75%
Velocidad del aire	< 1 m/s

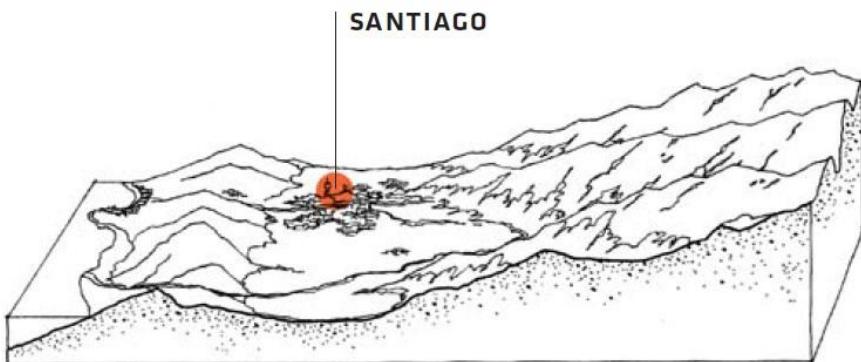
Fuente: Cámara Chilena de la Construcción, “Aislación Térmica Exterior – Manual de diseño para soluciones en edificaciones”, 2008.

En el cuadro 4.5 – Condición ideal para alcanzar el confort térmico al interior de una edificación, se especifican los parámetros básicos necesarios para lograr el confort térmico al interior de una vivienda.

Para alcanzar el “bienestar habitacional”, respecto al factor térmico al interior de una vivienda, el FONDEF, en su publicación “Bienestar Habitacional – Guía de Diseño para un Hábitat Residencial Sustentable”, precisa los factores a considerar, para que una vivienda entregue condiciones de confort térmico a sus usuarios, los cuales son:

- Clima de emplazamiento de edificación

Zona climática habitacionales: Respecto al emplazamiento del conjunto habitacional Villa Cervantes, dada la NCh1079-2008, se concluye que está localizada dentro de la zona climática habitacional “Central Interior” (“CI” dado Anexo B), el cual está constituido por el valle central entre norte litoral y pre-cordillera de Los Andes (bajo los 1000 m), por el norte comienza con el valle de Aconcagua y por el sur llega hasta el valle del Bio-Bio. La zona “CI” se caracteriza por tener un clima mediterraneo con temperaturas templadas y un invierno de 4 hasta 5 meses. Las lluvias (promedio anual desde 260 mm, en Pudahuel) y heladas de esta zona aumentan hacia el sur. Se considera, que la zona central interior tiene una insolación intensa en verano, en especial hacia el Noreste (NCh1079-2008).



**Figura 4.5. Relieve transversal en latitud 33° (Santiago)**

Fuente: NCh1079-2008; Sarmiento P., 1995.

Oscilación termica diaria: Analizando la oscilacion diaria de temperatura, dada la norma NCh1079-2008, en verano existen diferencia promedio de temperatura entre el día y noche de 17°C en prácticamente toda la zona. En cambio, en el periodo invernal se observa una disminución de esta diferencia promedio, la cual se registra en 11°C en la Región Metropolitana (diferencia menor al avanzar hacia el sur).

Radiación solar: Se considera en esta zona climática, una radiación solar horizontal alta en verano (enero 6,9KWh/m<sup>2</sup>día) y baja en invierno (julio 1,4KWh/m<sup>2</sup>día).

- Envolvente de la Vivienda (NCh1079-2008)

Características térmicas de la envolvente de la vivienda: Dada la materialidad de la envolvente de la vivienda en estudio<sup>29</sup> y el confort térmico que es capaz de proporcionar a los habitantes (Apéndice A: Encuesta de Percepción), la vivienda en análisis presenta una tipología constructiva maciza, a base a muros de albañilería de bloques de hormigón vibrado, con radier del mismo material sin voladizo (H.A.).

Los muros, no presentan aislación térmica adicional, al igual que el envolvente “piso”. En la cubierta, se considera aislación con poliestireno expandido sobre un cielo de yeso cartón.

---

<sup>29</sup> Apartado - “3.1.3. Especificaciones técnicas vivienda social Villa Cervantes”, del presente.

Además, el elementos de la envolvente muro, no cumplen con las especificaciones de la norma NCh1079-2008 y la O.G.U.C.<sup>30</sup>, ya que posee una transmitancia térmica superior a lo especificado por zona térmica (C.I.) y por zona climática (Zona 3).

- La orientación de la vivienda y el control de asoleamiento y radiación

Orientación: En el común denominador de soluciones y/o proyectos habitacionales masivos, no contempla la “orientación de las viviendas” como una variable de diseño que optimice la captación solar, ya que, no se considera rentable. Está comprobado, que existe una diferencia significativa de temperatura entre viviendas orientadas al Norte versus viviendas orientadas al Sur, donde en promedio (según estudios realizados por el FONDEF, 2004), las viviendas con orientación sur, nunca llegaron la zona de confort térmico, mientras que en las casas con orientación Norte alcanzaron el esta meta el 18% del tiempo diario.

Control de asoleamiento y radiación: Respecto al control de asoleamiento y la radiación solar, son los habitantes los que manejan esta situación por medio de diferentes elementos, tales como cortinas, cobertizos y sombras verdes (vegetación).

- Humedad

Presencia de humedad al interior de las viviendas: Dado este punto y los resultados obtenidos de la evaluación realizada a los habitantes del conjunto habitacional Villa Cervantes (figura 4.3), se obtiene como conclusión, que no se registran problemas de humedad en las viviendas (sin importar su orientación), alcanzando un promedio de evaluación de 3,9 en factor humedad o condensación (bueno) y 4.1 en factor filtración por lluvia (bueno). El principio básico de evaluación, fue considerar tres fuentes principales de humedad al interior de la vivienda recomendadas por el

---

<sup>30</sup> Cuadro 3.8 – Exigencia térmica a elementos envolventes – Zona Térmica

FONDEF; humedad por filtración de aguas lluvias (ingresan a la vivienda por mal diseño, especificación y/o falla de materiales o proceso constructivo), humedad por filtraciones en cañerías y ductos de agua potable y alcantarillado (comúnmente detectados en conjuntos habitacionales del tipo departamento), y humedad por condensación.

- Calefacción

Tipo de calefacción utilizada al interior de las viviendas: En relación a las respuestas obtenidas por el instrumento de medición, se obtiene que en épocas de bajas temperaturas, el 100% de los encuestados utiliza calefacción (sin importar su orientación). También fue posible obtener los combustibles más utilizados por las 52 familias consultadas (resumen en cuadro 4.6), donde trece (25%) de ellas utilizan más de una clase de combustible.

Este, es un indicador importante de la necesidad de las familias en alcanzar el confort térmico en invierno y dar solución a la problemática de la sensación térmica en esta época del año (probablemente relacionada con los puentes térmicos de las viviendas).

**Cuadro 4.6. Tipos de combustibles utilizados para la calefacción de las viviendas**

Combustible para calefacción por Vivienda		
Combustible	nº de Viviendas	Promedio
Parafina	23	44,2%
Gas Licuado	39	75,0%
Leña	0	0,0%
Electricidad	3	5,8%
Otro	0	0,0%
Ninguno	0	0,0%

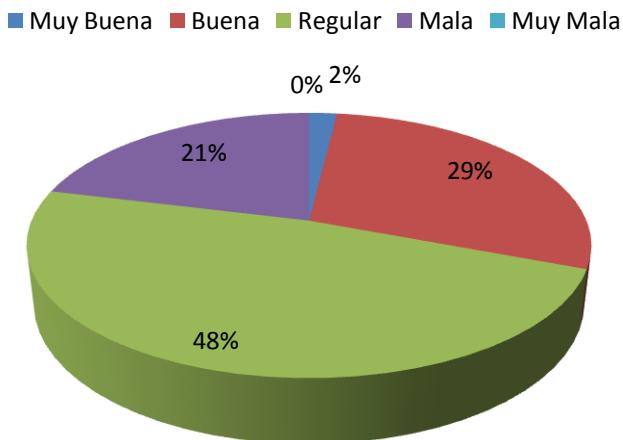
Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en  
“Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”

- La ventilación

Ventilación en las viviendas tipo 5: Respecto al factor ventilación de las viviendas en estudio, se observa que cada espacio de estas tiene ventanas (piezas, estar-comedor, cocina y baño); esto implica una buena circulación natural del aire al interior de la vivienda, y relativamente controlada.

#### 4.1.3.1. Análisis de datos – Evaluación del factor térmico

A continuación, será posible apreciar las respuestas relacionadas con el factor térmico de las viviendas, dada la parte “A” de la encuesta de percepción.

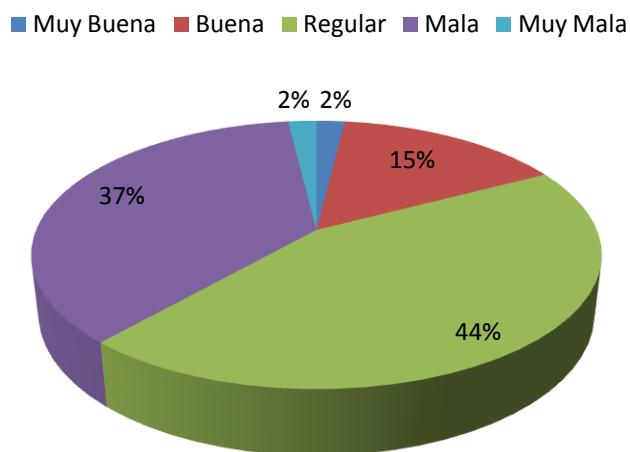


**Figura 4.6. Resultados Parte “A” – Pregunta 1: ¿Cómo considera la aislación térmica de su vivienda en invierno?**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en  
“Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”

En el gráfico expuesto en la figura 4.6, es posible apreciar que un poco menos de la mitad de las personas encuestadas (48%), considera “regular” el comportamiento térmico de su vivienda en periodo invernal, mientras que respecto en los resultados “buena” (29%), mala y muy mala (23%) existe porcentajes similares (6% de diferencia). Respecto a la satisfacción del consumo energético para la calefacción de las viviendas durante el invierno (figura 4.7), es posible apreciar una relación entre la pregunta 1 de la encuesta, dado, que poco menos de la mitad de las personas consultadas (44%)

considera tener una satisfacción regular, tendiendo con un 39% a mala y muy mala, dejando solo un 17% para una satisfacción positiva.

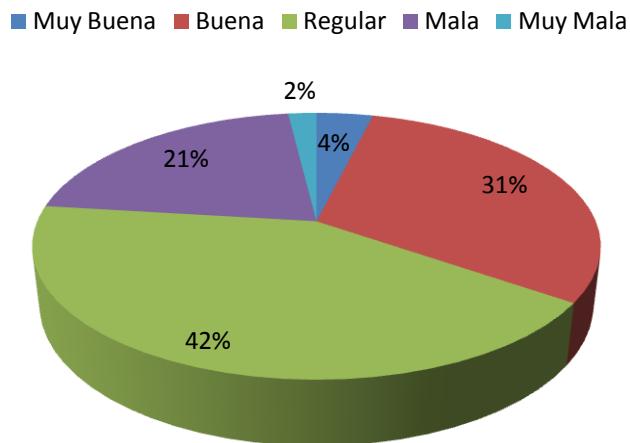


**Figura 4.7. Resultados Parte “A” – Pregunta 2: ¿Cómo está su satisfacción con el gasto de calefaccionar su vivienda en invierno?**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en  
“Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”

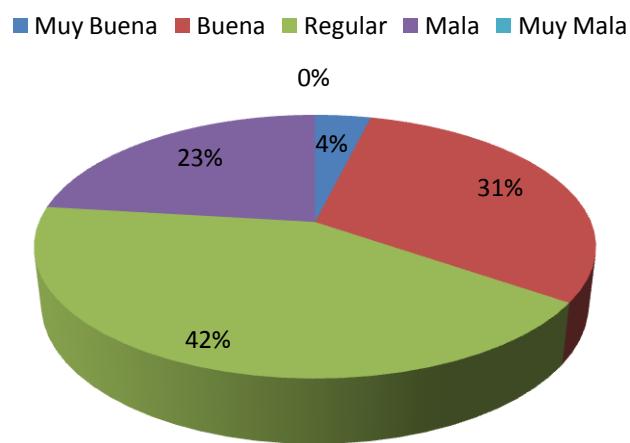
Dada la figura 4.8, es posible apreciar que un poco menos de la mitad de las personas encuestadas (42%), considera “regular” el comportamiento térmico de su vivienda en periodo estival, lo que es relativamente similar a la percepción de satisfacción en periodo invernal; mientras que las respuestas que consideran su satisfacción “buena” y “muy buena” suman un 35% (donde claramente existe más aprobación respecto a la pregunta 1), y finalmente, las respuestas evaluadas “mala” y “muy mala” obtuvieron una evaluación del 25%, muy similar al 23% de la primera pregunta del cuestionario.

Respecto a la satisfacción al interior de la vivienda frente al calor en verano (figura 4.9), es posible apreciar una relación estrecha frente a la aislación térmica en verano, donde se destacan los porcentajes de resultados congruentes.



**Figura 4.8. Resultados Parte “A” – Pregunta 3: ¿Cómo considera la aislación térmica de su vivienda en verano?**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en  
“Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”



**Figura 4.9. Resultados Parte “A” – Pregunta 4: ¿Cuál es su satisfacción al interior de su vivienda frente al calor en verano?**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en  
“Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”

Al analizar los porcentajes de las cuatro respuestas relacionadas con la percepción de los jefes de hogar frente al factor térmico, es posible concluir que la proporción predominante es la de “regular”, imponiéndose a las respuestas relacionadas con buena, muy buena y mala, muy mala. Sin embargo, es posible apreciar que en la pregunta 2, existe una tendencia a “regular-mala”, relacionada directamente con la disconformidad de las familias respecto al gasto económico para calefaccionar la vivienda en invierno.

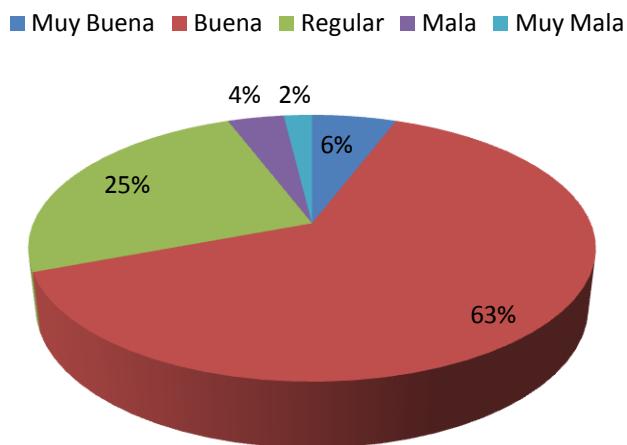
Dada la encuesta realizada a los habitantes, se puede concluir que después de 48 años de existencia del conjunto habitacional, el 0% los jefes de hogar han instalado en la vivienda revestimiento a los muros para aumentar la eficiencia térmica de la construcción (dada la debilidad que presentan estos elementos como aislante térmico). El factor térmico es un componente vital para el desarrollo de este documento, por lo tanto será prioridad buscar soluciones térmicas-constructivas, para mejorar la calidad de vida de los habitantes y aumentar el bienestar habitacional.

### 4.1.4. Evaluación del factor iluminación natural

A continuación, será posible apreciar las respuestas relacionadas con el factor de iluminación natural de las viviendas, dada la parte “A” de la encuesta de percepción.

La utilización de la iluminación natural, es uno de los sellos de un edificio de alto rendimiento. Además de los beneficios de proveer luz de manera gratuita (ahorro de energía), se ha demostrado que la luz natural provee grandes beneficios fisiológico y psicológicos, influyendo en la calidad de vida de las personas (apuntes: Aplicaciones tecnológicas avanzadas, 2012).

En relación al gráfico expuesto en la figura 4.10, es posible apreciar las respuestas de la pregunta cinco del ítem “A”, donde más de la mitad de las personas encuestadas (69%), considera “buena” y “muy buena” la iluminación natural dentro de la vivienda para las actividades diarias, seguido por un 25% de evaluación regular; mientras que en los resultados “mala” y “muy mala” se alcanzan un 6%.



**Figura 4.10. Resultados Parte “A” – Pregunta 5: ¿Cómo es la iluminación natural dentro de la vivienda para las actividades que se realizan?**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en  
“Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”

Dada la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, se establece en el artículo 4.1.10. (Tabla 3) un máximo de 25% de superficie para ventanas verticales con vidrio monolítico (predominante en casa tipo 5), y un mínimo de 6% para recinto hogar (artículo 4.5.5.). Sin embargo, para parámetros mínimos de habitabilidad, el FONDEF (2004) recomienda un porcentaje de superficie mínima del 10%.

Las viviendas en estudio presentan una superficie de 7,142 m<sup>2</sup> de ventanas (incluyendo los marcos), lo cual, corresponde a un 14,41% (respecto a 49,58 m<sup>2</sup> de paramentos perimetrales), dado las recomendaciones de cálculo del “Manual de Aplicación Reglamentación Térmica – Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones Artículo 4.1.10” (2006), cumpliendo con el rango recomendado en la O.G.U.C y el mínimo del FONDEF.

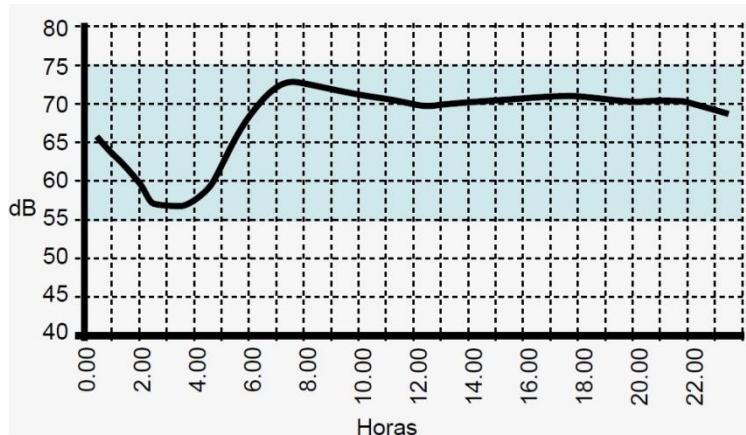
##### 4.1.5. Evaluación del factor acústico

A continuación, será posible apreciar las respuestas relacionadas con los factores acústicos (internos, divisorios y externos) de las viviendas, dada la parte “A” de la encuesta de percepción.

El comportamiento acústico que presenta una vivienda, depende tanto de los niveles de ruido que existen al exterior de ella, como de las características aislantes propias de la envolvente. Asimismo, la vivienda se ve afectada por los ruidos mecánicos, producto de fuentes externas y/o internas, y los ruidos emitidos por instalaciones sanitarias propias de la construcción (FONDEF, 2004).

Como requerimiento básico, tenemos la estipulación de la NCh352 Of 2000, que indica: que el nivel de ruido al interior de la vivienda no debe superar los 40dB<sup>31</sup>, durante el día y los 30dB durante la noche. Sin embargo, los ruidos exteriores del gran Santiago varían entre 75 y 55dB (figura 4.11).

A causa de los ruidos, existen afecciones derivadas, las que pueden producir estrés, fatiga auditiva, pérdida progresiva de la audición, malestar en el aparato digestivo, impacto en el equilibrio, falta de sueño, además de problemas de memoria, aprendizaje y atencional (SESMA, 2008).



**Figura 4.11. Nivel típico de ruido exterior en Santiago – Ciclos diarios**

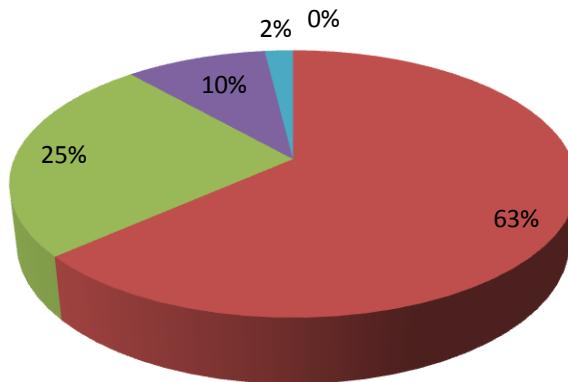
Fuente: FONDEF, Universidad de Chile, Universidad Federico Santa María, y Fundación Chile, “Bienestar Habitacional – Guía de Diseño para un Hábitat Residencial Sustentable”, 2004

Como se puede observar en la figura 4.12, la aislación acústica interior de las viviendas tienen una evaluación predominantemente “buena” (65%), siguiendo con una evaluación de “regular” (25%) y un 12% de consideraciones “mala” y “muy mala”.

---

<sup>31</sup> dB: Unidad adimensional utilizada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. De esta manera, el decibel es utilizado para describir niveles de presión, potencia o intensidad sonora.

■ Muy Buena ■ Buena ■ Regular ■ Mala ■ Muy Mala

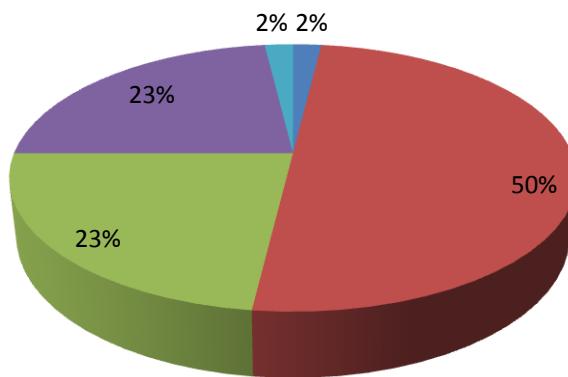


**Figura 4.12. Resultados Parte “A” – Pregunta 6: ¿Cómo encuentra la aislación acústica entre los diferentes sectores de la vivienda?**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en  
“Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”

Respecto a la figura 4.13, el 52% de los encuestados, considera “buena” y “muy buena” la aislación acústica para el muro divisorio de las viviendas, seguido por un 23% de evaluación “regular”; mientras que en los resultados “mala” y “muy mala” se alcanzan un 25%.

■ Muy Buena ■ Buena ■ Regular ■ Mala ■ Muy Mala

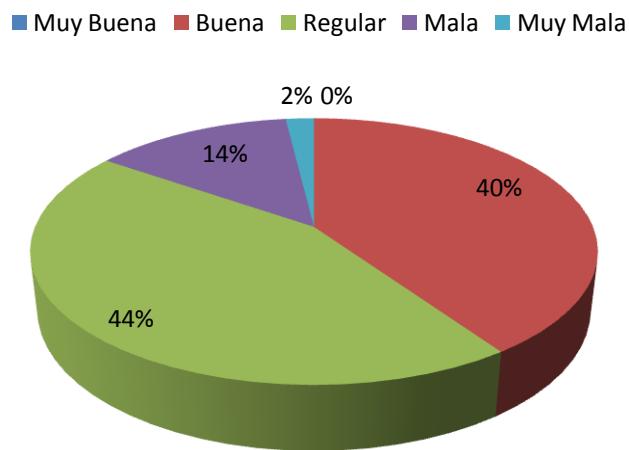


**Figura 4.13. Resultados Parte “A” – Pregunta 7: ¿Cómo considera la aislación acústica del muro divisorio de su vivienda?**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en  
“Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”

Finalmente, en la figura 4.14, es posible apreciar que menos de la mitad de las personas encuestadas (44%), considera “regular” la aislación acústica de la vivienda frente a ruidos externos; un 40% de evaluación corresponde a

respuestas “buena” (bajando al segundo puesto), mientras que en los resultados “mala” y “muy mala” alcanzan un 16%.



**Figura 4.14. Resultados Parte “A” – Pregunta 8: ¿Cómo es la aislación acústica que presenta su vivienda frente a ruidos externos?**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en  
“Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”

Dado los porcentajes de las tres respuestas de percepción de bienestar habitación en relación al factor acústico, es posible afirmar que la proporción predominante es la de “regular” con una tendencia a “buena” (considerando que en las preguntas 6 y 7 predominaron ampliamente las evaluaciones positivas), siendo la mejor evaluada la aislación acústica entre los distintos sectores de la vivienda (pregunta 6), teniendo como contraparte la aislación acústica respecto a los ruidos externos (pregunta 8).

Teniendo presente el cuadro 4.7, elaborado en base a la O.G.U.C., es posible apreciar las exigencias mínimas de reducción acústica en los distintos elementos constructivos presentes en una vivienda o edificación:

**Cuadro 4.7. Valores acústicos – Mínimos exigidos**

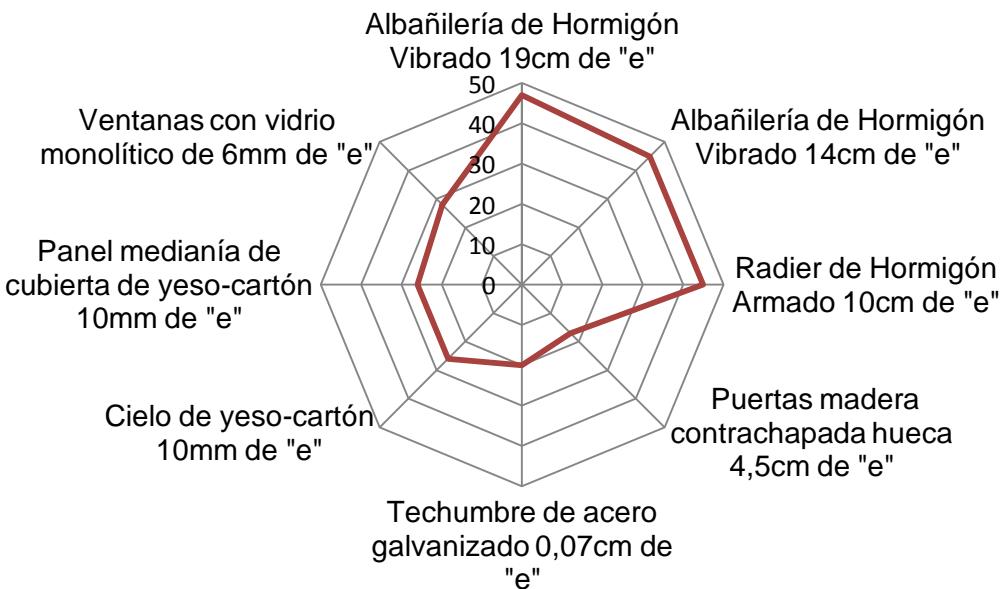
<b>Elemento</b>	<b>Índice de reducción acústica (Rw) mín.</b>	<b>Nivel de presión acústica de impacto normalizado máx.</b>
Elementos Verticales o Inclinados. Muros divisorios o medianeros.	45dB(A)	-
Elementos horizontales o inclinados. Losas y/o rampas que separan unidades de vivienda.	45dB(A)	75dB
Uniones y encuentros verticales entre elementos de distinta materialidad, que conforman un elemento constructivo	45dB(A)	-
Uniones y encuentros horizontales entre elementos de distinta materialidad, que conforman un elemento constructivo	45dB(A)	75dB
Estructura de techumbre habitable	45dB(A)	-

Fuente: Artículo N° 4.1.6. – O.G.U.C., 2012

Por lo tanto, considerando las especificaciones técnicas de las viviendas sociales tipo 5 (agregado 3.1.3.), tenemos que la envolvente principal está constituida por:

- Estructura de cubierta diseñada en base a un entramado de madera (cerchas, costanera, vigas, etc.) y yeso cartón para la separación de espacio.
- Muros de albañilería confinada de bloques de hormigón (fachada), puertas, y ventanas con vidrio monolítico.
- Piso en contacto con el terreno del tipo radier (hormigón armado), con revestimiento de parquet.

Analizando la materialidad de la envolvente, es posible afirmar en base a las características físicas de los elementos constructivos presentes en ella, que estas viviendas pueden presentar un buen nivel de aislación acústica para alcanzar bienestar al interior de la vivienda. Bajo los criterios de estudio del IDIEM se analizarán los distintos elementos:



**Figura 4.15. Índice de reducción acústica de elementos constructivos– Medidos en dB(A)**

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados IDIEM, 2013

Muros: Albañilería constituida por bloques de hormigón de 19 cm. de espesor, la cual presenta un índice de corrección acústica mínima ( $R_w$ ) de 47dB(A)<sup>32</sup>, cumpliendo el mínimo de 45dB(A) establecido por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (cuadro 4.7). Además, en algunos espacios interiores de la vivienda, existen paramentos de bloques de hormigón de 14 cm de espesor, los que presentan un  $R_w$  de 45dB(A). La alta densidad provoca una buena aislación acústica en estos elementos estructurales, debido a la “ley de masa de la acústica” que postula que, a mayor masa menor transmitancia acústica. Esta ley es aplicable a elementos de masa homogénea con una densidad superior a 300 kg/m<sup>3</sup>.

Piso: Radier de hormigón armado de 10 cm. de espesor, el cual presenta un índice de corrección acústica mínima de 45dB(A), que al igual que los muros de bloques de hormigón vibrado, cumple el mínimo de 45dB(A) establecido por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. Se debe considerar que esta losa radier, está revestida con 1,5 cm de parquet, el cual aporta decibeles de corrección acústica a la estructura de piso.

<sup>32</sup> dB(A): Unidad de medida del ruido que toma en cuenta las diferencias de sensibilidad que el oído humano tiene para las distintas frecuencias dentro del campo auditivo.

Puertas: Con 4,5 cm de espesor, presentan un índice de corrección acústica mínima de 17dB(A), convirtiéndolo en el elemento más débil (acústicamente hablando), sin cumplir el mínimos de 45dB(A).

Estructura de Techumbre: Constituida por cielo de yeso-cartón, panel de medianía (también de yeso-cartón), y techumbre de acero galvanizado, los cuales presentan un  $R_w$  de 26dB(A), 26dB(A), y 20dB(A), respectivamente.

Ventanas: La ventanas de las viviendas, están formadas por vidrio monolítico de 6 mm de espesor, presentando un índice de corrección acústica mínima de 28dB(A), donde no existe cumplimiento del mínimo de 45dB(A) establecido.

Respecto a los estándares legales establecidos por la O.G.U.C. expuestas en el cuadro 4.7 y las variaciones de intensidad sonora promedio en Santiago (figura 4.11), hace suponer que los muros perimetrales cumplen con el mínimo de aislación acústica. Sin embargo, de los tres parámetros acústicos medidos (internos, medianero, y externo), justamente el factor “ruidos externos” fue el peor evaluado, lo cual puede deducirse del bajo índice de corrección acústica presente en elementos como: puertas, ventanas.

Teniendo presente que el factor acústico tiene una evaluación general de “regular”, tendiendo a “bueno”, no se presentara mayor énfasis en satisfacer esta necesidad para el bienestar habitaciones.

##### **4.1.6. Evaluación del factor seguridad**

A continuación, será posible apreciar las respuestas relacionadas con el factor seguridad de las viviendas respecto al fuego, sismos, lluvia y humedad, dada la parte “A” de la encuesta de percepción.

#### 4.1.6.1. Seguridad de las viviendas frente al fuego

El principio básico de diseñar los edificios contra incendios, es proporcionar un tiempo prudente a los usuarios para evacuar el área en peligro, antes que la estructura colapse (Moore F., 2011)<sup>33</sup>.

El comportamiento de una construcción frente a incendios depende de la resistencia al fuego (F) que presenten sus elementos constructivos, dado las características físicas y químicas. Esta resistencia al fuego se mide en base al tiempo, en minutos, durante el cual el elemento conserva la estabilidad mecánica, el aislamiento térmico, la estanqueidad a las llamas y la no emisión de gases inflamables. Los elementos ensayados son expuestos a temperaturas predeterminadas (visualizar apéndice C) en un horno de ensaye, donde de acuerdo al tiempo alcanzado, se clasifica según estipula NCh935.Of97.

Dado el artículo 4.3.3. de la O.G.U.C., tenemos los requerimiento mínimos de resistencia al fuego para los diversos elementos de construcción presentes en una edificación. Estas exigencias mínimas son expuestas en el presente documento (cuadro 4.8), para así obtener un análisis comparativo con los elementos constructivos presentes en el diseño de las viviendas tipo 5, utilizando como fuente principal el “Listado Oficial de Comportamiento al Fuego de Elementos y Componentes de la Construcción”, publicado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo en 2012.

**Cuadro 4.8. Resistencia al fuego requerida para elementos de construcción de edificios**

Elementos de Construcción									
Tipo	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
a	F-180	F-120	F-120	F-120	F-120	F-30	F-60	F-120	F-60
b	F-150	F-120	F-90	F-90	F-90	F-15	F-30	F-90	F-60
c	F-120	F-90	F-60	F-60	F-60	-	F-15	F-60	F-30
d	<b>F-120</b>	<b>F-60</b>	<b>F-60</b>	<b>F-60</b>	<b>F-30</b>	-	-	<b>F-30</b>	<b>F-15</b>

Fuente: Artículo N° 4.3.3. – O.G.U.C., 2012

---

<sup>33</sup> Apuntes de clases de Estructuras II, 2011.

##### Elementos Verticales

- (1) Muros cortafuego
- (2) Muros zona vertical de seguridad y caja de escalera
- (3) Muros caja ascensores
- (4) Muros divisorios entre unidades (hasta cubierta)
- (5) Elementos soportantes verticales
- (6) Muros no soportantes y tabiques

##### Elementos Verticales y Horizontales

- (7) Escaleras

##### Elementos Horizontales

- (8) Elementos soportantes horizontales
- (9) Techumbre incluido cielo falso

Para aplicar las estipulaciones dispuesto por el artículo 4.3.3., de la O.G.U.C. es necesario considerar el uso del edificio, cantidad de pisos, superficie de construcción, carga de ocupación y densidad de carga de combustible, según consideración del artículo 4.3.4. Por lo tanto, adoptando los requerimientos mínimos expuestos en el artículo 4.3.4. de la O.G.U.C., se realizarán los análisis de componentes constructivos, según la fila “d” del cuadro 4.8 - Resistencia al fuego requerida para elementos de construcción de edificios<sup>34</sup>.

Analizando la materialidad de la envolvente, bajo los criterios antes mencionados, se obtiene (puertas, ventanas y piso-radier sin consideraciones):

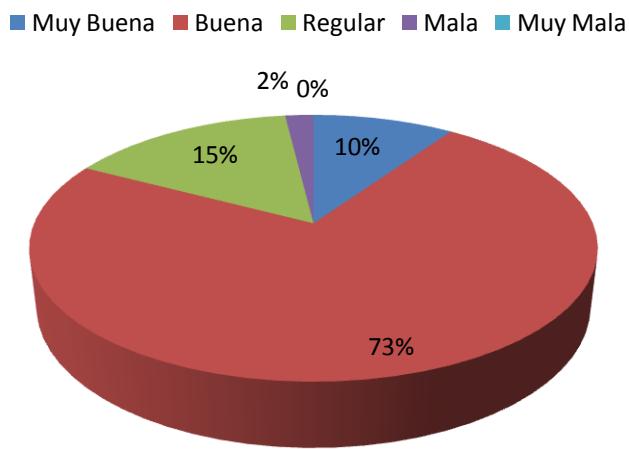
Muros: Constituidos por bloques de hormigón de 390x190x190 (perimetrales) y bloques de 390x190x140 (tabiques), y dado el “Listado Oficial de Comportamiento al Fuego de Elementos y Componentes de la Construcción” (MINVU, 2012), se obtiene una resistencia al fuego de F-150 y F-120 respectivamente, logrando cumplir ampliamente lo establecido por la O.G.U.C. (cuadro 4.8). Se debe destacar, que la materialidad de los muros provee las eficiencias mínimas requeridas por el estado, sin embargo el diseño de la vivienda no satisface completamente este punto, ya que en la división entre unidades el muro no alcanza a sobrepasar la cadena de confinamiento.

---

<sup>34</sup> Dado Tabla 1 del artículo 4.3.4. de la O.G.U.C., 2012.

Estructura de Techumbre: Se debe tener presente, que para los ensayos de resistencia al fuego se consideran todas las partes que lo conforma, cielo falso, estructura, cubierta, materiales aislantes, elementos de sujeción, aberturas y sellados de focos de luminaria o ventilación u otros, donde no se considera ninguno de estos materiales aisladamente. Por lo tanto, tenemos una techumbre constituida por cielo de yeso-cartón, panel de medianía (también de yeso-cartón), estructuras de madera (cerchas, vigas, costaneras) y cubierta de acero galvanizado, presentando una resistencia al fuego de F-15 como conjunto, cumpliendo el mínimo establecido por la normativa vigente.

Respecto a la evaluación realizada a los jefes de hogar, tenemos que el 83% de los encuestados considera que la seguridad de su vivienda es “buena” y “muy buena” ante las amenazadas del fuego, seguido por un 15% de evaluación “regular”, dejando que los resultados de percepción negativa (“mala” y “muy mala”) alcancen un 2% (figura 4.16).



**Figura 4.16. Resultados Parte “A” – Pregunta 9: ¿Cómo considera usted la seguridad de su vivienda frente al fuego?**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en  
“Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”

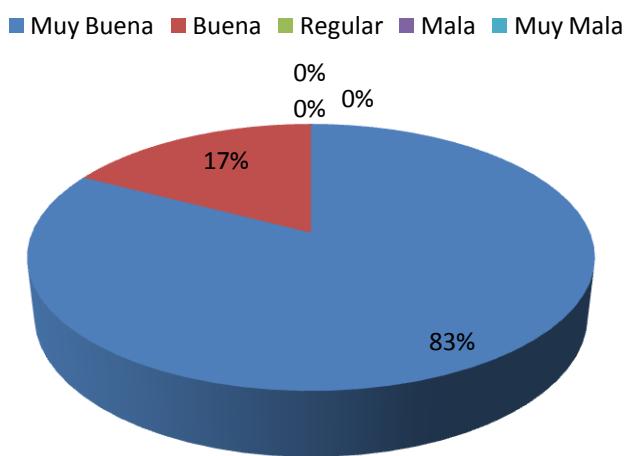
Concluyendo con el análisis de resistencia al fuego de la vivienda, utilizando como fuente las estipulaciones de la O.G.U.C., es posible afirmar que los muros perimetrales y estructura de techumbre cumplen con el mínimo establecido por norma. Sin embargo el diseño de la vivienda no satisface

completamente los requerimientos, ya que en la división entre unidades, el muro no alcanza a sobreponer la techumbre de la vivienda.

Dado que el factor de seguridad de la vivienda frente al fuego obtuvo una evaluación positiva, y los resultados obtenidos del análisis comparativo respaldan la seguridad de los habitantes, no será necesario buscar mejoras para este punto.

##### 4.1.6.2. Seguridad de las viviendas frente a sismos

En primera instancia, cabe destacar que la percepción de seguridad de las viviendas frente a sismos fue la pregunta con mejor puntuación promedio (4,8). Respecto a la figura 4.17, el 83% de los consultados considera “muy bueno” el comportamiento de la vivienda frente a sismos, dejando un 17% de respuestas evaluadas “buena”.



**Figura 4.17. Resultados Parte “A” – Pregunta 10: ¿Cómo considera el comportamiento de su vivienda frente a un sismo?**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en  
“Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”

Chile es considerado uno de los países más activos sísmicamente del mundo, debido a su ubicación en el Cinturón de fuego del Pacífico. Gran parte del territorio continental yace junto a la zona de subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana. A lo largo de su historia, diversos terremotos han azotado al país, reconfigurando su geografía física y

humana, siendo probablemente el tipo de catástrofe natural más dañino que ocurre en Chile

En consideración de las leyes básicas de la física moderna, tenemos como base la expresión legada por Newton:

$$F = m * a \quad (4.1)$$

Dada esta ecuación, es posible afirmar que la fuerza con la que actúa un sismo sobre una construcción depende directamente de la aceleración de ondas y la masa de la edificación. Por lo tanto, la fuerza de sacudida que afecta a un edificio es directamente proporcional a la masa de la estructura, donde, las construcciones de hormigón, acero y albañilería se ven en desventaja respecto a los edificios de materiales ligeros y/o menos densos (madera, volco-metal, etc.). Otra desventaja de las construcciones de hormigón y albañilería es su baja capacidad de soportar deformaciones en comparación a estructuras de madera y acero, lo que las transforma en estructuras “frágiles”<sup>35</sup>.

Pese a las características desfavorables que presentan las estructuras de albañilerías, es posible afirmar que las casas tipo 5 de la Villa Cervantes, han tenido un comportamiento positivo frente a sismos durante su vida, ya que, según los registros del “Centro Sismológico Nacional de la Universidad de Chile”, desde 1966 (origen de proyecto Villa Cervantes) a la actualidad, se han producido 20 movimientos telúricos con magnitud superior a 7.0, de los cuales 6 han azotado levemente o directamente a la Región Metropolitana, sin que las viviendas registraran daños estructurales (100% de las casa consultadas).

Dado que el factor de seguridad de la vivienda, frente a los sismos obtuvo una evaluación positiva, y el comportamiento de las viviendas a lo largo de su vida respaldan las respuestas de los habitantes, no será necesario buscar mejoras para este punto.

---

<sup>35</sup> Fragilidad: Se define como la capacidad de un material de fracturarse con escasa deformación.

##### 4.1.6.3. Seguridad de las viviendas frente a la lluvia

El comportamiento la vivienda frente a la lluvia es importante de analizar, ya que, la lluvia es una fuente de presencia de humedad al interior de las viviendas cuando existe filtración. Este problema tiene como origen: un mal diseño de viviendas, especificaciones y/o fallas de materiales o en el proceso constructivo. Básicamente, la metodología recomendada para detectar problemas de humedad provocados por aguas-lluvia, es identificar (FONDEF, 2004):

- Humedad en alfeizares y antepechos de ventanas.
- Muros, que por su orientación o ausencia de aleros mantienen humedad.
- Humedad por capilaridad desde las fundaciones (muros o radier).
- Emplazamientos defectuosos (aguas superficiales no controladas).

Respecto a las construcciones de albañilería de bloques de hormigón, es relevante mencionar que presentan una barrera de humedad eficiente dado la NCh181Of.67.

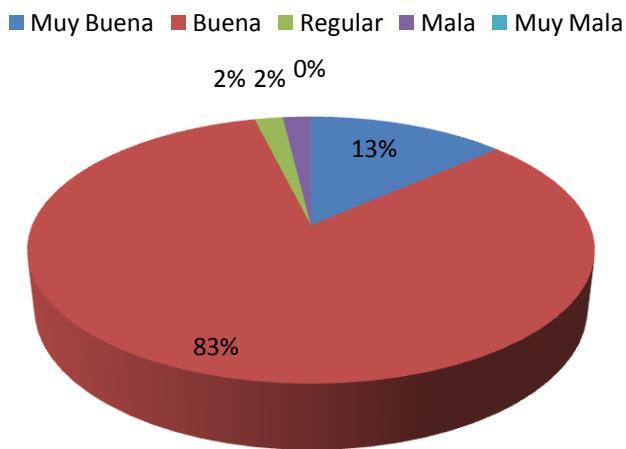
Además, también es favorable para mitigar problemas de filtración de aguas-lluvias, el diseño de multi-cámara, donde la superficie expuesta al clima exterior de la vivienda no está en contacto con la superficie del ambiente interior, dado que existe un espacio hueco entre estas caras paralelas. Este espacio, al interior del muro (siempre que no esté lleno con mortero de “pega”), permite la evaporación de la humedad que logra penetrar la cara exterior del muro.

Dado los tipos de cubiertas que fueron identificadas en las viviendas consultadas, es posible afirmar, que no existen problemas de filtración en un 96%, donde el 2% de la evaluación negativa corresponde a teja de hormigón y el 2% del caso regular es cubierto de planchas de acero galvanizado.

Es necesario mencionar que al momento de efectuar la encuesta, se enfatizó en preguntar sobre la posible existencia de humedad en alfeizares y

antepechos de ventanas humedad; y humedad por capilaridad desde las fundaciones. Y finalmente, respecto al emplazamiento de conjunto habitacional Villa Cervantes, se debe destacar que no se producen inundaciones y/o aguas no controladas durante lluvias intensas.

En relación a las respuestas graficadas en la figura 4.18, tenemos que el 96% de los encuestados considera “buena” y “muy buena” la seguridad proporcionada por su vivienda frente a lluvias, seguida por las evaluaciones “regular” y “mala”, ambos con un 2%. Esta evaluación considera todos los puntos básicos de humedad y/o filtración por lluvia, anteriormente mencionados.



**Figura 4.18. Resultados Parte “A” – Pregunta 11: ¿Cómo encuentra el comportamiento de su vivienda frente a la lluvia?**

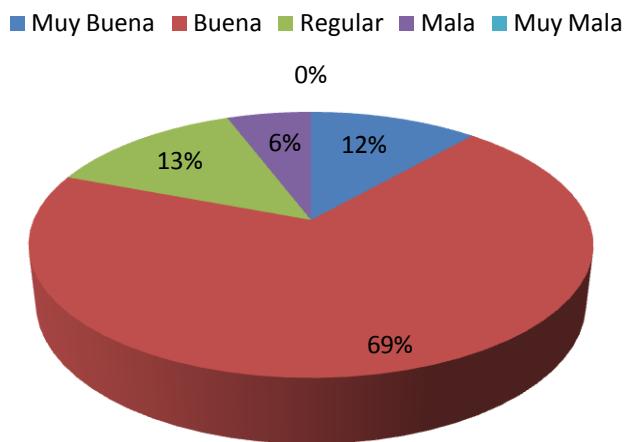
Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en  
“Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”

Considerando la evaluación y análisis del factor de seguridad de la vivienda frente a la lluvia, es posible afirmar que las viviendas presentan condiciones favorables para enfrentar las condiciones adversas de un clima lluvioso. Por lo tanto, dado el alcance del presente trabajo, no será necesario presentar soluciones constructivas para este punto.

#### 4.1.6.3. Seguridad de las viviendas frente a la humedad/condensación

Como una segunda causa de presencia de humedad al interior de las viviendas, es la filtración de cañerías: ductos de agua potable, y alcantarillado que, en la mayoría de los casos afectan a construcciones del tipo departamento, donde el mayor afectado es la vivienda inmediatamente inferior. La presencia de este tipo de problema, es muy raro de ser visualizar en viviendas del tipo unifamiliar (exceptuando aquellas con dos plantas con presencia de baños en el segundo nivel), en especial, si estas presentan un diseño de una planta como las viviendas tipo 5 de la Villa Cervantes<sup>36</sup>.

Dado lo estipulado por el FONDEF en su publicación: “Bienestar Habitacional – Guía de Diseño para un Hábitat Residencial Sustentable” (2004), la tercera y mayor causa de humedad al interior de las viviendas, se atribuye a la condensación. La presencia de este problema de humedad, se debe a la combinación de una alta conductividad térmica de los muros y losas, bajas temperaturas exteriores, sumado a la alta generación de vapor al interior de la vivienda por parte de los habitantes.



**Figura 4.19. Resultados Parte “A” – Pregunta 12: ¿Cómo encuentra el comportamiento de su vivienda frente a la humedad/condensación?**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en  
“Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”

<sup>36</sup> FONDEF, Universidad de Chile, Universidad Federico Santa María, y Fundación Chile, “Bienestar Habitacional – Guía de Diseño para un Hábitat Residencial Sustentable”, 2004.

Analizando la figura 4.19 enfocada al comportamiento de la vivienda frente a humedad o condensación, tenemos que 81% de los encuestados considera “bueno” y “muy bueno” el comportamiento de sus viviendas. En tercera categoría tenemos una evaluación regular con un 13%; mientras que en los resultados evaluados “malo” se alcanzan un 6%.

Para un análisis completo de la condensación al interior de la vivienda, se analizan los distintos elementos de la envolvente de la vivienda en estudio en el apartado “4.2.3. Condensación de envolvente – Análisis de Elementos”, donde se establece el punto de rocío ( $Pr$ )<sup>37</sup>.

### 4.1.7. Evaluación del factor satisfacción

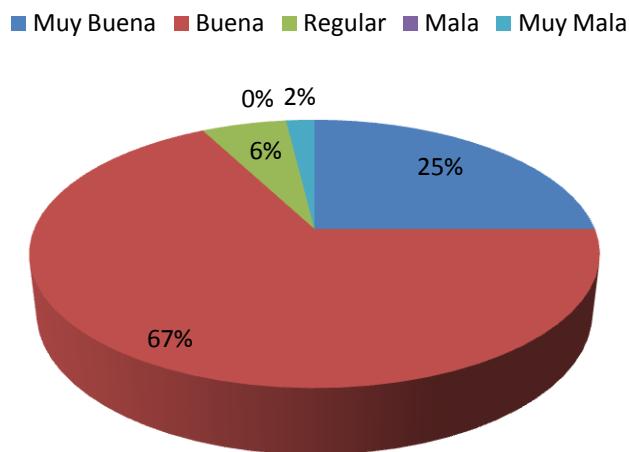
Finalmente, se expondrán las respuestas relacionadas con el factor satisfacción de las viviendas respecto a la calidad de construcción de estas (muros de albañilería), y satisfacción de los usuarios encuestados respecto a la vivienda en general (considerando todos trece puntos consultados anteriormente), dada la parte “A” de la encuesta de percepción.

#### 4.1.7.1. Satisfacción respecto a la calidad de construcción de albañilería

Respecto a la figura 4.20, la cual muestra las respuestas relacionadas a la pregunta número trece, el 92% de los encuestados considera “buena” y “muy buena” la calidad de construcción de los muros de bloques de hormigón, mientras que un 6% lo considera regular, dejando un 2% de respuestas evaluadas negativamente.

---

<sup>37</sup> Considerando la ecuación 3.22.



**Figura 4.20. Resultados Parte “A” – Pregunta 13: ¿Cómo considera la calidad de su vivienda de albañilería?**

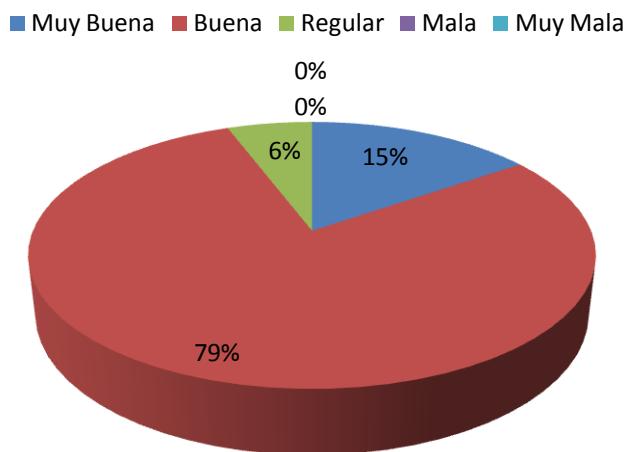
Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en  
“Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”

#### 4.1.7.2. Satisfacción respecto a la vivienda

En relación a la satisfacción de los habitantes, respecto a las viviendas en estudio, se afirma que la calidad de las viviendas es considerada buena por el 84% de los encuestados (respuestas: “buena” y “muy buena”), mientras que el 6% restante la considera de calidad regular. Esto implica que el 0% de los encuestados considera su vivienda como mala o muy mala.

Estas consideraciones, ganan una gran importancia al compararla con las respuestas anteriores, donde podemos decir que estas viviendas tienen:

- Un buen comportamiento frente a sismos de alta magnitud (>7.0).
- Un buen comportamiento de aislación acústica entre los distintos espacios de la casa.
- Un comportamiento eficiente frente a las lluvias, e inundaciones.
- Una buena iluminación natural al interior de las viviendas.
- Una calidad aceptable de albañilería.



**Figura 4.21. Resultados Parte “A” – Pregunta 14: ¿Cómo calificaría su nivel de satisfacción con respecto a su vivienda?**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en “Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”

Es necesario mencionar que las viviendas presentan un terreno mínimo de 169 m<sup>2</sup>, lo cual, aumenta su valor comercial por la capacidad de posibles ampliaciones y/o venta de propiedad por necesidad del terreno. Además, el diseño original de las casas tipo 5 presenta un área por cama mayor que las viviendas sociales de hoy en día.

Según el arquitecto Edwin Haramoto, en su publicación “Vivienda Social: un desafío para la sustentabilidad del desarrollo” (1995), señala que en el diseño y construcción de viviendas sociales no respetan el mínimo de 17,5 m<sup>2</sup> por cama (D.F.L. N°2), donde el área más común utilizada es de 9,5 m<sup>2</sup> (por cama). Sin embargo, las viviendas de la villa en estudio, tampoco cumplen ese parámetro (dados que su área mínima por cama es de 16,03 m<sup>2</sup>). Se debe tener como un punto a considerar, que el parámetro de diseño de las viviendas tipo 5 de la Villa Cervantes, es más cercano a lo estipulado legalmente.

## 4.2. Análisis Vivienda Tipo 5

### 4.2.1. Comportamiento térmico de vivienda tipo 5

Dado los resultados, obtenidos del cálculo de resistencia y transmitancia térmica total de los elementos, muro y cubierta de la envolvente, en base a las estipulaciones de la NCh853.Of1991, tenemos:

**Cuadro 4.9. Resistencia y Transmitancia térmica de los elementos de envolvente – Diseño Original**

		Características térmica - vivienda tipo 5			
		Material	Superficie (m <sup>2</sup> )	RT [(m <sup>2</sup> °C)/W]	UT [(W/(m <sup>2</sup> °C))]
Envolvente	Muro	B.H.V. Capa Exterior (adosado)			
		B.H.V. Capa Interior (adosado)	15,51		
		Cámara de aire			
		B.H.V. Capa Exterior (al exterior)			
		B.H.V. Capa Interior (al exterior)	34,07	0,371	2,695
		Cámara de aire			
Cubierta	Cubierta	Madera (ContCh) Capa Ext. (Puerta)			
		Madera (ContCh) Capa Int. (Puerta)	3,44		
		Cámara de aire			
		Vidrio (ventanas)	7,14		
		Cielo yeso-cartón			
		Poliestireno expandido (10kg/m <sup>3</sup> )	40,92	2,323	0,43

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en “Calculo de Resistencia y Transmitancia térmica (apéndice D)”

En relación a las exigencias de transmitancia térmica máximas, definidas por O.G.U.C. y NCh1079.Of2008 (zonas térmica y climática respectivamente), se observa que la cubierta cumple con el valor máximo de transmitancia<sup>38</sup>, el cual implica que en techumbres, la transmitancia térmica no debe ser superior a  $U_{cub} = 0,47 \text{ W/m}^2\text{°C}$ . Sin embargo, tenemos que la transmitancia térmica del conjunto muro (envolvente), supera el máximo exigido por la normativa vigente (máximo permitido en muros:  $U = 1,9 \text{ W/m}^2\text{°C}$ ), siendo de  $U_{Tmuro} = 2,695 \text{ W/m}^2\text{°C}$ , donde cabe destacar que su superficie total es ampliamente superior respecto a la cubierta (superior en 19,24 m<sup>2</sup>).

<sup>38</sup> Dado el Cuadro 3.8 de este documento.

Por lo tanto, se establece como prioridad la búsqueda de una solución térmica a este elemento de la envolvente, ya que constituye el puente térmico principal en el diseño de las viviendas tipo 5, dado su composición<sup>39</sup>.

**Cuadro 4.10. Coeficientes volumétricos de perdidas térmicas: Gv1 y Gv2 – Diseño Original**

Envolvente	Superficie (m <sup>2</sup> )	UT [(W/(m <sup>2</sup> °C))]	Gv1 [(W/(m <sup>3</sup> °C))]	n (1/h)	Gv2 [(W/(m <sup>3</sup> °C))]
Muro	60,16	2,695	1,87	1,50	2,39
Cubierta	40,96	0,430			
<b>Volumen total [m<sup>3</sup>]</b>	96,16				

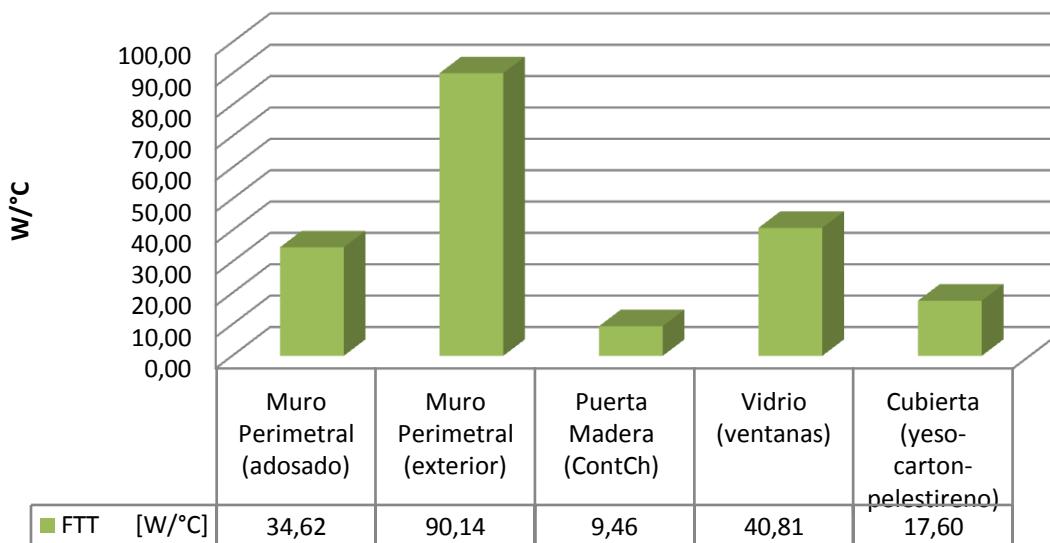
Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en el cálculo del “Coeficientes volumétricos globales”

Respecto al cuadro 3.12 del apartado “métodos”, y los resultados obtenidos del cálculo de coeficiente volumétrico global de perdida térmica, tenemos que el valor Gv1 de las viviendas tipo 5 corresponde a 1,87 W/m<sup>3</sup>°C, lo cual indica que son “edificaciones medianamente aisladas” (Olmedo, 2005). Esta medición, es una confirmación de los resultados obtenidos en el cuadro 4.9, ya que la vivienda presenta una envolvente deficiente que necesita un mejoramiento de sus características térmicas.

La justificación de los datos obtenidos del coeficiente volumétrico global de pérdida energética por transmisión, está dada por Flujo Térmico por Transmisión (FTT), de los elementos que componen la envolvente, el cual es una relación entre la transmitancia térmica del elemento en estudio (Ui), y el área que éste abarca en la superficie total de la envolvente. El FTT, permite determinar, que elemento presenta mayores pérdidas energéticas.

En la figura 4.22, es posible apreciar el análisis realizado a los componentes principales de la envolvente de las viviendas tipo 5, pertenecientes a la Villa Cervantes.

<sup>39</sup> Dado que el hormigón vibrado presenta una alta conductancia térmica ( $\lambda=1.63$  W/m°C)

**Figura 4.22. Flujo Térmico por Transmitancia – Elementos de Envolvente**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en  
“Apéndice E: Flujo Térmico – Viviendas Tipo 5”

En la figura anterior, es posible observar las diferencias de flujos térmicos existentes entre los elementos principales de la envolvente en estudio, donde se aprecia, que las mayores pérdidas térmicas se producen en el complejo de muros al exterior, superando en 49,33 W/°C (en un 54,7%) al segundo elemento más desfavorable (ventanas). Esto implica, que la problemática térmica de las viviendas tipo 5, radica mayormente en la composición de sus muros perimetrales, ya que estos constituyen puentes térmicos significativos en la envolvente, por su alto flujo térmico, elevada transmitancia térmica y superficie predominante.

#### 4.2.2. Consumo energético y económico para calefacción

El consumo energético, para la calefacción de un metro cuadrado, está determinado por la “Energía Requerida de Calefacción” (ERC), expresada en la ecuación 3.16. Así mismo, es posible determinar la Energía Requerida de Calefacción Total” (ERCT), dada por la ecuación 3.17 y especificado en “Apéndice F” del presente documento. Estas dos expresiones son muy importantes para la determinación del “combustible requerido para la

#### 4. Resultados y Discusiones

calefacción de un metro cuadrado y la vivienda total (respectivamente), y así derivar la cantidad de combustible en unidades monetaria por año<sup>40</sup>.

Posteriormente, al cálculo de ERC (por superficie) y ERCT (volumen total), se determinó el “Combustible Requerido para la Calefacción” de la vivienda por unidad de superficie (CRC), y el “Combustible Requerido para la Calefacción de la vivienda Total” (CRCT), donde el CRCT toma mucha importancia, ya que revela la cantidad de combustible requerido para la calefacción de la vivienda durante un año (cuadro 4.11).

**Cuadro 4.11. Precio unitario de combustibles, CRCT (unid/año) y GERCT (UF/año) por Periodo – Sin Aislación Térmica**

Periodo	GLP (+0,242%)			Kerosene (+0,242%)		
	P.U. (UF)	CRCT	GERCT (UF)	P.U. (UF)	CRCT	GERCT (UF)
2014	0,051		18,60	0,028		11,70
2015	0,051		18,64	0,028		11,73
2016	0,051		18,69	0,028		11,76
2017	0,051		18,73	0,028		11,79
2018	0,051		18,78	0,028		11,81
2019	0,052		18,82	0,028		11,84
2020	0,052		18,87	0,029		11,87
2021	0,052		18,91	0,029		11,90
2022	0,052		18,96	0,029		11,93
2023	0,052	364,70	19,00	0,029	416,18	11,96
2024	0,052		19,05	0,029		11,99
2025	0,052		19,10	0,029		12,02
2026	0,052		19,14	0,029		12,04
2027	0,053		19,19	0,029		12,07
2028	0,053		19,24	0,029		12,10
2029	0,053		19,28	0,029		12,13
2030	0,053		19,33	0,029		12,16
2031	0,053		19,38	0,029		12,19
2032	0,053		19,42	0,029		12,22
2033	0,053		19,47	0,029		12,25

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en “Apéndice F: Consumo energético y Económico para calefacción”

Además, en el cuadro anterior es posible visualizar el costo unitario de los combustibles utilizados, proyectándose un aumento anual de precio, con una tasa del 0,242% (IPC promedio, 2013), despreciando el 0,037% para GLP y

<sup>40</sup> Estos resultados, son expuestos en la tabla de resultados, del “Apéndice F: Consumo Energético y Económico para Calefacción”, del presente documento.

0,074% para el kerosene<sup>41</sup> por ser inferiores al IPC. Esta proyección, es realizada hasta el 2033, ya que se considera la duración promedio del la solución propuesta, la cual es de 20 hasta 25.

Por lo tanto, del producto entre el costo unitario del combustible y el combustible requerido durante un año para la calefacción de la vivienda, obtenemos el “Gasto Económico Requerido para la Calefacción Total” en la vivienda.

#### 4.2.3. Condensación de envolvente – Análisis de Elementos

Continuando con el análisis de los distintos elementos de la envolvente, propuesto en el apartado “4.1.6.3. Seguridad de las viviendas frente a la humedad/condensación”, se tienen los resultados obtenidos del Punto de Rocío (Pr) al interior de la vivienda, obtenidos gracias a la consideración de la ecuación 3.22. Este valor (Pr), es comparado con la temperatura superficial de interior ( $^{\circ}\text{Tsi}$ ) de los distintos elementos de la envolvente, revelando los elementos que potencialmente producen condensación al interior de la vivienda, son: las puertas de madera contrachapada, ventanas de vidrio monolítico y muros perimetrales de bloques de hormigón vibrado (cuadro 4.12).

**Cuadro 4.12. Condensación de Envoltorio – Análisis Elementos de Envoltorio**

Elementos	Rsi [(m <sup>2</sup> °C)/W]	Uti [W/(m <sup>2</sup> °C)]	$^{\circ}\text{Tsi}$ (°C)	Pr (°C)
Muro Perimetral (adosado)	0,120	2,232	16,76	16,23
Muro Perimetral (exterior)	0,120	2,646	16,16	
Puerta Madera (ContCh)	0,120	2,750	16,01	
Vidrio (ventanas)	0,120	5,714	11,70	
Cubierta (yeso-cartón-pelestíreno)	0,090	0,430	19,53	
Muro Perimetral Aislado (Exterior)	0,120	1,406	17,96	

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en el cálculo de Temperatura interior de elementos y Punto de rocío

Además, en el cuadro 4.12 es posible visualizar la temperatura superficial interior del muro perimetral aislado con recubrimiento multicerámico – Super

<sup>41</sup> Tasas extraídas de ENAP, y expuestas en la figuras 3.15 y 3.16.

Therm<sup>42</sup>, el cual disminuye la potencialidad del muro perimetral de producir condensación por temperatura de rocío, demostrando ser una solución eficiente para la aislación térmica de elementos constructivos. Cabe destacar, que esta solución constructiva, será abordada de lleno en el siguiente apartado (4.3. Solución propuesta).

### 4.3. Solución propuesta

Para cumplir con los entandares térmicos, de la normativa vigente en Chile, es necesario implementar en la construcción un aislante térmico. Dado el análisis térmico realizado en el agregado 4.2.1., es sabido, que las debilidades térmicas de las viviendas tipo 5, está presente principalmente en el conjunto muro, debido a su constitución de bloques de hormigón vibrado, los cuales presentan características térmicas desfavorables para la fachada, dado las estipulaciones de la NCh853.Of1991.

En el siguiente agregado, se presenta una solución constructiva, aplicada directamente a la cara exterior de los muros perimetales, ya que resguardar el espacio interno de la vivienda, es prioridad<sup>43</sup>.

#### 4.3.1. Super Therm - Recubrimiento Multicerámico

“Super Therm”<sup>44</sup>, consiste en un recubrimiento a base de agua, desarrollado por la NASA con nano partículas cerámicas, la cual es aplicable a cualquier superficie, proporcionando aislación térmica, resistencia al fuego, reflexión de radiación solar y reducir costos de energía. Este producto refleja las ondas de calor que inciden sobre una superficie evitando que la misma aumente su temperatura, ya que posee una conductividad térmica de 0,003W/m°C.

---

<sup>42</sup> Solución térmica propuesta en el apartado 4.3. del presente documento.

<sup>43</sup> Buscando no disminuir el espacio al interior de las viviendas por cama.

<sup>44</sup> <http://www.betapaint.cl/soluciones%20industriales.html>

La principal ventaja que presenta este producto frente a los aislantes térmicos corrientes (poliuretano, poliestireno expandido, etc.), es que logra una mayor aislación térmica, con un menor espesor, lo cual permite disminuir los espacios de aislación. Además, puede ser aplicado en superficies de cubierta y paredes exteriores como interiores de todo tipo de edificaciones. Como beneficio, se puede mencionar:

- Alta capacidad aislante, por su baja conductancia térmica (0,003W/m°C).
- Bloquea el calor en sus 3 formas de transferencia: conducción, convección y radiación.
- Aislante del sonido. Refleja entre 50-68% de las ondas sonoras que entran en contacto con el recubrimiento.
- En caso de incendio ayuda a controlar la propagación del fuego y no contribuye al mismo.
- Previene el crecimiento de hongos.
- Resiste sin problema los efectos de contracción / expansión,
- Resiste a la humedad.
- Larga Vida útil, 20 – 25 años.

Esta pintura puede ser aplicada por sistemas de proyección, rodillo y brocha, donde se recomienda no aplicar capas muy gruesas en una sola mano. Al presentar un carácter viscoso, su rendimiento promedio es de 2.5 m<sup>2</sup>/litro, además de presentar espesores de capa de 0,35 mm por mano aplicada.

**Cuadro 4.13. Propiedades de recubrimiento Super Therm**

Parámetros Técnicos	
Apariencia Externa y Color	Color Blanco, apariencia viscosa
Color	Con pintura a base de agua, máximo 0.5%
Dilución	Con agua, máximo 2%
Conductividad térmica calculada a 20°C.	0.003 W/m°C

Fuente: <http://www.betapaint.cl/projects.html>

En el cuadro 4.14, es posible apreciar los beneficios térmicos proporcionados por el recubrimiento “Super Therm”, el cual, fue calculado con espesor aplicado de 1 mm (3 capas). Como resultado, se puede observar que la transmitancia

#### 4. Resultados y Discusiones

térmica total del muro disminuyó en  $0,907 \text{ W/m}^2\text{°C}$ , lo cual implica, que el valor final de la transmitancia térmica de la envolvente muro, esté por debajo del máximo exigido por la normativa chilena (cuadro 3.8)

**Cuadro 4.14. Beneficio térmicos aportados por recubrimiento – Super Therm**

		Características térmica - Aislación térmica Muros: vivienda tipo 5					
		Material	Superficie (m <sup>2</sup> )	RT [(m <sup>2</sup> °C)/W]			
Envolvente	Muro	B.H.V. Capa Exterior (adosado)	15,51	0,560	1,786		
		B.H.V. Capa Interior (adosado)					
		Cámara de aire					
		B.H.V. Capa Exterior (al exterior)	34,07				
		B.H.V. Capa Interior (al exterior)					
		Pintura Super therm					
		Cámara de aire					
		Madera (ContCh) Capa Ext. (Puerta)	3,44				
		Madera (ContCh) Capa Int. (Puerta)					
		Cámara de aire					
	Cubierta	Vidrio (ventanas)	7,14				
		Cielo yeso-cartón	40,92				
		Poliestireno expandido (10kg/m <sup>3</sup> )	2,323	0,43			

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en “Calculo de Resistencia y Transmitancia térmica (apéndice D)”

**Cuadro 4.15. Coeficientes volumétricos de perdidas térmicas: Gv1 y Gv2 – Super therm**

Envolvente	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ui [(W/(m <sup>2</sup> °C))]	Gv1 [(W/(m <sup>3</sup> °C))]	n (1/h)	Gv2 [(W/(m <sup>3</sup> °C))]
Muro	60,16	1,786	1,30	1,50	1,83
Cubierta	40,96	0,430			
<b>Volumen total [m<sup>3</sup>]</b>	<b>96,16</b>				

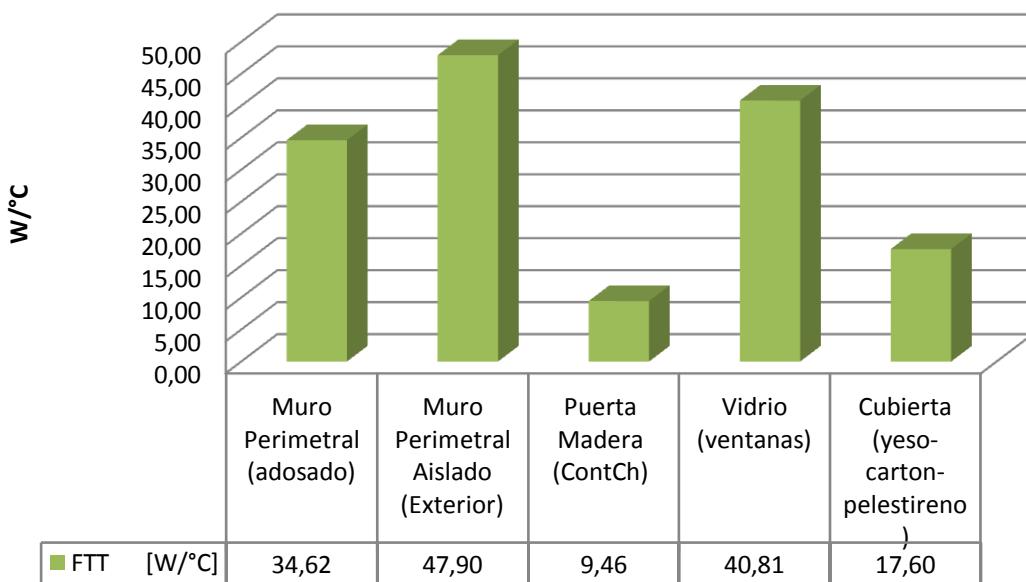
Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en el cálculo del “Coeficientes volumétricos globales”

Dado los resultados obtenidos, del cálculo del coeficiente volumétrico de perdida térmica (Gv1 y Gv2), considerando aislación térmica “super therm” en el muro perimetral (cuadro 4.15), y los parámetros de interpretación de datos,

propuestos en el cuadro 3.12, tenemos que el valor Gv1 de las viviendas tipo 5 corresponde a 1,30 W/m<sup>3</sup>°C, lo cual significa, que la construcción corresponde a “edificaciones aisladas”. Esta medición, es una confirmación de los resultados obtenidos en el cuadro 4.14, ya que la vivienda presenta mejoras considerables en sus características térmicas, gracias a la alta resistencia térmica del material propuesto para el aislamiento térmico de la envolvente, en su elemento muro.

Además, dada la solución propuesta para la problemática térmica presente en las viviendas tipo 5, se realiza un análisis de la envolvente y el flujo térmico de esta, después de la aplicación teórica del recubrimiento multicerámico.

Comparando los resultados expuestos en la figura 4.22: “Flujo Térmico por Transmitancia – Elementos de Envoltorio”, con el gráfico expuesto en la figura 4.23: “Flujo Térmico por Transmitancia – Elementos de Envoltorio Aislado”, es posible apreciar la significativa disminución del flujo térmico, a través de los complejos de muros al exterior (hasta en un 47%), dada la consideración de utilizar aislación térmica a base del recubrimiento “Super Therm”. En los elementos ventanas, puertas y cubierta, no se presentan variaciones de flujo térmico por transmitancia, ya que mantienen su transmitancia y superficie.



**Figura 4.23. Flujo Térmico por Transmitancia – Elementos de Envoltorio Aislado**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en  
“Apéndice E: Flujo Térmico – Viviendas Tipo 5”

Finalmente, analizando la envolvente intervenida con el recubrimiento multicerámico, y comparándola con el diseño original de la vivienda tenemos que la ERCT disminuyó significativamente en 1147,02 kWh/año (23,7%)<sup>45</sup>, lo cual implica una disminución del combustible requerido para la calefacción de la vivienda durante un año (CRCT) y el gasto económico (GERCT).

El beneficio de un ahorro económico, se calcula a partir de la diferencia entre los costos anuales de calefacción sin aislamiento térmico y los costos anuales de calefacción con aislamiento térmico. Por lo tanto, en el cuadro 4.16, es posible visualizar los GERCT (UF/año) de las viviendas tipo 5 con aislamiento “Super Therm”, lo cual permite definir el ahorro económico que proporciona la aislación térmica en muros perimetrales.

**Cuadro 4.16. Precio unitario de combustibles, CRCT (unid/año) y GERCT (UF/año) por Periodo – Con Aislación Térmica**

Periodo	GLP (+0,242%)			Kerosene (+0,242%)		
	P.U. (UF)	CRCT	GERCT (UF)	P.U. (UF)	CRCT	GERCT (UF)
2014	0,051		14,18	0,028		8,92
2015	0,051		14,22	0,028		8,95
2016	0,051		14,25	0,028		8,97
2017	0,051		14,29	0,028		8,99
2018	0,051		14,32	0,028		9,01
2019	0,052		14,36	0,028		9,03
2020	0,052		14,39	0,029		9,05
2021	0,052		14,43	0,029		9,08
2022	0,052		14,46	0,029		9,10
2023	0,052	278,17	14,50	0,029		9,12
2024	0,052		14,53	0,029	317,44	9,14
2025	0,052		14,57	0,029		9,16
2026	0,052		14,60	0,029		9,19
2027	0,053		14,64	0,029		9,21
2028	0,053		14,67	0,029		9,23
2029	0,053		14,71	0,029		9,25
2030	0,053		14,74	0,029		9,28
2031	0,053		14,78	0,029		9,30
2032	0,053		14,81	0,029		9,32
2033	0,053		14,85	0,029		9,34

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en “Apéndice F: Consumo energético y Económico para calefacción”

<sup>45</sup> Estos resultados, son expuestos en la tabla de resultados, del “Apéndice F: Consumo Energético y Económico para Calefacción”, del presente documento.

Al Comparar los valores del GERCT sin aislamiento térmico de la tabla 4.11 y con los valores del GERCT con aislamiento térmico de la tabla 4.16, se determina el ahorro anual que proporciona la aislación térmica implementada a la vivienda en estudio, el cual es expuesto en el cuadro 4.17.

**Cuadro 4.17. Ahorro anual de Gasto económico – Super therm**

Periodo	GLP (+0,242%)	Kerosene (+0,242%)
2014	4,41	2,78
2015	4,42	2,78
2016	4,43	2,79
2017	4,44	2,80
2018	4,45	2,80
2019	4,47	2,81
2020	4,48	2,82
2021	4,49	2,82
2022	4,50	2,83
2023	4,51	2,84
2024	4,52	2,84
2025	4,53	2,85
2026	4,54	2,86
2027	4,55	2,86
2028	4,56	2,87
2029	4,57	2,88
2030	4,59	2,89
2031	4,60	2,89
2032	4,61	2,90
2033	4,62	2,91

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en  
“Apéndice F: Consumo energético y Económico para calefacción”

Cabe destacar, que estos valores son proyectados hasta el año 2033, ya que los productores de la “Super Therm”, especifican que este tiene una vida útil promedio de 20 a 25 años, por lo tanto, en este documento se adopta el caso más desfavorable (20 años de duración)<sup>46</sup>. Además, los valores expuestos en el cuadro 4.17 serán utilizados en la evaluación del Costo-Beneficio, expresados como “beneficio neto”, y la vida útil utilizada como periodo de evaluación.

<sup>46</sup> Además, este periodo de tiempo será considerado para la evaluación Costo-Beneficio.

#### 4.3.2. Propuesta económica

Dada la solución propuesta en este documento, para la satisfacción de necesidades térmicas de la vivienda en estudio, es determinado un análisis de precio unitario, el cual fue directamente solicitado a la empresa THERMO-S BETA PAINT vía correo electrónico.

Cuadro 4.18. Análisis de precio unitario – Recubrimiento “Super Therm”

PRESUPUESTO: MATERIALES INTERVENCION DE EFICIENCIA TÉRMICA						
Ítem	Actividad	Unidad	Cantidad	Rendimiento	PU	Toral
A	<b>Sistema Pintura Super therm - Envoltorio Exterior de Muro perimetral</b>					
1	<b>Pintura Súper therm</b>					
1.1	Fachada Ext.	m <sup>2</sup>	36,89	3	\$ 16.000	\$ 1.770.624
1.2	5 % perdida	m <sup>2</sup>	1,84	3	\$ 16.000	\$ 88.531
<b>SUBTOTAL</b>						\$ 1.859.155
						I.V.A. \$ 353.239
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 2.212.395</b>

Fuente: Elaboración propia en base a cotización solicitada empresa BETA- PAINT”

En el cuadro anterior, es posible visualizar los costos de implementación del sistema de aislación térmica “Recubrimiento Multicerámico – “Super Therm” (presupuesto), propuesta en este documento para dar solución a las falencias de bienestar habitacional – “Factor Térmico”.

En el cuadro 4.18, se especifica el valor unitario de la pintura (m<sup>2</sup>), el cual es \$16.000 por metro cuadrado, incluyendo la mano de obra necesaria para la instalación. Además, para definir el presupuesto final de proyecto, se consideran 3 capas de pintura multicerámica, ya que estas son necesarias para alcanzar el espesor requerido de 1 mm (0,35 mm por capa).

Finalmente, se considera un 5% de pérdida de material, por lo tanto, es necesaria la utilización de 290,5 lt de pintura por casa, para satisfacer las necesidades de este proyecto, considerando un rendimiento de recubrimiento “Super Therm” de 2,5 lt por metro cuadrado instalado.

#### 4.4. Evaluación de costo-beneficio

La evaluación tiene por objetivo establecer la conveniencia técnico-económica de ejecutar un proyecto. Para la evaluación de este proyecto, se adopta un enfoque costo-beneficio, el cual tiene como objetivo principal determinar si los beneficios que se obtienen son mayores que los costos involucrados, a lo largo de cierto periodo de tiempo pre-establecido (20 años).

Como indicador para determinar el beneficio del proyecto, se utilizarán los valores del VAN<sup>47</sup>. Para esto se utiliza un periodo de 20 años, proyectado al año 2033 y una tasa de descuento social ( $r$ ) del 6%<sup>48</sup>, que corresponde a la tasa fijada en Chile para proyectos sociales.

En la evaluación, es posible apreciar una inversión inicial de **94,24 UF** o **\$2.212.395**, que corresponde al consto de implementación de la solución térmica para una casa tipo 5, propuesta en este documento. Se espera realizar esta inversión una vez cada 20 años, dada la durabilidad del material utilizado.

También, en los cuadros 4.20 y 4.22 del presente apartado, es posible distinguir un beneficio inicial de **\$ 1.291.214** o **55 UF** (\$ 23.476,61 al día 9 de Febrero, 2014), ya que se considera un subsidio estatal para “Obras de Innovación de Eficiencia Energética”, establecido por el Decreto Supremo N°255 (2006), donde podrá postular a este beneficio, toda persona natural, mayor de edad, que cumpla con ser propietario del bien inmueble, contar con ficha de protección social, no ser propietario de otra vivienda y poseer con un ahorro mínimo de 3 UF.

Finalmente, como beneficios a lo largo del periodo de evaluación, tenemos el ahorro económico, producto de la disminución de ERCT y el precio unitario del combustible utilizado para calefacción (GLP y Kerosene).

---

<sup>47</sup> MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN, Gobierno de Chile, “Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos”, 2013.

<sup>48</sup> Fuente: MIDEPLAN, 2013 - 2014.

#### 4. Resultados y Discusiones

**Cuadro 4.19. Evaluación Costo-Beneficio – GLP**

Periodo	Inversión	Beneficios	Beneficio Neto	BN/(1+r) <sup>t</sup>	VAN (UF)
0	94,24	0,00	-94,24	-94,24	
1	0,00	4,41	4,41	4,16	
2	0,00	4,42	4,42	3,94	
3	0,00	4,43	4,43	3,72	
4	0,00	4,44	4,44	3,52	
5	0,00	4,45	4,45	3,33	
6	0,00	4,47	4,47	3,15	
7	0,00	4,48	4,48	2,98	
8	0,00	4,49	4,49	2,82	
9	0,00	4,50	4,50	2,66	
10	0,00	4,51	4,51	2,52	
11	0,00	4,52	4,52	2,38	
12	0,00	4,53	4,53	2,25	
13	0,00	4,54	4,54	2,13	
14	0,00	4,55	4,55	2,01	
15	0,00	4,56	4,56	1,90	
16	0,00	4,57	4,57	1,80	
17	0,00	4,59	4,59	1,70	
18	0,00	4,60	4,60	1,61	
19	0,00	4,61	4,61	1,52	
20	0,00	4,62	4,62	1,44	

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 4.20. Evaluación Costo-Beneficio – GLP con Subsidio**

Periodo	Inversión	Beneficios	Beneficio Neto	BN/(1+r) <sup>t</sup>	VAN (UF)
0	94,24	55,00	-39,24	-39,24	
1	0,00	4,41	4,41	4,16	
2	0,00	4,42	4,42	3,94	
3	0,00	4,43	4,43	3,72	
4	0,00	4,44	4,44	3,52	
5	0,00	4,45	4,45	3,33	
6	0,00	4,47	4,47	3,15	
7	0,00	4,48	4,48	2,98	
8	0,00	4,49	4,49	2,82	
9	0,00	4,50	4,50	2,66	
10	0,00	4,51	4,51	2,52	
11	0,00	4,52	4,52	2,38	
12	0,00	4,53	4,53	2,25	
13	0,00	4,54	4,54	2,13	
14	0,00	4,55	4,55	2,01	
15	0,00	4,56	4,56	1,90	
16	0,00	4,57	4,57	1,80	
17	0,00	4,59	4,59	1,70	
18	0,00	4,60	4,60	1,61	
19	0,00	4,61	4,61	1,52	
20	0,00	4,62	4,62	1,44	

Fuente: Elaboración propia

#### 4. Resultados y Discusiones

**Cuadro 4.21. Evaluación Costo-Beneficio – Kerosene**

Periodo	Inversión	Beneficios	Beneficio Neto	BN/(1+r) <sup>t</sup>	VAN (UF)
0	<b>94,24</b>	0,00	<b>-94,24</b>	<b>-94,24</b>	
1	0,00	2,78	2,78	2,62	
2	0,00	2,78	2,78	2,48	
3	0,00	2,79	2,79	2,34	
4	0,00	2,80	2,80	2,21	
5	0,00	2,80	2,80	2,09	
6	0,00	2,81	2,81	1,98	
7	0,00	2,82	2,82	1,87	
8	0,00	2,82	2,82	1,77	
9	0,00	2,83	2,83	1,68	
10	0,00	2,84	2,84	1,58	
11	0,00	2,84	2,84	1,50	
12	0,00	2,85	2,85	1,42	
13	0,00	2,86	2,86	1,34	
14	0,00	2,86	2,86	1,27	
15	0,00	2,87	2,87	1,20	
16	0,00	2,88	2,88	1,13	
17	0,00	2,89	2,89	1,07	
18	0,00	2,89	2,89	1,01	
19	0,00	2,90	2,90	0,96	
20	0,00	2,91	2,91	0,91	

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 4.22. Evaluación Costo-Beneficio – Kerosene con Subsidio**

Periodo	Inversión	Beneficios	Beneficio Neto	BN/(1+r) <sup>t</sup>	VAN (UF)
0	<b>94,24</b>	55,00	<b>-39,24</b>	<b>-39,24</b>	
1	0,00	2,78	2,78	2,62	
2	0,00	2,78	2,78	2,48	
3	0,00	2,79	2,79	2,34	
4	0,00	2,80	2,80	2,21	
5	0,00	2,80	2,80	2,09	
6	0,00	2,81	2,81	1,98	
7	0,00	2,82	2,82	1,87	
8	0,00	2,82	2,82	1,77	
9	0,00	2,83	2,83	1,68	
10	0,00	2,84	2,84	1,58	
11	0,00	2,84	2,84	1,50	
12	0,00	2,85	2,85	1,42	
13	0,00	2,86	2,86	1,34	
14	0,00	2,86	2,86	1,27	
15	0,00	2,87	2,87	1,20	
16	0,00	2,88	2,88	1,13	
17	0,00	2,89	2,89	1,07	
18	0,00	2,89	2,89	1,01	
19	0,00	2,90	2,90	0,96	
20	0,00	2,91	2,91	0,91	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.1. Análisis de evaluación de costo-beneficio GLP

Como se puede ver en la Cuadro 4.19. Evaluación Costo-Beneficio – GLP, tenemos un VAN negativo, el que se debe principalmente al alto costo de inversión, versus el beneficio por periodo (obtenido por la implementación de la aislación térmica). Con esto se verifica que no es factible económicamente la implementación de aislante térmico a base de pintura multicerámica.

Sin embargo, dado el Cuadro 4.20. Evaluación Costo-Beneficio – GLP con Subsidio, el indicador VAN, da como resultado un valor positivo, lo que significa que es factible de realizar el proyecto. Esto se debe, al subsidio estatal para “Obras de Innovación de Eficiencia Energética”, que permite que la sumatoria de los “beneficios netos” sea mayor, contribuyendo al valor positivo final del VAN, donde es posible apreciar beneficios económicos desde el periodo 14.

Cabe destacar que el GLP presenta mayor eficiencia para la calefacción de las viviendas, dado su poder calórico de 12.000 kcal/kg versus el poder calórico del kerosene de 11.000 kcal/litro<sup>49</sup>. Ademas, al comparar el cuadro 4.20 con el cuadro 4.22, tenemos que el beneficio de utilizar GLP para la calefacción de la vivienda es mayor, en comparación con el kerosene. Sin embargo, esto se debe principalmente al mayor costo que presenta el GLP, lo que implica que el beneficio neto también será mayor, repercutiendo en el valor final del VAN.

#### 4.4.2. Análisis de evaluación de costo-beneficio Kerosene

Según el Cuadro 4.21. Evaluación Costo-Beneficio – Kerosene, tenemos un VAN negativo, que al igual del cuadro 4.19 se debe principalmente al alto costo de inversión, versus el beneficio por periodo, dada la implementación de la aislación térmica, confirmando que no es factible económicamente su implementación.

---

<sup>49</sup> Estos resultados, son expuestos en la tabla de resultados, del “Apéndice F: Consumo Energético y Económico para Calefacción”, del presente documento.

#### 4. Resultados y Discusiones

Finalmente, se tiene el Cuadro 4.22. “Evaluación Costo-Beneficio – Kerosene con subsidio”, el cual presenta un VAN negativo, incluso con el beneficio económico complementario a la inversión inicial (subsidio). Esto se debe al menor coto para la calefacción que presenta el Kerosene, versus el de GLP, lo cual fue mencionado anteriormente (dado que en ambos casos, el beneficio neto corresponde el 23,73% del valor original). Por lo tanto se afirma que no es factible económicamente la implementación de aislación térmica “Super Therm”, utilizando kerosene para la calefacción de la vivienda.

## 5. CONCLUSIÓN

Respecto al objetivo general del presente documento, el cual propone “la determinación de las principales problemáticas presentes en las viviendas en estudio, y mejoras para sus características más desfavorables, acotando e interviniendo sus falencia, bajo los criterios del bienestar habitacional”; como primera conclusión, se tiene que, la implementación de un instrumento de medición es válido para la recolección de datos cualitativos en las distintas viviendas que conforman el universo muestral, ya que es posible establecer patrones y/o patologías que afectan a una o más viviendas, y a la vez discriminar cuál de estos tiene una mayor incidencia dentro del diario vivir de las familias consultadas; permitiendo el estudio de estas falencias y la posibilidad de proponer soluciones constructivas.

Dado el estudio efectuado, se afirma que en general las familias consultadas se sienten satisfechas respecto de sus viviendas. Sin embargo, el factor con evaluación más desfavorable fue la “aislación térmica”, debido principalmente a las propiedades térmicas deficientes que presentan los muros perimetrales respecto al emplazamiento del proyecto (zona 3); los cuales presentan una resistencia térmica insuficiente. Por lo tanto, se establece una propuesta constructiva, para dar solución a esta problemática, lo que constituye un aspecto tecnológico sujeto a restricciones presupuestarias.

Dada la falencia que presentan las viviendas en estudio, respecto a bienestar térmico, la incorporación de aislantes térmicos significarán una disminución en el consumo de combustibles usados para la calefacción: en 86,53 kg de Gas Licuado de Petróleo (GLP) y 98,74 lt de Kerosene, ambos por año (especialmente en los períodos fríos). Además, se debe destacar, que los beneficios térmicos repercuten en un mejoramiento de la calidad de vida en período estival, ya que la envolvente aumenta significativamente la resistencia térmica, lo cual reduce del flujo térmico a través de esta, por lo tanto en los períodos calurosos se disminuye la transmisión térmica hacia el interior de la vivienda; dado que sin una aislación térmica adecuada, los muros de las casa

tipo 5, actúan como masas térmicas, adsorbiendo energía durante el día e liberándola al anochecer.

Posteriormente, fue posible observar en el análisis de incorporación de sistema de aislación térmica “Super Therm”, que este no es económicamente factible en tres de los cuatro casos expuestos, sin desmerecer que satisface las exigencias térmicas requeridas por el estado. Por lo tanto, solo es económicamente factible la implementación de este aislante térmico, complementando la inversión inicial con un subsidio estatal para “Obras de Innovación de Eficiencia Energética”; además de calefaccionar las viviendas tipo 5 con GLP, ya que este combustible proporciona mayores beneficios térmico-económico durante un año (versus kerosene), dando que permite que la sumatoria de los “beneficios netos” sea mayor, contribuyendo a un valor positivo del VAN.

Después de realizar este estudio, se concluye que es posible utilizar las metodologías aquí propuestas, para determinar las falencias que afectan hoy en día a las viviendas sociales promedio de albañilería, en base al factor espacial, psicosocial, térmico, acústico, lumínico y seguridad. Esto puede ser realizado por medio de un estudio más amplio sobre el tema, tomando una muestra representativa a nivel nacional y midiendo las percepciones de los propietarios, ya que estos pueden expresar una opinión sobre el tema con toda propiedad; y de esta manera diseñar tipologías de viviendas y soluciones constructivas que satisfagan en forma integral los requerimientos encontrados.

Vale decir, que este estudio es sólo una puerta de entrada para futuras investigaciones, ya que la escasez del bienestar habitacional es un problema latente en los proyectos de viviendas sociales, y aunque se han obtenido resultados positivos en este estudio (dado el instrumento de medición), es necesario implementar medidas, con las cuales, se obtengan mayores resultados y que generen un cambio significativo sobre el diseño de las viviendas, teniendo en cuenta un universo donde los proyectos no discriminan clases sociales para el “bienestar habitacional”, dado que los estratos sociales bajos son los más afectados.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

ÁGUILA, E., Universidad de Santiago de Chile, “¿Qué hacer frente al alza del precio del petróleo? Creemos que es posible mirar más allá de la reducción del impuesto específico”, 2008.

AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION (APA), Editorial El Manual Moderno, 2da Edición, “Manual de estilo de Publicaciones de la American Psychological Association”, 2002.

BETA PAINT, ficha técnica, “Aislación Industrial”, 2012.

Burgos, D., Universidad de Chile, Facultas de Ciencias Físicas y Matemáticas, “Tesis: Análisis y Propuesta de Soluciones Técnicas de Aislación Térmica Exterior en el Mercado Chileno”, 2008.

BUSTAMANTE, W., Pontificia Universidad Católica de Chile, Licitación Pública: N° 587-605-LP06, Desarrollo de la herramienta de certificación del comportamiento térmico de edificios de Chile, “Manual de Referencias Técnicas: Fundamentos Técnicos”, 2007.

CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN, Manual técnico, 1era Edición, “Aislación Térmica Exterior – Manual de diseño para soluciones en edificaciones”, 2008.

CENTRO SISMOLÓGICO NACIONAL, Universidad de Chile, “Sismos Importantes y/o Destructivos (1570 a la fecha) – Magnitud Ms mayor o igual a 7.0”, [en línea] < <http://www.sismologia.cl/links/terremotos/index.html> > [consulta: 24 Enero 2014].

CINTAC, Fabricación y comercialización de sistemas constructivos y productos de acero, “Catalogo de Infraestructura y Distribución”, 2012.

---

## 6. Bibliografía

COQUIMBO, S. Y MARTÍNEZ, L., Instituto de la Vivienda, Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, “Sistematización y Análisis de la Normativa Habitacional Chilena – según el concepto de bienestar habitacional”, 2004.

DECRETO CON FUERZA DE LEY 2, Ministerio de Obras Públicas de Chile, <http://www.mop.cl/>, Santiago, 1959.

DECRETO DE LEY 2.552, Ministerio de Obras Públicas de Chile, <http://www.mop.cl/>, Santiago, 1979.

DECRETO SUPREMO 255, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, <http://www.minvu.cl/>, Santiago, 2007.

DE SOLMINIHAC, H. y THENOUX, G., Ediciones Universidad Católica de Chile, 5ta Edición, “Procesos y Técnicas de Construcción”, 1997.

ENAP, “Tabla de precios de paridad”, [en línea] <<http://www.enap.cl>> [consulta: 05 Febrero 2014].

ESPINACE, R. y SANHUEZA, C., Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Ingeniería, Escuela de Construcción Civil, “Texto Guía para la cátedra de mecánica de suelos”, 2004.

FONDEF, Universidad de Chile, Universidad Federico Santa María, y Fundación Chile, “Bienestar Habitacional – Guía de Diseño para un Hábitat Residencial Sustentable”, 2004.

GODOY, G., Universidad de Chile. Seminario, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, “Rol de la COMVI en el problema habitacional. Santiago”, 1972.

GONZÁLEZ, M., Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Ingeniería de la madera, “Bienestar Habitacional y Eficiencia

Energética de Viviendas Sociales Industrializadas Estructuradas con Madera de Pino Radiata, 2008.

HARAMOTO, E., Instituto de la Vivienda, Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, “Vivienda Social: un desafío para la sustentabilidad del desarrollo”, 1995.

HC ENERGÍA, “Ventajas de la Eficiencia Energética”, [en línea] <<http://www.hcenergia.com>> [consulta: 03 Octubre 2013].

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ-COLLADO, C. Y BAPTISTA, P., Editorial McGraw-Hill, 4da Edición, “Metodología de la Investigación”, 2006.

HIDALGO, R., Instituto de Geografía, Pontificia Universidad de Chile. Centro de investigación Diego Barros Arana, “Continuidad y cambio en un siglo de vivienda social en Chile (1892-1998). Reflexiones a partir del caso de la ciudad de Santiago”, 1999.

HIDALGO, R., Instituto de Geografía, Pontificia Universidad de Chile. Centro de investigación Diego Barros Arana, “La vivienda social en Chile y la construcción del espacio urbano en el Santiago del siglo XX”, 2005.

IDIEM, Universidad de Chile, Seminario: Acústica en la edificación, “Cultura Acústica del Diseño”, 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN; (INN), Normas Chilenas: Catalogo de Normas Chilenas Oficiales. NCh181, Normas Bloques huecos de hormigón de cemento, Of. 1965.

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN; (INN), Normas Chilenas: Catalogo de Normas Chilenas Oficiales. NCh352, Normas condiciones acústicas que deben cumplir los edificios, Of. 2000.

---

## 6. Bibliografía

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN; (INN), Normas Chilenas: Catalogo de Normas Chilenas Oficiales. NCh353, Normas de mensuras en obras de edificación, Of. 2000.

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN; (INN), Normas Chilenas: Catalogo de Normas Chilenas Oficiales. NCh853, Normas de acondicionamiento térmico, envolvente de edificios y transmitancia térmica. 1991

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN; (INN), Normas Chilenas: Catalogo de Normas Chilenas Oficiales. NCh1079, Norma de zonificación climática habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico, Of. 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN; (INN), Normas Chilenas: Catalogo de Normas Chilenas Oficiales. NCh2251, Norma de aislación térmica – resistencia térmica de materiales y elementos de construcción, Of. 1994.

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN; (INN), Normas Chilenas: Catalogo de Normas Chilenas Oficiales. NCh2785, Norma de Medición de aislación acústica en construcciones y elementos de construcción – Mediciones en terreno de la aislación acústica aérea entre recintos, Of. 2003.

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN; (INN), Normas Chilenas: Catalogo de Normas Chilenas Oficiales. NCh2786, Norma de Medición de aislación acústica en construcciones y elementos de construcción – Mediciones en laboratorio de la aislación acústica aérea de elementos de construcción, Of. 2003.

KIBERT, C., Apuntes Aplicaciones Tecnológicas Avanzadas, “Sustainable Construction: Green Building Design and Deliver”, 2011.

LAIKEN, Ficha técnica, “Coatings de Alta Performance –Aislación y control del Fuego”, 2008.

LIPIGAS, hoja de datos de seguridad para sustancia químicas, “Gas Licuado de Petróleo”, 2013.

MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL, Gobierno de Chile, Fondo de Solidaridad e Inversión Social (FOSIS), “Estudio de factibilidad para el diseño de un modelo de gestión y estrategia de intervención que permita dar cumplimiento a los requerimientos de habitabilidad de las familias participantes en el Programa Puente”, 2006.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN y MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, Gobierno de Chile, “Manual de diseño pasivo y eficiencia energética en edificios públicos”, 2013.

MINISTERIO DE ENERGÍA, Gobierno de Chile, “Balance Nacional de Energía”, 2009.

MINISTERIO DE ENERGÍA, Gobierno de Chile, “Consumo eléctrico en el hogar”, [en línea] <<http://www.minenergia.cl/>> [consulta: 03 Octubre 2013].

MINISTERIO DE ENERGÍA, Gobierno de Chile, “Plan de acción de eficiencia energética 2020”, 2013.

MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN, Gobierno de Chile, “Informe Final de Evaluación – Programa Habitabilidad Chile Solidario”, 2010.

MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN, Gobierno de Chile, “Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos”, 2013.

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO, Gobierno de Chile, “Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social”, 2009.

---

## 6. Bibliografía

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO, Gobierno de Chile, “Listado Oficial de Comportamiento al Fuego de Elementos y Componentes de la Construcción”, 2012.

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO, Gobierno de Chile, “Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Aislamiento Acústico”, 2012.

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO, Gobierno de Chile, “Manual de Aplicación Reglamentación Térmica – Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones Artículo 4.1.10”, 2006.

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO, Gobierno de Chile, “Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones”, 2011.

MONTESINOS, W., Facultas de Ingeniería, Universidad Andrés Bello, “Apuntes Clases: Aplicaciones tecnológicas avanzadas”, 2012.

MOORE, F., Facultas de Ingeniería, Universidad Andrés Bello, “Apuntes Clases: Instalación en edificios”, 2011.

MOORE, F., Facultad de Ciencias de la Construcción, Universidad Tecnológica Metropolitana, “Diseño y Construcción en Madera”, 2008.

OLMEDO. 2005., Universidad de Chile, “Necesidades de calefacción de una vivienda experimental de madera en la Región Metropolitana”, 2005.

PEMEX, hoja de datos de seguridad para sustancia químicas, “Gas Licuado de Petróleo y Parafina Kerosene”, 2007.

RAGATZ, R., Balance de Materia y Energía, “Principios de los procesos Químicos”, 1982.

## 6. Bibliografía

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, Definiciones de palabras en la lengua española, “Diccionario de la lengua española”, [en línea] <<http://www.rae.es/>> [consulta: 01 Noviembre 2013]

RODRÍGUEZ, G., Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, “Clima y construcción habitacional: conceptos térmicos. Apuntes del curso Física de la Construcción, 2007

SARMIENTO, P., Universidad de Chile, 1era edición de, “Energía Solar en Arquitectura y Construcción, 2007.

SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL, Gobierno de Chile, “Anexo 2 – Detalles de la obra gruesa”, 2013.

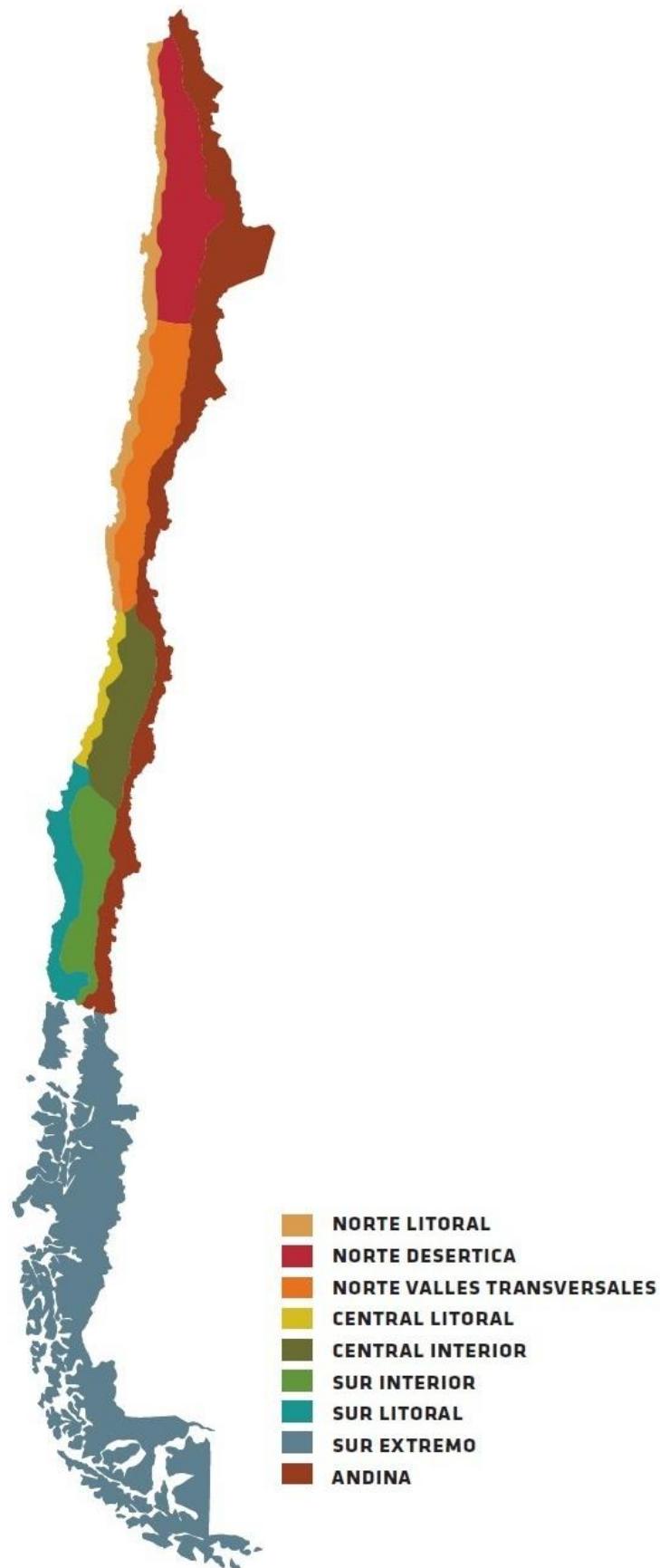
TIMBERCRET, Prefabricados de hormigón, “Catalogo de prefabricados de hormigón – Alféizar”, [en línea] <<http://www.timbercret.cl/>> [consulta: 26 Noviembre 2013].

WATINE, X., Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI), Universidad Pontificia Comillas, “Gestión Térmica de una Vivienda con Mínimo Consumo en Energía”, 2007.

**ANEXO A: PLANO DE LOTEO CONJUNTO DE VIVIENDAS SOCIALES  
VILLA CERVANTES, VIVIENDAS TIPO 5, COMUNA DE SAN JOAQUÍN.**



**ANEXO B: MAPA DE ZONIFICACIÓN CLIMÁTICO HABITACIONAL DE LA  
NCH1079-2008**



**Figura 1.3.2.3:** Mapa de la zonificación climático habitacional de la NCh1079-2008.

Fuente: NCh1079-2008.

**ANEXO C: MAPA DE ZONIFICACIÓN TÉRMICA HABITACIONAL DE LA  
O.G.U.C.-2012**



**Figura I.3.2.4:** Mapa de zonificación térmica  
**Fuente:** [www.mart.cl](http://www.mart.cl)

**ANEXO D: MAPA DE ZONIFICACIÓN TÉRMICA Y CLIMÁTICO**



**Figura I.3.2.5:** Mapa de zonificación térmica (colores) y límites (líneas oscuras) de la zonificación climático habitacional de la NCh 1079.

**Fuente:** [www.mart.cl](http://www.mart.cl) y NCh1079-2008

**APÉNDICE A: ENCUESTA DE PERCEPCIÓN – BIENESTAR  
HABITACIONAL**



ENCUESTA DE PERCEPCIÓN - BIENESTAR HABITABILIDAD

Vivienda N°: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_  
Dirección: \_\_\_\_\_  
Cantidad de Habitantes: \_\_\_\_\_

Orientación: \_\_\_\_\_  
Tipo de Cubierta: \_\_\_\_\_  
Tiempo de Residencia: \_\_\_\_\_

- A. Con respecto a su casa, por favor responda a las siguientes preguntas marcando la opción que mejor refleje su preferencia:

		Muy Buena	Buena	Regular	Mala	Muy Mala
1	¿Cómo considera la aislación térmica de su vivienda en invierno?					
2	¿Cómo está su satisfacción con el gasto de calefaccionar su vivienda en invierno?					
3	¿Cómo considera la aislación térmica de su vivienda en verano?					
4	¿Cuál es su satisfacción al interior de su vivienda frente al calor en verano?					
5	¿Cómo es la iluminación natural dentro de la vivienda para las actividades que se realizan?					
6	¿Cómo encuentra la aislación acústica entre los diferentes sectores de la vivienda?					
7	¿Cómo considera la aislación acústica del muro divisorio de su vivienda?					
8	¿Cómo es la aislación acústica que presenta su vivienda frente a ruidos externos?					
9	¿Cómo considera usted la seguridad de su vivienda frente al fuego?					
10	¿Cómo considera usted el comportamiento de su vivienda frente a un sismo?					
11	¿Cómo encuentra el comportamiento de su vivienda frente a la lluvia?					
12	¿Cómo encuentra el comportamiento de su vivienda frente a la humedad /condensación?					
13	¿Cómo considera la calidad de su vivienda de albañilería?					
14	¿Cómo calificaría su nivel de satisfacción con respecto a su vivienda?					

B. ¿Qué combustible utiliza para calefaccionar su casa durante el invierno?

( ) Parafina  
( ) Leña

( ) Gas licuado  
( ) Electricidad

( ) Otro  
( ) Ninguno

C. Sobre su vivienda marque “Si” o “No” en relación a las siguientes consultas:

			Si	No
1	Muros Perimetrales	a Instalación de aislante b Instalación de revestimiento cara interior		
2	Cubierta	a Instalación de aislante b Instalación de cielo		
3	Problemas	a Humedad de condensación Interior vivienda b Muros con filtración de agua-lluvia c Cubierta con filtración de agua-lluvia d Inundación		

D. Sobre su vivienda marque “Si” o “No” en relación a las siguientes consultas respecto a habitabilidad:

		Si	No
1	¿Cuenta con agua no contaminada?		
2	¿Cuenta con un sistema de energía adecuado?		
3	¿Cuenta con un sistema de eliminación de excretas adecuado?		
4	¿Su casa se llueve, se inunda, y está bien sellada?		
5	¿Cuenta su vivienda con al menos dos piezas habitables?		
6	¿Cada Miembro de su familia tiene su cama con equipamiento básico?		
7	¿Cuenta con equipamiento básico para la alimentación de los miembros de la familia (batería de cocina, vajilla y cubiertos)?		
8	¿Dispone de un sistema adecuado de eliminación de basura?		
9	¿Considera que el entorno de su vivienda está libre de contaminación?		
10	¿Tiene acceso al subsidio de pago del consumo de agua potable, si corresponde?		

**APÉNDICE B: CUADRO DE ANÁLISIS – ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA,  
RESULTADOS DE ENCUESTA DE PERCEPCIÓN DEL BIENESTAR  
HABITACIONAL**

Orientación	Vivienda	Años de Residencia	Cantidad de Habitantes	PARTE "A" - ITEM														PARTE "B" - Combustibles utilizado para Calefaccionar las viviendas						
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Parafina	Gas Licuado	Lería	Electricidad	Otro	Ninguno	
Oeste	1	21	5	2	1	3	3	1	4	3	2	5	5	4	2	4	5	4	4	5	5	4	x	x
Sur	2	45	3	3	3	3	3	3	2	2	2	5	5	5	3	5	4	5	5	4	5	5	x	x
Norte	3	24	4	2	2	2	4	3	3	4	4	5	4	4	5	5	3	4	5	5	4	5	x	x
Oeste	4	45	4	4	4	5	5	3	3	4	4	4	5	5	4	4	5	5	4	5	5	4	x	x
Este	5	40	4	2	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	5	5	4	4	4	5	5	4	x	x
Norte	6	45	4	2	3	3	3	4	4	5	4	3	3	4	5	5	4	4	4	5	5	4	x	x
Sur	7	40	3	4	3	2	2	1	2	1	2	1	2	1	3	4	5	4	4	5	5	1	x	x
Oeste	8	45	3	3	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	3	4	5	4	4	5	5	1	x	x
Sur	9	45	4	5	3	2	5	4	3	3	4	4	3	3	4	5	5	4	4	5	5	4	x	x
Oeste	10	45	4	3	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5	x	x
Este	11	46	2	3	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5	x	x
Norte	12	35	5	2	3	3	3	3	4	4	3	2	3	4	3	2	4	5	4	4	4	4	x	x
Este	13	15	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	2	4	5	4	4	4	x	x
Este	14	42	2	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	5	4	4	5	4	4	4	x	x
Norte	1	45	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	x	x
Sur	2	1	3	2	3	3	2	3	3	4	4	3	4	3	4	5	4	4	4	3	4	4	x	x
Oeste	3	43	2	4	3	4	4	4	4	5	3	3	4	4	3	4	5	4	4	5	4	4	x	x
Este	4	46	3	3	3	4	4	4	4	5	3	3	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	x	x
Norte	5	40	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	x	x
Norte	6	45	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	x	x
Oeste	7	14	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	x	x
Sur	8	42	1	2	2	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	2	4	5	4	4	4	4	x	x
Sur	9	16	2	2	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	x	x
Norte	10	46	3	4	4	3	3	3	3	2	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	x	x
Sur	11	12	2	3	3	2	2	2	2	4	4	3	4	4	3	2	4	5	4	4	4	4	x	x
Este	12	18	2	3	3	2	2	2	2	4	4	3	4	4	3	4	4	5	4	4	4	4	x	x
Este	1	35	3	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	3	4	4	5	4	4	4	4	x	x
Norte	2	37	2	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	5	4	4	4	4	4	x	x
Sur	3	46	3	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	3	4	5	4	4	4	4	4	x	x
Este	4	15	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	5	4	4	4	4	4	x	x
Oeste	5	40	1	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	5	4	4	4	4	4	x	x
Oeste	6	2	2	2	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	5	4	4	4	4	4	x	x
Este	7	46	5	3	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	x	x
Sur	8	45	4	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	4	3	4	5	4	4	4	4	4	x	x
Oeste	9	35	3	2	3	3	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	x	x
Este	10	46	2	3	3	2	2	2	3	3	4	4	4	4	4	3	4	5	4	4	4	4	x	x
Oeste	11	44	2	2	2	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3	4	5	4	4	4	4	x	x
Norte	12	1	4	3	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3	2	4	4	4	4	4	4	x	x
Sur	13	40	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	5	4	4	4	4	x	x
Oeste	14	40	4	3	2	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4	5	4	4	4	4	x	x
Norte	1	46	2	3	2	2	2	2	2	4	4	3	2	4	4	3	5	4	4	4	4	4	x	x
Este	2	40	3	4	2	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	4	5	4	4	5	4	4	x	x
Sur	3	36	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	2	4	5	4	4	5	4	x	x
Oeste	4	12	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	5	4	4	4	4	x	x
Este	5	46	2	3	3	2	3	3	2	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	x	x
Oeste	6	40	2	2	3	2	3	2	2	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	4	4	4	x	x
Norte	7	41	5	3	3	3	2	2	2	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	4	4	4	x	x
Oeste	8	40	4	3	2	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	x	x
Este	9	27	4	4	4	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	x	x
Norte	10	42	3	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	x	x
Sur	11	15	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	5	4	4	4	4	x	x
Sur	12	40	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	5	4	4	4	4	x	x
Promedio	34,6	3,0	1,0	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,7	0,7	0,9	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	Total	3
Desv. Estándar	13,6	5,0	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	Porcentaje	0
Máximo	46	5	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	0,0%	0,0%
Mínimo	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	0,0%	0,0%

Orientación	Vivienda	Muro Perimetral		Cubierta		Problemas		PARTIDA "D" - ITEM										Tipo de Cubiertas por Vivienda					
		a	b	a	b	c	d	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	THV	TA	PZ	TAG	TC	
Oeste	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Sur	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Norte	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Oeste	4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Este	5	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Norte	6	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Sur	7	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Oeste	8	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Sur	9	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Oeste	10	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Este	11	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Norte	12	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Este	13	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Oeste	14	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Norte	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Sur	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Oeste	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Este	4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Norte	5	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Norte	6	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Oeste	7	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Sur	8	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Sur	9	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Norte	10	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Sur	11	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Oeste	12	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Este	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Norte	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Sur	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Oeste	4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Oeste	5	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Oeste	6	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Oeste	7	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Sur	8	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Oeste	9	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Norte	10	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Sur	11	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Sur	12	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	x	x	x	x	
Promedio	"Donde Sí=1 y No=0"	0	0	52	52	0	0	0	0	52	52	52	52	52	52	52	52	0	Total	31	3	14	Total
Desv. Estándar	0	0	0	0%	100%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	Porcentaje	2	2	2	2
Máximo	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	Porcentaje	26,9%	26,9%	26,9%	26,9%
Mínimo	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	Porcentaje	5,8%	5,8%	5,8%	5,8%

**Cuadro B.1**  
**Abreviaturas de los tipos de cubierta por vivienda**

Abreviaturas - Cuadro de Análisis	
PZ	Planchas de zinc
THV	Teja de Hormigón Vibrado
TA	Teja Asfáltica
TAG	Teja Acero Gravillada
TC	Teja Cerámica

Fuente: Elaboración propia en base a Cuadro de Análisis de Datos  
“Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”

**Cuadro B.2**  
**Análisis por tipos de cubierta – vivienda tipo 5**

TIPO DE CUBIERTA	Puntaje Promedio por Tipo de Cubierta				
	¿Cómo considera la aislación térmica de su vivienda en invierno?	¿Cómo está su satisfacción con el gasto en calefaccionar de su vivienda en invierno?	¿Cómo considera la aislación térmica de su vivienda en verano?	¿Cuál es su satisfacción en el interior de su vivienda frente al calor en el verano?	¿Cómo encuentra el comportamiento de su vivienda frente a la lluvia?
THV	3,2	2,7	3,3	3,3	4,1
TA	3,0	3,0	3,3	3,3	4,0
PZ	3,2	3,0	2,6	2,7	4,1
TAG	2,5	2,5	3,5	3,5	4,0
TC	2,5	2,0	4,0	4,0	4,0
PROM.	2,9	2,6	3,3	3,4	4,0
DEV.	0,351	0,418	0,488	0,463	0,047

Fuente: Elaboración propia en base a Cuadro de Análisis de Datos  
“Encuesta de Percepción – Bienestar Habitacional”

**APÉNDICE C: SEGURIDAD DE LAS VIVIENDAS FRENTE AL FUEGO  
DURACIÓN DE ENSAYOS Y CLASIFICACIÓN DE FUEGOS**

Dado el punto 8.8.3 de la NCh935, donde el tiempo de duración del ensayo, contando desde el inicio del periodo de calentamiento, durante el cual el elemento ensayado cumple con los requisitos exigidos, debe ser expresado en minutos.

**Cuadro C.1**  
**Clasificación de elementos de construcción, según ensayo de resistencia al fuego**

Clase	Duración (min)
F-0	[0 -15[
F-15	[15 -30[
F-30	[30 -60[
F-60	[60 -90[
F-90	[90 -120[
F-120	[120 -150[
F-150	[150 -180[
F-180	[180 -240[
F-240	[240 ó más

Fuente: NCh935.Of97

**Cuadro C.2**  
**Programa térmico para el horno de ensayo**

<b>Horno de Ensayo</b>	
Tiempo, t en min.	Elevación de la temperatura del horno ( $T-T_0$ ) en °C
0	0
1	329
2	425
3	482
4	525
5	556
10	658
15	719
30	822
60	925
90	986
120	1029
150	1062
180	1090
240	1133
360	1194

Fuente: NCh935.Of97

**Cuadro C.3  
Tipos de Fuego**

<b>Clasificación de Fuegos según NCh934.Of94</b>	
a	Combustibles comunes (madera, papel, géneros, plásticos, etc.)
b	Líquidos inflamables (aceite, grasas, gases inflamables, etc.)
c	Equipos eléctricos energizados
d	Metales combustibles (magnesio, litio, sodio, titanio potasio y zirconio)

Fuente: NCh934.Of94

**APÉNDICE D: CARACTERÍSTICAS TÉRMICA - VIVIENDA TIPO 5**

Características térmica - vivienda tipo 5 Original											
Material	Espesor (m)	$\lambda$ [(W/(m°C))]	R [(m²°C)/W]	$R_{si}$ [(m²°C)/W]	$R_{se}$ [(m²°C)/W]	$R_g$ [(m²°C)/W]	$R_{ti}$ [(m²°C)/W]	Uti [W/(m²°C)]	% superficie	RT [(m²°C)/W]	UT [(W/(m²°C))]
B.H.V. Capa Exterior (adosado)	0,035	1,63	0,021	-	-	-	-	-	-	-	-
B.H.V. Capa Interior (adosado)	0,035	1,63	0,021	0,12	0,12	-	-	0,448	2,232	15,51	25,8%
Cámara de aire	0,12	-	-	-	-	0,165	-	-	-	-	-
B.H.V. Capa Exterior (al exterior)	0,035	1,63	0,021	-	-	-	-	-	-	-	-
B.H.V. Capa Interior (al exterior)	0,035	1,63	0,021	0,12	0,05	-	-	0,378	2,646	34,07	56,6%
Cámara de aire	0,12	-	-	-	-	0,165	-	-	-	-	-
Madera (ConCh) Capa Ext. (Puerta)	0,004	0,28	0,014	-	-	-	-	-	-	-	-
Madera (ConCh) Capa Int. (Puerta)	0,004	0,28	0,014	0,12	0,05	-	-	0,364	2,750	3,44	5,7%
Cámara de aire	0,029	-	-	-	-	0,165	-	-	-	-	-
Vidrio (ventanas)	0,006	1,2	0,005	0,12	0,05	-	-	0,175	5,714	7,14	11,9%
Cielo yeso-cartón	0,1	0,31	0,323	0,09	0,05	-	-	2,323	0,430	40,92	100,0%
Cubierta	0,08	0,043	1,860	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Envolvente</b>											
<b>Muro</b>											
<b>Cubierta</b>											
<b>Superficie Total Muro [m]</b>											60,16
<b>Superficie Total Cielo [m]</b>											40,92

Características térmicas - vivienda tipo 5 Aislada con Pintura "Super therm"									
Material	Espesor (m)	$\lambda$ [(W/(m°C))]	R [(m²°C)/W]	$R_{si}$ [(m²°C)/W]	$R_{se}$ [(m²°C)/W]	Rg [(m²°C)/W]	$R_{ti}$ [(m²°C)/W]	Uti [W/(m²°C)]	UT [(W/(m²°C))]
B.H.V. Capa Exterior (adosado)	0,035	1,63	0,021			-			
B.H.V. Capa Interior (adosado)	0,035	1,63	0,021	0,12	0,12	-	0,448	2,232	15,51
Cámara de aire	0,12	-				0,165			25,8%
B.H.V. Capa Exterior (al exterior)	0,035	1,63	0,021			-			
B.H.V. Capa Interior (al exterior)	0,035	1,63	0,021	0,12	0,05	-	0,711	1,406	34,07
Pintura "Super therm"	0,001	0,003	0,333						56,6%
Cámara de aire	0,12	-				0,165			0,560
Madera (ConCh) Capa Ext. (Puerta)	0,004	0,28	0,014			-			1,786
Madera (ConCh) Capa Int. (Puerta)	0,004	0,28	0,014	0,12	0,05	-	0,364	2,750	3,44
Cámara de aire	0,029	-				0,165			5,7%
Vidrio (ventanas)	0,006	1,2	0,005	0,12	0,05	-	0,175	5,714	7,14
Cielo yeso-cartón	0,1	0,31	0,323	0,09	0,05	-	2,323	0,430	11,9%
Poliestireno expandido (10kg/m³)	0,08	0,043	1,860						100,0%
Cubierta									2,323
Envolvente Muro									
Superficie Total Muro [m]									
60,16									
Cubierta									
Superficie Total Cielo [m]									
40,92									

**Cuadro D.1**  
**Características Térmicas elementos constructivos de envolvente original**

		Resistencia y transmitancia térmica		
		Material	Rti [(m <sup>2</sup> °C)/W]	Uti [W/(m <sup>2</sup> °C)]
Envolvente	Muro	B.H.V. Capa Exterior (adosado)		
		B.H.V. Capa Interior (adosado)	0,448	2,232
		Cámara de aire		
		B.H.V. Capa Exterior (al exterior)		
		B.H.V. Capa Interior (al exterior)	0,378	2,646
		Cámara de aire		
	Madera (ContCh) Capa Ext. (Puerta)	Madera (ContCh) Capa Ext. (Puerta)		
		Madera (ContCh) Capa Int. (Puerta)	0,364	2,750
		Cámara de aire		
	Vidrio (ventanas)	Vidrio (ventanas)	0,175	5,714
		Cielo yeso-cartón	2,323	0,430
	Cubierta	Poliestireno expandido (10kg/m <sup>3</sup> )		

Fuente: Elaboración propia

**Cuadro D.2**  
**Características Térmicas elementos constructivos de envolvente mejorada**

		Resistencia y transmitancia térmica		
		Material	Rti [(m <sup>2</sup> °C)/W]	Uti [W/(m <sup>2</sup> °C)]
Envolvente	Muro	B.H.V. Capa Exterior (adosado)		
		B.H.V. Capa Interior (adosado)	0,448	2,232
		Cámara de aire		
		B.H.V. Capa Exterior (al exterior)		
		B.H.V. Capa Interior (al exterior)	0,711	1,406
		Pintura Super therm		
		Cámara de aire		
	Madera (ContCh) Capa Ext. (Puerta)	Madera (ContCh) Capa Ext. (Puerta)		
		Madera (ContCh) Capa Int. (Puerta)	0,364	2,750
		Cámara de aire		
	Vidrio (ventanas)	Vidrio (ventanas)	0,175	5,714
		Cielo yeso-cartón	2,323	0,430
	Cubierta	Poliestireno expandido (10kg/m <sup>3</sup> )		

Fuente: Elaboración propia

## **APÉNDICE E: FLUJO TÉRMICO - VIVIENDA TIPO 5**

Material	R <sub>ti</sub> [(m <sup>2</sup> °C)/W]	U <sub>ti</sub> [W/(m <sup>2</sup> °C)]	S <sub>ti</sub> (m <sup>2</sup> )	V <sub>i</sub> (m <sup>3</sup> )	Gv2 [(W/(m <sup>3</sup> °C))]	F <sub>TT</sub> [W/°C]	F <sub>TTT</sub> [W/°C]	F <sub>TTV</sub> [W/°C]	F <sub>TC</sub> [W/°C]
<b>Flujo Térmico Elementos de envolvente - Vivienda Original</b>									
Muro Perimetral (adosado)	0,448	2,232	15,51			34,62			
Muro Perimetral (exterior)	0,378	2,646	34,07			90,14			
Puerta Madera (Contch)	0,364	2,750	3,44	96,16	2,39	9,46	192,63	230,21	37,58
Vidrio (ventanas)	0,175	5,714	7,14			40,81			
Cubierta (yeso-cartón-pelestireno)	2,323	0,430	40,92			17,60			
<b>Flujo Térmico Elementos de envolvente - Vivienda Aislada Super Therm</b>									
Muro Perimetral (adosado)	0,448	2,232	15,51			34,62			
<b>Muro Perimetral Aislado (Exterior)</b>	<b>0,711</b>	<b>1,406</b>	<b>34,07</b>			<b>47,90</b>			
Puerta Madera (Contch)	0,364	2,750	3,44	96,16	1,83	9,46	150,38	175,59	25,21
Vidrio (ventanas)	0,175	5,714	7,14			40,81			
Cubierta (yeso-cartón-pelestireno)	2,323	0,430	40,92			17,60			

\*Flujo Térmico por Transmisión (FTT)  
 \*Flujo Térmico por Transmisión Total (FTTT)  
 \*Flujo Térmico por Convección (FTC)  
 \*Flujo Térmico Total vivienda (FTTV)

**APÉNDICE F: CONSUMO ENERGÉTICO Y ECONÓMICO PARA  
CALEFACCIÓN**

Combustible	$h$ (m)	$V_i$ (m <sup>3</sup> )	Gv2 [[W/(m <sup>3</sup> °C)]]	GDa (°C/año)	PC (kcal/unid)	$\eta$ (unid/kWh)	Pcomb (UF/unid)	ERC [kWh/m <sup>2</sup> año]	ERCT [kWh/año]	CRC [Unid/m <sup>2</sup> año]	CRCT [Unid/año]	GERC (UF/m <sup>2</sup> año)	GERCT (UF/año)
<b>Consumo Térmico y Económico - Vivienda Original</b>													
GLP (kg)	2,35	96,16	2,39	875	12000	0,95	0,051	118,144	4834,448	8,913	364,704	0,45	18,60
Parafina (lt)					11100	0,9	0,028			10,171	416,179	0,29	11,70
<b>Consumo Térmico y Económico - Vivienda Aislada Super Therm</b>													
GLP (kg)	2,35	96,16	1,83	875	12000	0,95	0,051	90,113	3687,428	6,798	278,174	0,35	14,18
Parafina (lt)					11100	0,9	0,028			7,757	317,436	0,22	8,92

\*Precio combustible: 09/02/14