

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**  
**SEDE CONCEPCIÓN REY BALDUINO DE BÉLGICA**  
**CONCEPCIÓN**

**PROPUESTA DE MEJORA PARA DOS EDIFICIOS DE LA  
COMUNA DE SAN PEDRO DE LA PAZ, CON SUBSIDIO DE  
ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO**

**RUBEN MARCO HERRERA FREDES**

**2018**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**

**SEDE CONCEPCIÓN**

**“REY BALDUINO DE BÉLGICA”**

**PROPUESTA DE MEJORA PARA DOS EDIFICIOS DE LA**

**COMUNA DE SAN PEDRO DE LA PAZ,**

**CON SUBSIDIO DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO**

**TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO CONSTRUCTOR**

**Alumno : Rubén Marco Herrera Fredes**

**Profesor Guía : Sra. Angélica López Guzmán**

**2018**

## AGRADECIMIENTOS

*En este espacio quiero dar mis sinceros agradecimientos a todas las personas que de una u otra forma me incentivaron a tomar la decisión de continuar mis estudios, dado que al inicio se ve un largo camino por recorrer, por si solo cuesta tomar la decisión.*

*Hoy en día ad portas de cumplir este objetivo tan importante no me queda más que agradecer a muchas personas, familiares, amigos etc. Sin embargo el agradecimiento especial es para mi señora Pamela Perret Ruiz, quien no solo me incentivo desde el principio a tomar esta decisión, sino que me ha apoyado y ayudado mucho, durante todos estos años de estudio, creo sinceramente que sin su ayuda esto habría sido mucho más difícil.*

*Gracias*

*Rubén Marco Herrera Fredes*

## **RESUMEN**

El presente trabajo título tiene como objetivo proponer un sistema de aislación térmica par dos edificios habitacionales ubicados en población Candelaria, comuna de San Pedro de la paz, a través de un subsidio para acondicionamiento térmico.

Para llevar a cabo esto es necesario primero que nada, identificar cuáles son las exigencias que nos plantea la Ordenanza general de Urbanismo y Construcciones, en lo referente a aislación térmica para las viviendas en Chile, cuáles son las exigencia que allí se plantean, y de qué forma cumplir con las condiciones establecidas; describe además en que consiste el subsidio para acondicionamiento térmico, que esta inserto dentro del Programa de Protección al Patrimonio Familiar, (PPPF), según Decreto Supremo 255, del ministerio de Vivienda y Urbanismo del año 2006.

Para poder determinar si los edificios pueden ser incorporados al programa (PPPF), fue necesario realizar un levantamiento de los edificios en estudio, con la finalidad de recabar la mayor cantidad de información necesaria posible, tales como su materialidad de la estructura principal, superficies de los departamentos, superficie de la envolvente, tipo de ventanas, año de construcción, etc. sin la cual sería imposible realizar este trabajo.

Otros antecedentes importantes que se debieron considerar son los materiales aislantes térmicos que podemos utilizar para este proyecto, dado que debemos cumplir con las exigencias de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones,

fue necesario averiguar cuáles son las características técnicas de estos materiales, su conductividad, su densidad y su comportamiento en el tiempo, para así determinar cuál podría ser la mejor opción posible.

Finalmente considerando las características de los aislantes térmicos se plantean soluciones de aislación para techo y muros por separado, debido a que las exigencias son distintas, y no todos los aislantes pueden ser usados en ambos casos, por lo cual se proponen cinco alternativas posibles, de las cuales Se deberá elegir la que mejor cumple con el objetivo trazado.

## **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

INTRODUCCION .....	1
OBJETIVO GENERAL.....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
<b>CAPÍTULO 1: GENERALIDADES, HISTORIA, MARCO CONCEPTUAL, NORMATIVA VIGENTE Y FUNDAMENTO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
1.1    GENERALIDADES.....	6
1.2    HISTORIA DEL ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO.....	7
1.3    MARCO CONCEPTUAL O TERMINOLOGÍA .....	9
1.4    NORMATIVA VIGENTE .....	13
1.4.1    OGUC, Artículos a cumplir .....	13
1.4.1.1    Exigencias para complejo de techumbre, muros perimetrales y pisos ventilados.....	13
1.4.1.1.1    Techumbres.....	14
1.4.1.1.2    Muros.....	15
1.4.1.1.3    Pisos ventilados .....	16
1.4.1.2    Exigencias para ventanas .....	18
1.4.1.2.1    Porcentaje máximo superficie de ventanas respecto a paramentos verticales de la envolvente.....	18
1.4.1.2.2    Método alternativo del “U” ponderado .....	21
1.4.2    Resolución especial para condominios sociales.....	23
1.5    FUNDAMENTO TEÓRICO .....	27
1.5.1    Forma de cálculo .....	28
1.5.2    Transmitancia térmica de la envolvente .....	29
1.6    SUBSIDIO “PROGRAMA DE PROTECCIÓN AL PATRIMONIO FAMILIAR “PPPF” ...	30
1.6.1    Generalidades .....	30
1.6.2    Definiciones .....	31
1.6.3    Tipos de subsidios .....	34

1.6.4	Subsidio condominio social .....	36
1.6.5	Dónde y cómo se postula .....	37
1.6.5.1	El proceso de postulación implica los siguientes pasos: .....	38
1.6.6	Los montos del subsidio .....	38
1.6.7	Incrementos del subsidio para condominio social.....	38
1.6.8	Subsidio adicional.....	39
1.6.9	Factores de prelación para definir los condominios seleccionados.....	40

**CAPÍTULO 2: SITUACIÓN ACTUAL DE LOS BLOCK EN ESTUDIO ..... 43**

2.1	GENERALIDADES .....	44
2.2	UBICACIÓN SECTOR .....	45
2.3	PLANTA ARQUITECTURA DE LOS BLOCK .....	45
2.4	CONDICIONES ACTUALES DE LOS DEPARTAMENTOS .....	49
2.5	ANTECEDENTES NECESARIOS PARA EL ESTUDIO DE LA AISLACIÓN.....	51
2.5.1	Condiciones iniciales de aislación térmica de los edificios.....	53
2.5.1.1	Complejo de muros .....	53
2.5.1.2	Complejo de techumbre .....	55
2.5.1.3	Complejo de piso ventilado .....	55
2.5.1.4	Complejo de ventanas .....	55

**CAPÍTULO 3: DISTINTOS TIPOS DE MATERIALES PARA AISLACIÓN TÉRMICA..... 61**

3.1	GENERALIDADES .....	62
3.1.1	Reacondicionamiento térmico de los edificios .....	62
3.2	MATERIALES AISLANTES TÉRMICOS.....	63
3.2.1	Poliestireno expandido.....	63
3.2.1.1	Medio ambiente.....	64
3.2.2	Lana mineral .....	64
3.2.2.1	Medio ambiente.....	68
3.2.3	Lana de vidrio.....	68
3.2.3.1	Medio ambiente.....	71

3.2.4	Poliuretano .....	71
3.2.4.1	Medio ambiente.....	73
3.2.5	Celulosa proyectada.....	74
3.2.5.1	Medio ambiente.....	75

**CAPÍTULO 4: ALTERNATIVAS PROPUESTAS PARA AISLACIÓN TÉRMICA DE LOS EDIFICIOS EN ESTUDIO..... 76**

4.1	GENERALIDADES .....	77
4.2	DEL SUBSIDIO.....	79
4.3	PROPUESTAS DE SISTEMAS ACONDICIONAMIENTO TERMICO. ....	81
4.3.1	Gráfico de Costo de las Soluciones Propuestas. ....	91
4.3.2	Resumen de Ventajas y Desventajas de Cada Alternativa propuesta.....	92

CONCLUSIONES.....	93
BIBLIOGRAFIA .....	95
ANEXOS .....	97

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Exigencias para techumbres, muros y pisos .....	14
Tabla 1-2: Incorporación del R100 .....	17
Tabla 1-3: Exigencias para ventanas.....	20
Tabla 1-4: Aplicación del U ponderado .....	22
Tabla 1-5: Extracto de tabla N° 1 de la Res. Ex 2880 .....	24
Tabla 1-6: Para incremento de subsidio de Eficiencia energética de la Res. Ex 288025	
Tabla 1-7: Para subsidio adicional de Eficiencia energética de la Res. Ex 2880.....	26
Tabla 1-8: Resistencia Térmica de las Superficies .....	29
Tabla 1-9: Montos y Ahorros requeridos.....	40
Tabla 1-10: Factores de prelación nacional .....	41
Tabla 1-11: Factores de prelación regional.....	42
Tabla 2-1: Superficies Block 514.....	52
Tabla 2-2: Superficies Block 518.....	52
Tabla 2-3: Complejo de muro 1 (muros de albañilería de ladrillo).....	54
Tabla 2-4: Complejo de muro 2 (muros de hormigón) .....	54
Tabla 2-5: Complejos Techumbre.....	55
Tabla 2-6: Porcentaje de superficie de ventanas Block 514 .....	56
Tabla 2-7: Porcentaje de superficie de ventanas Block 518 .....	57
Tabla 3-1: Presentación de Colchoneta Libre, en el Mercado .....	66
Tabla 3-2: Presentación de Colchoneta Papel Una Cara, en el Mercado.....	66
Tabla 3-3: Presentación de Colchoneta Papel Dos Caras, en el Mercado .....	67
Tabla 3-4: Presentación de Aislan Roll, en el Mercado.....	67
Tabla 3-5: Presentación del producto en Rollo, en el Mercado .....	70
Tabla 3-6: Presentación del producto en Panel Libre, en el Mercado .....	70
Tabla 3-7: Presentación del producto en panel, papel una cara, en el Mercado .....	70
Tabla 3-8: Rendimiento de la Celulosa Proyectada .....	74
Tabla 4-1: Comparativo de Materiales para Cubierta .....	78

Tabla 4-2: Comparativo de Materiales para Muros .....	79
Tabla 4-3: Presupuesto Alternativa N°1. Lana Mineral en Techo y Sistema EIFS en Muros. ....	82
Tabla 4-4: Presupuesto Alternativa N°2. Lana de Vidrio en Techo y Celulosa Proyectada en Muros.....	84
Tabla 4-5: Presupuesto Alternativa N°3. Poliestireno Expandido en Techo y Sistema EIFS en Muros .....	86
Tabla 4-6: Presupuesto Alternativa N°4. Celulosa Proyectada en Techo y Muros. ...	88
Tabla 4-7: Presupuesto Alternativa N°5. Poliuretano Proyectado en Techo y Muros. ....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Diagrama de flujo térmico a través de un muro de espesor “e”.....	27
Figura 2-1: Ubicación del Proyecto .....	45
Figura 2-2: Planta de arquitectura Block 514 .....	46
Figura 2-3: Planta de arquitectura Block 514 .....	47
Figura 2-4: Foto Exterior del Block 514.....	48
Figura 2-5: Foto Exterior del Block 518.....	48
Figura 2-6: Estado de los Depto.....	49
Figura 2-7: Estado de los Depto.....	50
Figura 2-8: Estado de los Depto.....	50
Figura 2-9: Estado de los Depto.....	51
Figura 3-1: Densidad v/s Conductividad Térmica .....	69
Figura 3-2: Panel de Poliuretano Tipo Sándwich .....	73
Figura 4-1: Alternativa N°1. Lana Mineral en Techo y Sistema EIFS en Muros.....	81
Figura 4-2: Alternativa N°2. Lana de vidrio en techo y Celulosa proyectada en Muros .....	83
Figura 4-3: Alternativa N°3. Poliestireno Expandido en Techo y Sistema EIFS en Muros .....	85
Figura 4-4: Alternativa N°4. Celulosa proyectada en Techo y Muros.....	87
Figura 4-5: Alternativa N°5. Poliuretano Proyectado en Techo y Muros.....	89

## **INTRODUCCION**

El objetivo principal de la construcción de viviendas es la protección que esta nos puede entregar, ya sea ante los factores climáticos, (lluvia, frío, calor, etc.) como también otros factores que nos puedan causar daño, tales como animales salvajes en zonas rurales, o robos principalmente en zonas urbanas.

Hoy en día existe una gran variedad de viviendas, diferenciándose una de otra en varios aspectos, tales como, superficie, materialidad, diseños, ubicación, etc. Sin embargo muchas de ellas no cuentan con las condiciones mínimas que hoy en día se considera para ser catalogada como tal. Para mejorar esta situación se crean instrumentos que nos ayudan a uniformar los criterios y condiciones mínimas que deben cumplir las viviendas.

En nuestro país tenemos la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, (OGUC), que nos entrega los parámetros y estándares mínimos que deben cumplir todas las viviendas regularizadas, no obstante esta ordenanza va cambiando con el tiempo e incluyendo nuevas exigencias, para las construcciones que se edifiquen de ahí en adelante, dejando fuera de norma algunas edificaciones construidas en años anteriores a la fecha publicación de éstas exigencia, esto se da básicamente en viviendas de personas de escasos recursos, que no cuentan con recursos suficientes para renovar o mejoras sus habitaciones. Esto sumado al deterioro que presentan muchas viviendas de tipo sociales en nuestro país hace indispensable que la autoridad tome cartas en el asunto para evitar que sigan deteriorando y pasen a ser inhabilitables, lo cual traería como consecuencia un aumento en el déficit de viviendas sociales en el país.

A raíz de ésta problemática, el estado de Chile, a través del Ministerio de Vivienda u Urbanismo, dicta el año 2006, el decreto 255, que aprueba el “Programa

de Protección al Patrimonio Familiar” (PPPF), cuyo objetivo es entregar subsidios a personas de escasos recursos para que de esta manera puedan mejorar sus viviendas.

En el presente trabajo de título se estudiará dos edificios de departamentos del sector Candelaria, comuna de San Pedro de la Paz, construidos el año 1979, que presentan daños producto de su antigüedad y la carencia de aislación térmica en su envolvente que se pretenden mejorar a través de la utilización de recursos otorgados por el estado canalizados como subsidios del Programa de Protección al Patrimonio Familiar.

Para llevar a cabo este trabajo se deberá identificar cuáles son los requerimientos que nos plantea la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones en lo que concierne a aislación térmica; también se deberá analizar en qué consisten los subsidios, sus requisitos para postular, montos etc. Se deberá verificar en terreno cuáles son las condiciones de los edificios, su superficie, materialidad de sus elementos y todo lo necesario para poder desarrollar un proyecto de acondicionamiento térmico.

Finalmente se deberá proponer una alternativa de aislación térmica para los edificios en estudio, que cumpla con los requisitos que nos plantea la OGUC y que esté dentro del presupuesto que nos entrega el estado a través del Ministerio de Vivienda y Urbanismo para realizar este proyecto.

## **OBJETIVO GENERAL**

Proponer una mejora de acondicionamiento térmico, para los departamentos del block 514 y 518, de población Candelaria, comuna de San Pedro de la Paz, a través del subsidio de Acondicionamiento Térmico del Serviu.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1.** Identificar la normativa vigente en cuanto a acondicionamiento térmico de las viviendas en Chile.
- 2.** Realizar un levantamiento de la situación actual de los block 514 y 518 de la Comuna de San Pedro de la Paz.
- 3.** Identificar cuáles son los materiales aislantes térmicos más usados en la actualidad, que puedan ser incorporados como soluciones de acondicionamiento térmico para los block 514 y 518 de la comuna de San Pedro de la Paz.
- 4.** Evaluar distintas alternativas de acondicionamiento térmico para los block analizados, de acuerdo a las exigencias técnicas y económicas.

**CAPÍTULO 1: GENERALIDADES, HISTORIA, MARCO CONCEPTUAL,  
NORMATIVA VIGENTE Y FUNDAMENTO TEÓRICO**

## 1.1 GENERALIDADES

Uno de los propósitos fundamentales de la construcción de las viviendas, es proveer de adecuadas, estables y permanentes condiciones de habitabilidad a sus habitantes, con prioridad en el bienestar térmico, requerimiento básico e imprescindible para la actividad humana. Hoy es necesario no sólo alcanzar los parámetros de confort requeridos, sino lograrlo con el menor uso de energía no renovable posible, aprovechando la energía solar en sus diversas fases y/o utilizando energía renovable si es necesario.

Debido a la gran diversidad socioeconómica de nuestro país, podemos encontrar también una gran diversidad de construcciones habitacionales, ya sea en edificaciones de altura como también edificaciones de uno o dos niveles, estas diferencias pueden ser de forma, tamaño, materialidad, características técnicas etc.

Hoy en día todas las construcciones nuevas deben incorporar un sistema de aislación térmica, sin embargo tenemos en nuestro país un gran número de edificaciones que fueron construidas antes de implementadas estas normativas, que por ende no cuentan con un sistema de aislación para sus viviendas, esto se hace más difícil de solucionar en el caso de personas de escasos recursos, que en muchas ocasiones también son adultos mayores, que además carecer de aislación térmica, sus viviendas también presentan considerables deterioros en distintas áreas, tales como cubiertas, fachadas, pisos, instalaciones, etc.

A raíz de esta **problemática** el ministerio de vivienda y urbanismo, se ve en la necesidad de implementar un programa de subsidio que valla en directo beneficio de las personas vulnerables, que necesitan de manera urgente mejorar sus viviendas y a la vez su calidad de vida. Este programa se le denomina Programa de Protección al Patrimonio Familiar, (PPP.F), Este subsidio contempla no solo la reparación de las viviendas sino que también se puede adicionar un monto extra para implementar un sistema de acondicionamiento térmico a las viviendas.

Dado que hoy en día la aislación térmica es un factor muy importante para el bienestar de las personas, analizaremos como utilizando los recursos otorgados por el estado podemos mejorar la envolvente de dos edificios ubicados en la comuna de San Pedro de la Paz, para lo cual deberemos analizar cuáles son las exigencias de la normativa, cuales son los materiales usados para aislación térmica, sus costos etc.

## **1.2 HISTORIA DEL ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO**

Junto con el avance tecnológico que se ha llevado a cabo en las últimas décadas, nos hemos dado cuenta que también hemos contribuido sustancialmente con el daño ecológico a nuestro planeta; dentro de las medidas que se plantean los países para mitigar este impacto es disminuir el uso de combustibles fósiles. En este sentido el área de la construcción no se puede quedar ajena a este deber, en Chile, el año 1994 el ministerio de vivienda y urbanismo (MINVU) establece un programa que reglamenta el acondicionamiento térmico de las viviendas en Chile, que tiene como finalidad mejorar la aislación térmica de todas las viviendas que se construyan a futuro, dado que esto ayudará a disminuir considerablemente el consumo de combustibles utilizados para calefacción. Este programa consta de tres etapas de las cuales, las dos primeras que se mencionan a continuación, se encuentran en vigencia:

- 1ª Etapa: Aislación de techumbre
- 2ª Etapa: Aislación de muros, ventanas y pisos ventilados.
- 3ª Etapa: Certificación energética de las edificaciones.

La primera etapa entró en vigencia en marzo de 2000, esta plantea una serie de exigencias de acondicionamiento térmico aplicado a las techumbres de las viviendas.

La segunda en cambio entra en vigencia los años 2007, en esta etapa se incorporan exigencias de acondicionamiento térmico en toda la envolvente de las viviendas, esto con la finalidad de reducir el uso de combustibles usados para calefaccionar los hogares.

La tercera etapa está en vigencia de manera opcional, para quienes deseen construir viviendas con calificación energética. La Calificación Energética de Viviendas (CEV), es un instrumento de uso voluntario, que califica la eficiencia energética de una vivienda en su etapa de uso -un sistema similar al usado para etiquetar energéticamente refrigeradores y automóviles- que considera requerimientos de calefacción, enfriamiento, iluminación y agua caliente sanitaria.

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

Si bien la Reglamentación Térmica vigente ha generado beneficios para las viviendas acogidas a ésta, es decir, en el caso de techumbres para las viviendas construidas a partir del año 2000 y para muros, ventanas y pisos ventilados desde el año 2007, existe un gran número de viviendas que no cuentan con un sistema de aislación térmica adecuado, debido a que no existía legislación que les exigiera cumplir con requisitos mínimos de resistencia térmica en la envolvente.

Debido a que hoy en día hay muchas viviendas que se construyeron antes del año 2000, muchas de estas, principalmente las de personas de escasos recursos, por distintos motivos no cuentan con un sistema de aislación térmica, cabe señalar además que sus propietarios son personas de escasos recursos o adultos mayores, no cuentan con los medios o recursos para mejorar térmicamente sus viviendas, es por esta razón que el estado a través del serviu está iniciando un programa de subsidio con el cual se pretende ayudar a este segmento de la población a instalar un sistema de aislamiento térmico en sus hogares, contribuyendo a reducir el gasto ocasionado

por el consumo de energías no renovables, y a la vez, a mejorar la calidad de vida de las personas.

### **1.3 MARCO CONCEPTUAL O TERMINOLOGÍA**

- Aislación térmica: Es la capacidad de oposición al paso de calor de un material o conjunto de materiales, y que en construcción se refiere esencialmente al intercambio de energía calórica entre el ambiente interior y el exterior.

- Albañilería armada: Albañilería que lleva incorporados refuerzos de barras de acero en los huecos verticales y en las juntas o huecos horizontales de las unidades.

- Albañilería confinada: Es aquella reforzada con pilares y cadenas de hormigón armado, las cuales enmarcan completamente el sistema de ladrillos o bloques.

- Barrera de vapor: Lámina o capa que presenta una resistencia a la difusión del vapor de agua comprendida entre 10 y 230MN s/g.

- Barrera de humedad: Lámina o capa que tiene la propiedad de impedir el paso de agua a través del mismo.

- Complejo de techumbre: Conjunto de elementos constructivos que conforman una techumbre, tales como: cielo, cubierta, aislante térmico, cadenetas y vigas.

- Complejo de muro: Conjunto de elementos constructivos que conforman el muro y cuyo plano de terminación interior tiene una inclinación de más de 60° sexagesimales, medidos desde la horizontal.

- Complejo de piso ventilado: Conjunto de elementos constructivos que conforman el piso y que no están en contacto directo con el terreno.

- Complejo de ventana: Conjunto de elementos constructivos que constituyen los vanos vidriados de la envolvente de la vivienda.

- Conductividad térmica ( $\lambda$ ): Cantidad de calor que en condiciones estacionarias, pasa en la unidad de tiempo a través de la unidad de área de una muestra de material homogéneo de extensión infinita, de caras planas y paralelas y de espesor unitario, cuando se establece una diferencia de temperatura unitaria entre sus caras. Se expresa en W/mK. Se determina experimentalmente según la norma NCh 850 o NCh 851.

- Envolvente térmica de un edificio: Serie de elementos constructivos a través de los cuales se produce el flujo térmico entre el ambiente interior y el ambiente exterior del edificio. Está constituida básicamente por los complejos de techumbre, muros, pisos y ventanas.

- Grados/día: En un período de un día, es la diferencia entre la temperatura fijada como "base", y la media diaria de las temperaturas bajo la temperatura de base, igualando a la "base" aquellas superiores a ésta. Dependiendo del período de tiempo utilizado, se puede hablar de grados/día, grados/hora, grados/año, etc.

- Pérdidas por renovaciones de Aire: Pérdida de calor de un espacio interior que se produce por efecto de la renovación de aire.

- Puente térmico: Parte de un cerramiento con resistencia térmica inferior al resto del mismo, lo que aumenta la posibilidad de producción de condensaciones y pérdidas de calor en esa zona en invierno.

- R 100: Según la norma NCh 2251 es la resistencia térmica que presenta un material o elemento de construcción, multiplicado por 100.

- Resistencia térmica (R): oposición al paso del calor que presentan los elementos de construcción. Se pueden distinguir los siguientes casos:

a. Resistencia térmica de una capa de material (R): Para una capa de caras planas y paralelas de espesor (e), conformado por un material homogéneo de conductividad térmica ( $\lambda$ ), la resistencia térmica (R), queda dada por:

$$R = e / \lambda \quad \text{y se expresa en} \quad \text{m}^2\text{K/W}$$

b. Resistencia térmica total de un elemento (RT): Inverso de la transmitancia térmica del elemento. Suma de las resistencias de cada capa del elemento

$$RT = 1/U \quad \text{y se expresa en} \quad \text{m}^2\text{K/W}$$

c. Resistencia térmica total de elementos compuestos por varias capas homogéneas (RT): Para un elemento formado por una serie de capas o placas planas y paralelas de materiales distintos en contacto entre sí, la resistencia térmica total, queda dada por:

$$RT = 1/U = R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}.$$

Donde:

$\sum \frac{e}{\lambda}$  = sumatoria de las resistencias térmicas de las capas que conforman el elemento, esta resistencia térmica total, RT, se expresa en m<sup>2</sup> K/W.

R<sub>si</sub> = Resistencia térmica de la capa de aire adherida a la cara interior del elemento.

R<sub>se</sub> = Resistencia térmica de la capa de aire adherida a la cara exterior del elemento.

- Temperatura base: Es la temperatura que se fija como parámetro para el cálculo de confort o requerimientos de calefacción.

- Transmitancia térmica (U): Flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperatura entre los dos ambientes separados por dicho elemento. Corresponde al inverso de la resistencia térmica total RT de un elemento y se expresa en W/m<sup>2</sup>K. Se determina experimentalmente según la norma NCh 851 o bien por cálculo como se señala en la norma Nch 853.

- Zonificación térmica: Para el estudio e implementación del sistema de acondicionamiento térmico, el país se ha clasificado en siete **Zonas Térmicas**.

## 1.4 NORMATIVA VIGENTE

Mediante el decreto supremo N° 192 dictado en Santiago de Chile el 11 de Noviembre de 2005, y que entra en vigencia el 4 de enero del 2007, se modifica el decreto N°47, del año 1992, de la ordenanza general de urbanismo y construcciones, en el cual se introducen modificaciones a dicha ordenanza que tiene como objetivo establecer requisitos de acondicionamiento térmico de la viviendas en Chile, según lo indica el artículo 4.1.10. de la Ordenanza General De Urbanismo y Construcción (OGUC).

### 1.4.1 OGUC, Artículos a cumplir

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

#### 1.4.1.1 Exigencias para complejo de techumbre, muros perimetrales y pisos ventilados

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

**Tabla 1-1:** Exigencias para techumbres, muros y pisos

ZONA	TECHUMBRE		MUROS		PISOS VENTILADOS	
	U W/M2k	Rt M2k/W	U W/M2k	Rt M2k/W	U W/M2k	Rt M2k/W
1	0,84	1,19	4,0	0,25	3,6	0,28
2	0,6	1,67	3,0	0,33	0,87	1,15
3	0,47	2,13	1,9	0,53	0,7	1,43
<b>4</b>	<b>0,38</b>	<b>2,63</b>	<b>1,7</b>	<b>0,59</b>	<b>0,6</b>	<b>1,67</b>
5	0,33	3,03	1,6	0,63	0,5	2,00
6	0,28	3,57	1,1	0,91	0,39	2,56
7	0,25	4	0,6	1,67	0,32	3,13

**Fuente:** OGUC, artículo 4.1.10.

#### **1.4.1.1.1 Techumbres.**

Las exigencias de acondicionamiento térmico para la techumbre serán las siguientes:

- a.** En el caso de mansardas o paramentos inclinados, se considerará complejo de techumbre todo elemento cuyo cielo tenga una inclinación de 60° sexagesimales, o menos, medidos desde la horizontal.
- b.** Para minimizar la ocurrencia de puentes térmicos, los materiales aislantes térmicos o soluciones constructivas especificadas en el proyecto de arquitectura, sólo podrán estar interrumpidos por elementos estructurales de la techumbre, tales como; cerchas, vigas y/o por tuberías, ductos o cañerías de las instalaciones domiciliarias.

c. Los materiales aislantes térmicos o las soluciones constructivas especificadas en el proyecto de arquitectura, deberán cubrir el máximo de la superficie de la parte superior de los muros en su encuentro con el complejo de techumbre, tales como cadenas, vigas o soleras, conformando un elemento continuo por todo el contorno de los muros perimetrales.

d. Para obtener una continuidad en el aislamiento térmico de la techumbre, todo muro o tabique que sea parte de ésta, tal como; lucarna, antepecho, dintel, u otro elemento que interrumpa el acondicionamiento térmico de la techumbre y delimite un local habitable o no habitable, deberá cumplir con la misma exigencia que le corresponda al complejo de techumbre, de acuerdo a lo señalado en la **Tabla 1-1** del presente artículo.

e. Para toda ventana que forme parte del complejo techumbre de una vivienda emplazada entre la zona 3 y 7, ambas inclusive, cuyo plano tenga una inclinación de 60° sexagesimales, o menos, medidos desde la horizontal, se deberá especificar una solución de doble vidriado hermético, cuya transmitancia térmica debe ser igual o menor a 3,6W/m<sup>2</sup>K.

#### **1.4.1.1.2 Muros**

Para la aplicación del presente artículo se considerará complejo de muro al conjunto de elementos constructivos que lo conforman y cuyo plano de terminación interior tenga una inclinación de más de 60° sexagesimales, medidos desde la horizontal. Las exigencias de acondicionamiento térmico para muros serán las siguientes:

a. Las exigencias señaladas en la Tabla 1-1 del presente artículo, serán aplicables sólo a aquellos muros y/o tabiques, soportantes y no soportantes, que limiten los espacios interiores de la vivienda con el espacio exterior o con uno o más

locales abiertos, y no será aplicable a aquellos muros medianeros que separen unidades independientes de vivienda.

**b.** Los recintos cerrados contiguos a una vivienda tales como bodegas, leñeras, estacionamientos e invernaderos, serán considerados como recintos abiertos para efectos de esta reglamentación, y sólo les será aplicable las exigencias de la Tabla 1-1 a los paramentos que se encuentren contiguos a la envolvente de la vivienda.

**c.** Para minimizar la ocurrencia de puentes térmicos en tabiques perimetrales, los materiales aislantes térmicos o soluciones constructivas especificadas en el proyecto de arquitectura, sólo podrán estar interrumpidos por elementos estructurales, tales como pies derechos, diagonales estructurales y/o por tuberías, ductos o cañerías de las instalaciones domiciliarias.

**d.** En el caso de la albañilería confinada de conformidad a la definición de la NCh 2123, no será exigible el valor de “U” de la Tabla 1-1 en los elementos estructurales tales como pilares, cadenas y vigas.

**e.** En el caso que el complejo muro incorpore materiales aislantes, la solución constructiva deberá considerar barreras de humedad y/o de vapor, según el tipo de material incorporado en la solución constructiva y/o estructura considerada.

**f.** En el caso de puertas vidriadas exteriores, deberá considerarse como superficie de ventana la parte correspondiente al vidrio de la misma. Las puertas al exterior de otros materiales no tienen exigencias de acondicionamiento térmico.

#### **1.4.1.1.3 Pisos ventilados**

Para efectos de la aplicación del presente artículo se considerará complejo de piso ventilado al conjunto de elementos constructivos que lo conforman que no están en contacto directo con el terreno. Los planos inclinados inferiores de escaleras o rampas que estén en contacto con el exterior también se considerarán como pisos

ventilados. Para minimizar la ocurrencia de puentes térmicos en pisos ventilados, los materiales aislantes térmicos o soluciones constructivas especificadas en el proyecto de arquitectura, sólo podrán estar interrumpidos por elementos estructurales del piso o de las instalaciones domiciliarias tales como vigas, tuberías, ductos o cañerías.

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

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

Se deberá especificar y colocar un material aislante térmico, incorporado o adosado, al complejo de techumbre, al complejo de muro, o al complejo de piso ventilado cuyo R100 mínimo rotulado cumpla con lo estipulado en la norma técnica NCh 2251, de conformidad a lo indicado en la tabla 1-2

**Tabla 1-2:** Incorporación del R100

ZONA	TECHUMBRE R100 (*)	MUROS R100 (*)	PISOS VENTILADOS R100 (*)
1	94	23	93
2	141	23	28
3	188	40	126
4	235	46	150
5	282	50	183
6	329	78	239
7	376	154	295

**Fuente:** OGUC, artículo 4.1.10.

**b.** Mediante un Certificado de Ensaye otorgado por un laboratorio con inscripción vigente en el Registro Oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de la Construcción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, reglamentado por el D.S. N° 10, (V. y U.), de 2002, demostrando el cumplimiento de la transmitancia o resistencia térmica total de la solución del complejo de techumbre, muro y piso ventilado.

**c.** Mediante cálculo, el que deberá ser realizado de acuerdo a lo señalado en la norma NCh 853, demostrando el cumplimiento de la transmitancia o resistencia térmica del complejo de techumbre, muro y piso ventilado. Dicho cálculo deberá ser efectuado por un profesional competente.

**d.** Especificar una solución constructiva para el complejo de techumbre, muro y piso ventilado que corresponda a alguna de las soluciones inscritas en el Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico, confeccionado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

#### 1.4.1.2 Exigencias para ventanas

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

##### **1.4.1.2.1 Porcentaje máximo superficie de ventanas respecto a paramentos verticales de la envolvente**

El complejo de ventana deberá cumplir con las exigencias establecidas en la Tabla 1-3, en relación al tipo de vidrio que se especifique y a la zona térmica en la cual se emplace el proyecto de arquitectura. El tipo de vidrio a utilizar en las superficies de ventanas deberá ser indicado en las especificaciones técnicas del proyecto de arquitectura.

Para determinar el porcentaje máximo de superficie de ventanas de un proyecto de arquitectura, se deberá realizar el siguiente procedimiento:

**a.** Determinar la superficie de los paramentos verticales de la envolvente del proyecto de arquitectura. La superficie total a considerar para este cálculo, corresponderá a la suma de las superficies interiores de todos los muros perimetrales que considere la unidad habitacional, incluyendo los medianeros y muros divisorios.

**b.** Determinar la superficie total de ventanas del proyecto de arquitectura correspondiente a la suma de la superficie de los vanos del muro en el cual está colocada la ventana, considerando, para ello, el marco como parte de su superficie. Para el caso de ventanas salientes, se considerará como superficie de ventana aquella correspondiente al desarrollo completo de la parte vidriada. La superficie máxima de ventanas que podrá contemplar el proyecto de arquitectura corresponderá a la superficie que resulte de aplicar la Tabla 1-3, respecto de la superficie de los paramentos verticales de la unidad habitacional señalada en el punto a) precedente, considerando la zona y el tipo de vidrio que se especifique.

**Tabla 1-3:** Exigencias para ventanas

VENTANAS			
ZONA	% Máximo de superficie vidriada respecto a parámetros Verticales de la Envolvente		
	Vidrio Monolítico (b)	DVH	
		Doble Vidriado Hermético (c )	
		$3.6 \text{ W/M}^2\text{k} \geq U > 2.4 \text{ W/M}^2\text{k}$ (a)	$U \leq 2.4 \text{ W/M}^2\text{k}$
1	50%	60%	80%
2	40%	60%	80%
3	25%	60%	80%
<b>4</b>	<b>21%</b>	<b>60%</b>	<b>75%</b>
5	18%	51%	70%
6	14%	37%	55%
7	12%	28%	37%

(a) La doble ventana que forme una cámara de aire se asimila al DVH, con valor U entre 3,6 y 2,4 W/M<sup>2</sup>k

**Fuente:** OGUC, artículo 4.1.10.

- Vidrio monolítico: De acuerdo a la NCh 132, se entenderá por Vidrio monolítico aquel producto inorgánico de fusión, que ha sido enfriado hasta un estado rígido sin cristalización, formado por una sola lámina de vidrio.

- Doble vidriado hermético (DVH): De acuerdo a la NCh 2024, se entenderá por Doble vidriado hermético el conjunto formado por dos o más vidrios paralelos unidos

entre sí por un espaciador perimetral, que encierran en su interior una cámara con aire deshidratado o gas inerte.

En el caso que el proyecto de arquitectura considere más de un tipo de vidrio, según Tabla 1-3, se deberá determinar el máximo porcentaje posible para cada tipo de vidrio respecto a la superficie total de la envolvente vertical, Para ello, por cada tipo de vidrio a utilizar, se deberá aplicar la siguiente fórmula.

$$\boxed{( TP \times MV ) / 100 = MSV}$$

TP: Porcentaje de tipo de vidrio respecto del total de la superficie vidriada

MV: Porcentaje máximo de superficie vidriada respecto a paramentos verticales de la envolvente, según Tabla 3

MSV: Porcentaje máximo de superficie de vidrio para tipo de vidrio, respecto de la superficie total de la envolvente.

#### **1.4.1.2.2 Método alternativo del “U” ponderado**

Sólo en las zonas térmicas: 3, 4, 5, 6 y 7, se podrá utilizar un método alternativo del “U” ponderado el cual sólo podrá aplicarse para el caso de vidrios monolíticos. Para los casos previstos en el párrafo anterior, se podrá aumentar la superficie vidriada sobre los valores de Tabla 3 de este artículo, compensando el aumento de superficie vidriada con el mejoramiento de la transmitancia térmica de la solución de muros. El “U” ponderado deberá tener un valor igual o menor al señalado para la zona en la que se ubique el proyecto de arquitectura, de acuerdo a la Tabla 1-4.

**Tabla 1-4:** Aplicación del U ponderado

ZONA	U Ponderado (W/M2k)
3	2,88
4	2,56
5	2,36
6	1,76
7	1,22

**Fuente:** OGUC, artículo 4.1.10.

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

$$\frac{((SM \times UM) + (SV \times UV))}{STE} = U \text{ Ponderado}$$

Donde:

SM: Superficie de muro

UM: Transmitancia térmica del muro

SV: Superficie de ventana

UV: Transmitancia térmica ventana

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

#### 1.4.2 Resolución especial para condominios sociales

Como hemos visto en los párrafos anteriores, la ordenanza general de urbanismo y construcciones, nos entrega las exigencias **mínimas** que debemos cumplir, ya sea para complejo de techumbres, muros y pisos ventilados, debemos tener en cuenta que en ocasiones especiales estas exigencias pueden ser mayores a solicitud del mandante, esta situación se da en el caso de los condominios sociales, en atención a que los recursos que se destinan a estos trabajos son considerables, es ministerio de vivienda y urbanismo, a través del serviu nos entrega estándares mínimos que se deben cumplir para el desarrollo de proyectos de acordonamiento térmico, en condominios sociales, los cuales son superiores a los que encontramos en la OGUC, esto también con la finalidad de asegurar una aislación térmica efectiva, considerando que las construcciones son antiguas.

El estado de Chile a través de Ministerio de Vivienda y Urbanismo apruebe Resolución exenta 2880, en Mayo de 2016, la que tiene como objetivo establecer estándares técnicos para el desarrollo de proyectos de acondicionamiento térmico, en el marco del programa de protección al patrimonio familiar, en su modalidad de atención a condominios sociales.

Esta resolución menciona básicamente 4 puntos, que se deben considerar a la hora de realizar un proyecto de condominio social.

- a.** Fija los estándares técnicos para los proyectos de acondicionamiento térmico en los condominios de viviendas sociales y entrega el formato de acreditación de cumplimiento de los estándares técnicos mínimos.
- b.** Entrega la tabla N° 1-5 “Listado de comunas, zonas y tramos” que es aplicable a condominios que opten al subsidio para acondicionamiento térmico de condominios sociales

c. Entrega tabla N° 1-6 que establece estándares técnicos y partidas mínimas que deben incorporar los proyectos que opten al **incremento** de subsidio de acondicionamiento térmico

d. Entrega tabla N° 1-7 que establece estándares técnicos y partidas mínimas que deben incorporar los proyectos que opten al **subsidio adicional** para obras de acondicionamiento térmico.

**Tabla 1-5:** Extracto de tabla N° 1 de la Res. Ex 2880

TABLA N° 1- LISTADO DE COMUNAS, ZONAS Y TRAMOS			
REGION	COMUNA	ZONA	Tramo PPPF
BIO-BIO	Bulnes	F	1
	Chiguayante	E	2
	Chillan	F	1
	Chillan Viejo	F	1
	Concepción	E	2
	Coronel	E	2
	Curanilahue	E	3
	Hualpen	E	2
	Lebu	E	3
	Los Ángeles	F	1
	Lota	E	3
	Penco	E	2
	San Carlos	F	1
	<b>San Pedro</b>	<b>E</b>	<b>2</b>
	Talcahuano	E	2
Tome	E	2	

**Fuente:** Resolución 2880, del ministerio de vivienda y urbanismo

**Tabla 1-6:** Para incremento de subsidio de Eficiencia energética de la Res. Ex 2880

Tabla N° 2: Tabla de "Estándar Técnico", aplicable según la zona donde se ubique cada condominio para los proyectos que opten al Incremento de Eficiencia Energética y/o Acondicionamiento Térmico, indicado en la letra e) del resolución 19, de la Res. Ex. N° 1290 (V y U. 2016)

**TABLA N°2 - ESTANDAR TECNICO**

ZONA	TRAMO PPPF	TECHO		MUROS	PISO VENTILADO	VENTANAS		EXTRACTO R EN BAÑO Y COCINA	PUERTAS INCLUYE MARCO Y CERRADURA	BURLETES BAJA PUERTAS
		Valor U (W/m2k)	R 100 ((m2k)/w)*100			TIPO DE VIDRIO	O			
A	1	0,84	119	2,1	48	3,6	28			
	2									
B	1	0,47	213	0,8	125	0,7	143			
	2									
C	1	0,47	213	0,8	125	0,87	115			
	2									
D	1	0,38	235	0,8	125	0,7	143			
	2									
E	1	0,33	282	0,45	222	0,6	167			
	2									
	3									
F	1	0,28	357	0,45	222	0,5	200			
	3									
G	1	0,28	357	0,4	250	0,39	256			
	3									
H	1	0,25	400	0,3	333	0,32	313			
	2									
I	1	0,25	400	0,35	286	0,32	313			
	4									

V: Obligatorio  
O: Opcional

**Fuente:** Resolución 2880, del ministerio de vivienda y urbanismo.

**Tabla 1-7:** Para subsidio adicional de Eficiencia energética de la Res. Ex 2880

Tabla N° 3: "Tabla de estándar Técnico", aplicable según la zona donde se ubique cada condominio para los proyectos que opten al subsidio adicional para las obras de Acondicionamiento Térmico, indicado en el resuelve 20 de la Res. Ex. N° 2880 (V.Y.U) 2016

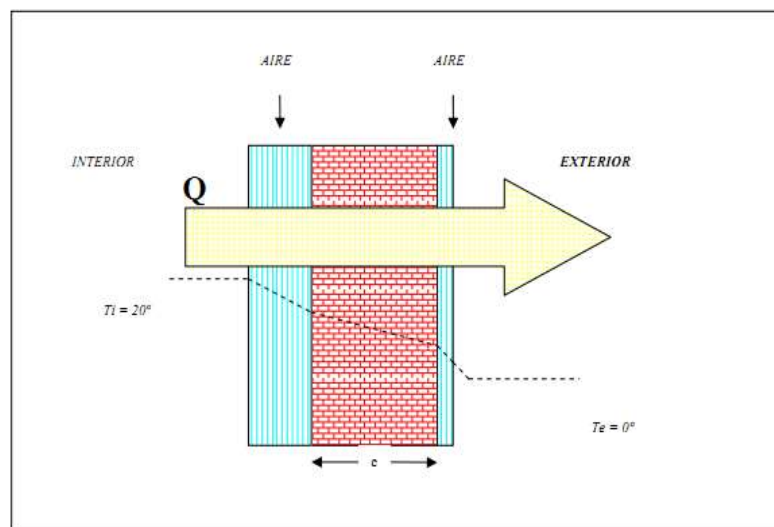
ZONA	TRAMO PPPF	TABLA N° 3 ESTANDAR TECNICO											
		TECHO (V)		MUROS (V)		PISO VENTILADO (V)		VENTANAS					
		Valor U (W/m2k)	R 100 ((M2k)/W)*100	Valor U (W/m2k)	R 100 ((M2k)/W)*100	Valor U (W/m2k)	R 100 ((M2k)/W)*100	VIDRIO SIMPLE (U:5,8 W/M2k) POR RECINTO	VIDRIO - DVH (U:3,5 W/M2k, POR RECINTO	SISTAMA DE VENTILACION		PUERTAS BURETES BAJO PUERTAS	
				DORMITORIOS	ESTAR + COMEDOR	BAÑO + COCINA	FACHADAS DE ESPACIOS COMUNES	DORMITORIO	ESTAR + COMEDOR	BAÑO + COCINA	SISTAMA DE VENTILACION	PUERTAS BURETES BAJO PUERTAS	
A	1	0,84	119	2,1	48	3,6	28	V	V*			V	V
	2							V	V*			V	V
B	1	0,47	213	0,8	125	0,7	143					V	V
	2											V	V
C	1	0,47	213	0,8	125	0,87	115					V	V
	2											V	V
D	1	0,38	235	0,8	125	0,7	143					V	V
	2											V	V
E	1	0,33	282	0,45	222	0,6	167					V	V
	2											V	V
	3											V	V
F	1	0,28	357	0,45	222	0,5	200					V	V
	3											V	V
G	1	0,28	357	0,4	250	0,39	256					V	V
	3											V	V
H	1	0,25	400	0,3	333	0,32	313					V	V
	2											V	V
I	1	0,25	400	0,35	286	0,32	313					V	V

V = Obligatorio  
 O = Opcional  
 V\* = obligatorio, en caso que la solución de envolvente térmica considere la intervención de vanos en espacio comunes (como por ejemplo pasillos, escalas y otros)

**Fuente:** Resolución 2880, del ministerio de vivienda y urbanismo.

## 1.5 FUNDAMENTO TEÓRICO

De acuerdo a principios físicos básicos, cuando entre dos ambientes existe una diferencia de temperatura, se genera un flujo de calor a través del elemento que los separa, desde el ambiente más caliente al más frío. Este flujo de calor se denomina Flujo Térmico. Se mide en watt “W” en el Sistema Internacional y en kilo calorías por hora “kcal/h” en unidades prácticas (Ilustración 1).



**Figura 1-1:** Diagrama de flujo térmico a través de un muro de espesor “e”

**Fuente:** Elaboración Propia

El calor se propaga bajo tres formas:

- a. Conducción: Ocurre a través de los elementos sólidos.
- b. Convección: Se propaga el calor a través de la circulación de aire.
- c. Radiación de calor: Es la transferencia de calor que se produce en el espacio, sin la necesidad de tener partículas que lo transporten.

Sin embargo en el caso de la transmisión de calor de la envolvente de una vivienda o edificio, la diferencia de temperatura está definida principalmente por la **conducción**.

El flujo térmico por conducción a través del muro depende de la superficie, del espesor del muro, de la diferencia de temperatura entre sus caras y de las características del material que conforma el muro.

#### 1.5.1 Forma de cálculo

Como primer paso para verificar el cumplimiento de la normativa vigente respecto de la aislación térmica ya sea en techumbres, muros y pisos ventilados, debemos verificar cuales son los materiales que componen la envolvente de una edificación, dado que todos los materiales utilizados tiene un valor de conductividad térmica diferente, conociendo este valor, podemos obtener la resistencia térmica de los elementos que componen la estructura de muros y/o cubiertas. Como las edificaciones cuenta con más de un material en su configuración, es necesario obtener el valor de la **resistencia total** del elemento para determinar si cumple o no el requerimiento solicitado por norma, este valor se obtiene aplicando la siguiente formula.

$$R_t = 1/U = R_{si} + \sum e/\lambda + R_{se}$$

Dónde:

**Rt:** Resistencia total del elemento

**U:** Transmitancia térmica

**Rsi:** Resistencia térmica de la capa de aire adherida a la cara interior del elemento

**e/λ:** Espesor dividido por el coeficiente de conductividad térmica de cada elemento

**Rse:** Resistencia térmica de la capa de aire adherida a la cara exterior del elemento

La norma NCh 853, entrega la siguiente tabla para las resistencias térmicas de las capas de aire adheridas a las caras de los elementos.

Los valores corresponden a velocidades del viento inferior a 10km/h. Para velocidades superiores, se debe considerar  $R_{se} = 0$ .

**Tabla 1-8:** Resistencia Térmica de las Superficies

Posición del elemento y sentido del flujo de calor	Situación del elemento					
	De separación con espacio exterior o local abierto			De separación con otro local desván o cámara de aire		
	Rsi	Rse	Rsi+Rse	Rsi	Rse	Rsi+Rse
Flujo horizontal en elementos verticales	0,12	0,05	0,17	0,12	0,12	0,24
Flujo ascendente en elementos horizontales	0,09	0,09	0,14	0,1	0,1	0,2
Flujo descendente en elementos horizontales	0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34

Fuente: Nch 853

### 1.5.2 Transmitancia térmica de la envolvente

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

En el caso en que los paramentos verticales del proyecto de arquitectura estén compuestos por más de una solución constructiva, determinando así, más de

una transmitancia térmica para muros, se aplicará la siguiente fórmula para determinar el “U” ponderado.

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

STE

Donde:

SM-1: Superficie muro 1

1U-1: Transmitancia térmica muro 1

SM-2: Superficie muro 2

2U-2: Transmitancia térmica muro 2

STE: Superficie total de los paramentos verticales de la envolvente

## **1.6 SUBSIDIO “PROGRAMA DE PROTECCIÓN AL PATRIMONIO FAMILIAR “PPPF”**

### **1.6.1 Generalidades**

En atención al notable deterioro que presentan muchos conjuntos habitacionales, ya sean viviendas aisladas, pareadas o edificios de varios niveles, construidos por el servicio de vivienda y urbanismo, o sus antecesores, como así también por inmobiliarias particulares, con o sin subsidio del estado; teniendo en cuenta que estas viviendas pasan a formar parte del patrimonio familiar y cultural, del

país, se hace imprescindible para la autoridad tomar medidas para detener este proceso de deterioro paulatino de las viviendas y barrios. Dentro de los problemas que esto puede traer si continúa este proceso de deterioro, está el hecho de que muy pronto se verá un déficit aún más grande de viviendas en Chile, otro de los problemas que se detectan es la existencia de viviendas con superficies construidas insuficientes para la cantidad de personas que las habitan.

Como respuesta a estos problemas detectados, se dicta el año 2006, el decreto supremo 255 de Vivienda y urbanismo, que aprueba el reglamento del programa de protección al patrimonio familiar “**PPPF**”.

Decreto 255, “ V y U” año 2006: \_El presente Reglamento regula un sistema de subsidio destinado a contribuir al financiamiento de las obras de Equipamiento Comunitario y/o Mejoramiento del Entorno, de Mejoramiento de la Vivienda o de Ampliación de la Vivienda, que cumplan con las condiciones señaladas en este Reglamento.

El Serviu tendrá a su cargo la implementación y desarrollo del programa, los subsidios se otorgarán con cargo a los fondos que se contemplan para este efecto en el presupuesto del Serviu respectivo.

La cantidad de recursos que se destinara a financiar los subsidios de estos programas, serán aprobados ¿anualmente mediante **resoluciones** del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, visadas por la Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda.

#### 1.6.2 Definiciones

Para los efectos de este reglamento se entenderá por:

- Ampliación de la Vivienda: Obra que implique el aumento de la superficie edificada de una vivienda.

- Comisión Técnica Evaluadora: Órgano encargado de revisar los proyectos desde una perspectiva integral, velando por el cumplimiento de los requisitos exigidos por este reglamento.

- Condominios: Las construcciones o los terrenos acogidos al régimen de copropiedad inmobiliaria, regulados por la Ley N°19.537 Sobre Copropiedad Inmobiliaria.

- Condominios de Viviendas Sociales: Aquellos conjuntos habitacionales a que se refiere el Título IV y el artículo transitorio, ambos de la Ley N° 19.537 Sobre Copropiedad Inmobiliaria.5

- Equipamiento Comunitario y/o Mejoramiento del Entorno: Obra de construcción, mantención o reparación del entorno y del equipamiento comunitario.

- Entorno: El conformado por el terreno en el cual se emplaza un Condominio de Viviendas, o los bienes nacionales de uso público próximos a dichos condominios o a viviendas objeto del programa donde residen los postulantes.

- Grupo Organizado: Aquél que cuenta con personalidad jurídica propia o la comunidad de copropietarios de acuerdo a la Ley N° 19.537 Sobre Copropiedad Inmobiliaria.

- Mejoramiento de la Vivienda: Obras de construcción de nuevas partidas que mejoren la seguridad y/o la habitabilidad de la vivienda o de bienes comunes

edificados, u obras de mantención o reparación de cualquiera de las partidas existentes de la vivienda o de alguna de las partidas de los bienes comunes edificados.

- Postulación Colectiva: Aquélla que se realiza a través de un grupo organizado, con un mínimo de 10 y un máximo de 150 integrantes. En el caso de condominios de viviendas el grupo postulante podrá tener un mínimo de dos miembros.

- Postulante Hábil: Aquél que cumple con los requisitos y condiciones exigidos para acceder al programa al que opte conforme a este reglamento.

- Prestador de Servicios de Asistencia Técnica (PSAT): Personas naturales o jurídicas, de derecho público o privado, con o sin fines de lucro, que prestan los servicios de asistencia técnica que se señalan en la Resolución N° 533, (V. y U.), de 1997.

- Programa: El Programa de Protección del Patrimonio Familiar que regula el presente decreto.

- Proyecto Calificado: El proyecto que la Comisión Técnica Evaluadora ha aprobado para participar en el proceso de selección.

- Proyecto de Equipamiento Comunitario y/o Mejoramiento del Entorno, de Mejoramiento o de Ampliación de la Vivienda: Proyecto elaborado por un Prestador de Servicios de Asistencia Técnica que se postula al programa regulado por este reglamento.

- SEREMI: La Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo o el Secretario Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo, según corresponda.

- Viviendas Objeto del Programa: Las viviendas sociales definidas en el D.L. N° 2.552, de 1979; los conjuntos de viviendas a que se refieren los artículos 40 y transitorio de la ley 19537; y las viviendas cuya tasación no sea superior a 650 unidades de fomento.

### 1.6.3 Tipos de subsidios

Este reglamento distingue tres tipos de subsidio según el tipo de obra que se desea realizar

#### Título I: Equipamiento Comunitario y/o Mejoramiento del Entorno

El subsidio del título I, está dirigido a mejorar todo lo relacionado con las áreas comunes y entorno de los condominios, según se detalla a continuación,

- a. Proyectos de Mejoramiento de Espacios Públicos.
- b. Proyectos de Construcción o Mejoramiento de Inmuebles Destinados a Equipamiento Comunitario.
- c. Proyectos de Mejoramiento en el Terreno de la Copropiedad.
- d. Obras de Innovaciones de Eficiencia Energética: Obras que aborden proyectos de innovaciones tecnológicas que contribuyan a mejorar la eficiencia energética del espacio público, del equipamiento o de bienes comunes no construidos.

#### Título II: Mejoramiento de la vivienda

Los subsidios del título II, a su vez se clasifican en cinco grupos, que se detallan a continuación.

- a.** Proyecto de Seguridad de la Vivienda: Obras que aborden la seguridad estructural de la construcción, tales como la reparación de cimientos, pilares, vigas, cadenas o estructura de techumbre y pisos u otros similares.
- b.** Proyecto de Habitabilidad de la Vivienda: Obras que aborden el mejoramiento de instalaciones sanitarias, eléctricas o de gas, reparación de filtraciones de muros y cubiertas, canales y bajadas de aguas lluvia, reposición de ventanas, puertas, pavimentos, tabiques, cielos u otros similares que afecten la habitabilidad de la vivienda.
- c.** Proyecto de Mantenimiento de la Vivienda: Obras que aborden el mejoramiento de partidas de la vivienda, tales como reposición de ventanas, puertas, pavimentos, tabiques, cielos, pinturas interiores o exteriores u otros similares.
- d.** Proyecto de Mejoramiento de Bienes Comunes Edificados: Estas obras están dirigidas a partidas tales como el mejoramiento de escaleras, pasillos comunes, techumbres en circulaciones comunes, protecciones, iluminación u otras similares.
- e.** Obras de Innovaciones de Eficiencia Energética: Obras que aborden proyectos de innovaciones tecnológicas que contribuyan a mejorar la eficiencia energética de la vivienda o en bienes comunes construidos de una copropiedad a intervenir. Los proyectos a financiar pueden ser, acondicionamiento térmico, colectores solares, iluminación solar, tratamientos de separación de aguas u otros similares.

### Título III: Ampliación de la vivienda

Los proyectos de ampliación se clasifican en cinco grupos.

- a.** Proyecto de Dormitorio: Obras de ampliación destinadas a dotar de uno o más nuevos dormitorios a la vivienda que se interviene.

- b.** Proyecto de Lavadero o Loggia: Obras de ampliación destinadas a dotar de lavadero o loggia o a aumentar la superficie del recinto existente destinado a este fin.
- c.** Proyecto de Estar-Comedor: Obras de ampliación destinadas a construir un recinto destinado a estar-comedor o a aumentar la superficie del recinto existente destinado a este fin.
- d.** Proyecto de Baño o Cocina: Obras de ampliación destinadas a dotar de un nuevo baño o cocina a la vivienda o a aumentar la superficie de los recintos existentes destinados a estos fines.
- e.** Proyecto de Ampliación de Dormitorio: Obras de ampliación destinadas a aumentar la superficie de un recinto existente destinado a este fin.

#### 1.6.4 Subsidio condominio social

El subsidio destinado a proyectos de reparaciones de condominios sociales, está inserto dentro del programa de protección al patrimonio familiar (PPPF), pero se lleva a cabo mediante llamado especial, por medio de una resolución del ministerio de vivienda y urbanismo.

El programa de Mejoramiento de Condominios Sociales tiene como objetivo reparar y/o mejorar los bienes comunes de una copropiedad y mejorar la organización de sus comunidades.

Para ello, otorga subsidios para realizar obras de reparación y/o mejoramiento en los bienes comunes tales como fachadas, techumbres, luminarias, áreas verdes, cierres perimetrales, escaleras, patios, equipamiento comunitario, redes de servicios, tratamiento de plagas, paneles solares, cambio de ventanas, revestimiento térmico, entre otras posibilidades.

Además, apoya la formación de los comités de administración de las copropiedades, la elaboración participativa del reglamento de copropiedad y capacita a los residentes y sus comités de administración en torno a los derechos y deberes de la vida en copropiedad.

Este subsidio está dirigido a todos los condominios sociales del país que presenten deterioro o déficit en sus bienes comunes y cuyas comunidades buscan mejorar sus capacidades de organización y gestión administrativa, acogándose a los términos de la ley de copropiedad inmobiliaria.

Puede ser asignado en dos modalidades:

- a.** A la comunidad de copropietarios que cuenta con un Comité de Administración y Reglamento inscrito en el Conservador de Bienes Raíces, a través del RUT que el Servicio de Impuestos Internos les entrega.
- b.** A los residentes del condominio (propietarios, arrendatarios y todo residente legal de los departamentos) que sean mayores de edad, siempre que no hayan obtenido subsidio para financiar las mismas obras a las que desean postular.

#### 1.6.5 Dónde y cómo se postula

Cuando una copropiedad requiere efectuar algún tipo de reparación, mejoramiento o ampliación, la comunidad debe organizarse para solicitar apoyo a una Entidad Patrocinante (PSAT) o al Municipio respectivo, quienes asesorarán en los pasos a seguir para postular al programa. Si se requiere, también se podrá solicitar información y orientación en la SEREMI de Vivienda y Urbanismo de su región.

#### 1.6.5.1 El proceso de postulación implica los siguientes pasos:

- a. Como primer paso las Municipalidades a través de sus entidades patrocinantes, o alguna entidad Patrocinantes particular presentarán los antecedentes de la copropiedad a la SEREMI de Vivienda y Urbanismo (los antecedentes incluyen un diagnóstico de los bienes comunes y la priorización de obras aprobada por los residentes, entre otros requisitos).
- b. Una vez que la SEREMI evalúa y establece que el Condominio es objeto del programa, las familias, junto a una Entidad Patrocinante deberán diseñar los proyectos que la copropiedad necesita.
- c. Cuando los proyectos están listos, la Entidad Patrocinante debe presentarlos a SERVIU, que revisará los antecedentes técnicos, sociales y jurídicos. La tarea del reunir los antecedentes de las familias y la copropiedad son de responsabilidad de las Entidades Patrocinantes.

Si están correctos, y las familias tienen el ahorro, SERVIU calificará favorablemente el proyecto. Podrán ser beneficiadas las personas y/o copropiedades que tengan un proyecto aprobado y cumplan con las condiciones del llamado, en función de los recursos disponibles en cada región.

#### 1.6.6 Los montos del subsidio

El monto para el subsidio base a asignar para los casos de postulaciones vía familia, así como para las unidades que conforman una copropiedad, será de hasta 80 UF, para financiar obras tanto del Título I y/o del Título II.

#### 1.6.7 Incrementos del subsidio para condominio social

- a. **Para ambientes salinos:** Se podrá adicionar hasta **10 UF** en las comunas costeras del país y la comuna de Alto Hospicio.

- b. Para remoción de elementos con asbesto cemento:** Se podrá adicionar hasta **15 UF** por beneficiario, cuando sea necesario remover o encapsular elementos con asbesto cemento que formen parte de los bienes comunes edificados, como cubiertas, tabiques, ductos u otros.
- c. Para plagas:** Se podrá adicionar hasta **5 UF** por beneficiario, para el control, la eliminación y/o erradicación de plagas que requiera el proyecto.
- d. Para situaciones de riesgo:** En casos de extrema necesidad, se podrá incrementar en hasta **50 UF** el subsidio para reparaciones estructurales como: muros, tratamiento de suelos, refuerzo de taludes etc.
- e. Para Eficiencia Energética:** Se podrá adicionar hasta **50 UF** por beneficiario, cuando se incluyan partidas de eficiencia energética y/o de acondicionamiento térmico. Únicamente podrán optar a este incremento las copropiedades certificadas durante 2017 que hayan sido autorizadas expresamente en la respectiva resolución que declara a la copropiedad objeto del llamado.
- f. Para Regularización:** Se podrá adicionar hasta 25 UF en aquellas propiedades que necesiten regularizar obras necesarias para obtener la recepción definitiva de ampliaciones.

#### 1.6.8 Subsidio adicional

Además de los subsidios e incremento se podrán solicitar subsidios adicionales, que se podrán utilizar sólo para obras de Acondicionamiento Térmico o Eficiencia Energética, según corresponda, no pudiendo traspasar dichos montos a otras partidas del proyecto de reparación y/o mejoramiento de bienes comunes, ni entre sí. Los proyectos de Acondicionamiento Térmico financiados mediante el subsidio adicional deberán orientarse al acondicionamiento térmico integral de los

edificios, considerando la intervención de Muros que conforman la fachada del edificio; Techumbre y Ventanas.

El subsidio **adicional** será incompatible con el Incremento de Eficiencia Energética y/o Acondicionamiento Térmico. Los proyectos de Acondicionamiento Térmico y/o Eficiencia Energética presentados a Serviu deben incorporar la normativa vigente.

Los montos y ahorros requeridos para postular a los subsidios en condominio social son los que se detallan en la siguiente tabla

**Tabla 1-9:** Montos y Ahorros requeridos

<b>Tipo de Proyecto</b>	<b>Monto máximo (UF)</b>	<b>Ahorro adicional (UF)</b>
Proyecto de Acondicionamiento térmico	120	0,5
Proyecto de Eficiencia Energética e Híbrida	50	0,5

**Fuente:** DS 255 de V y U. año 2006

#### 1.6.9 Factores de prelación para definir los condominios seleccionados

Dado que como es de esperar, son muchos los condominios que necesitan recursos para mejorar sus edificaciones, y los recursos de los que dispone el Serviu respectivo no son los suficientes para todos, se debe realizar un proceso de selección, para evaluar los que presenten mayor urgencia, para realizar este procedimiento, los factores de prelación deberán ser aplicados por una Comisión Evaluadora que convocará el Secretario Regional Ministerial, integrada por a lo menos 2 profesionales representantes de la Seremi y del Serviu respectivo, en base a los factores descritos en la siguiente tabla.

**Tabla 1-10:** Factores de prelación nacional

Variable	Categorías	Puntos	Ponderador
1.- Antigüedad de la copropiedad según año de recepción final de obras	Anterior a 1976:	100	10%
	Entre 1977 y 1983:	70	
	Entre 1984 y 2001:	100	
	Entre 2002 y 2004:	50	
	Desde 2005:	0	
2.- Antigüedad de la postulación	Copropiedad no seleccionada en dos o más selecciones anteriores	100	10%
	Copropiedad no seleccionada en un proceso de selección anterior	75	
	Copropiedad no postulada anteriormente	45	
	Copropiedad seleccionada anteriormente	0	
3.- Adherencia a la postulación (n° de postulantes sobre el total de viviendas de la copropiedad)	100% del total de viviendas de la copropiedad	100	10%
	Entre 99% y 90% del total de viviendas de la copropiedad	75	
	Entre 89% y 80% del total de viviendas de la copropiedad	50	
	Entre 79% y 70% del total de viviendas de la copropiedad	25	
	69% o menos del total de viviendas de la copropiedad	0	
4.- Obra principal del proyecto según porcentaje mayoritario de recursos destinados	Título II – Seguridad, Título III y Título I – Proyectos de redes sanitarias	100	10%
	Título II – Habitabilidad	75	
	Título II – Mantenimiento	50	
	Título I – Proyectos distintos a redes sanitarias	0	
5.- Superficie promedio de las unidades de vivienda del Conjunto Habitacional	Menos de 35 m <sup>2</sup>	100	10%
	Entre 36 m <sup>2</sup> y 42 m <sup>2</sup>	75	
	Entre 43 m <sup>2</sup> y 49 m <sup>2</sup>	50	
	Entre 50 m <sup>2</sup> y 56 m <sup>2</sup>	25	
	Más de 56 m <sup>2</sup>	0	
6.- Criterios regionales definidos mediante las resoluciones citadas en el Visto 4 de la presente resolución, según corresponda a cada región.			50%

**Fuente:** DS 255 de V y U. año 2006

**Tabla 1-11:** Factores de prelación regional

Variable	Categorías	Puntos	Ponderador
<b>Deterioro de los bienes comunes</b> Puntaje Nivel de Deterioro, obtenido en evaluación realizada de elementos y materiales que conforman los Bienes Comunes de la Copropiedad Postulante, en base a visita y Ficha de Deterioro.	Entre 66 y 64	100	30%
	Entre 63 y 60	95	
	Entre 59 y 57	90	
	Entre 56 y 54	85	
	Entre 53 y 51	80	
	Entre 50 y 47	75	
	Entre 46 y 44	70	
	Entre 43 y 41	65	
	Entre 40 y 37	60	
	Entre 36 y 34	55	
	Entre 33 y 31	50	
	Entre 30 y 27	45	
	Entre 26 y 24	40	
	Entre 23 y 21	35	
	Entre 20 y 18	30	
	Entre 17 y 14	25	
	Entre 13 y 11	20	
Entre 10 y 8	15		
Entre 7 y 4	10		
Entre 3 y 0	5		
<b>Priorización Título II</b> Considera el porcentaje del subsidio base destinada al Título II.	Entre 100% y 75%	100	20%
	Entre 74% y 50 %	75	
	Entre 49% y 25 %	50	
	Menor a 25%	0	

**Fuente:** DS 255 de V y U. año 2006

## **CAPÍTULO 2: SITUACIÓN ACTUAL DE LOS BLOCK EN ESTUDIO**

## **2.1 GENERALIDADES**

Los edificios objeto de este estudio, están ubicados en el pasaje Las Torres n° 514 y 518, Población Candelaria, comuna de San Pedro de la Paz, son dos estructuras, ambas de tres niveles, una de ellas cuenta con 12 departamentos de 48.5 m<sup>2</sup>, la otra cuenta con 18 departamentos de la misma superficie que el anterior. En ambos edificios los departamentos del primer piso están en un solo nivel, en cambio los del piso superior son del tipo dúplex, es decir ocupan superficie del segundo y tercer nivel.

Estos edificios fueron construidos el año 1979, cuentan con recepción definitiva con fecha del 31 de Enero de 1980, la materialidad predominante de la estructura de ambos edificios es de albañilería reforzada, estucado por el exterior e interior, el piso de primer nivel está construido en base a un radier de hormigón, los pisos superiores son en base a una losa de hormigón armado, el cielo del tercer nivel también corresponde a una losa de hormigón armado, la estructura de la cubierta es de madera, con una cubierta de Zinc-alum, las ventanas son de vidrio monolítico con marco de acero, excepto en algunos casos donde los propietarios han cambiado a ventana con marco de aluminio vidrio monolítico, las divisiones de los recintos interiores en de tabiquería.

Dado que es una edificación construida en los años 80, mucho antes de implementada la normativa sobre aislación térmica en Chile, no cuenta con ningún tipo de aislación térmica, lo que hace más difícil calefaccionar los departamentos.

## 2.2 UBICACIÓN SECTOR



**Figura 2-1:** Ubicación del Proyecto

**Fuente:** Elaboración personal

## 2.3 PLANTA ARQUITECTURA DE LOS BLOCK

Como se trata de un condómino social todos los departamentos del primer piso tiene la misma configuración, en ambos edificios, en cambio los departamentos en el piso 2 y 3 tienen otra distribución, la que se repite en ambos blocks, como se aprecia en la planta de arquitectura.

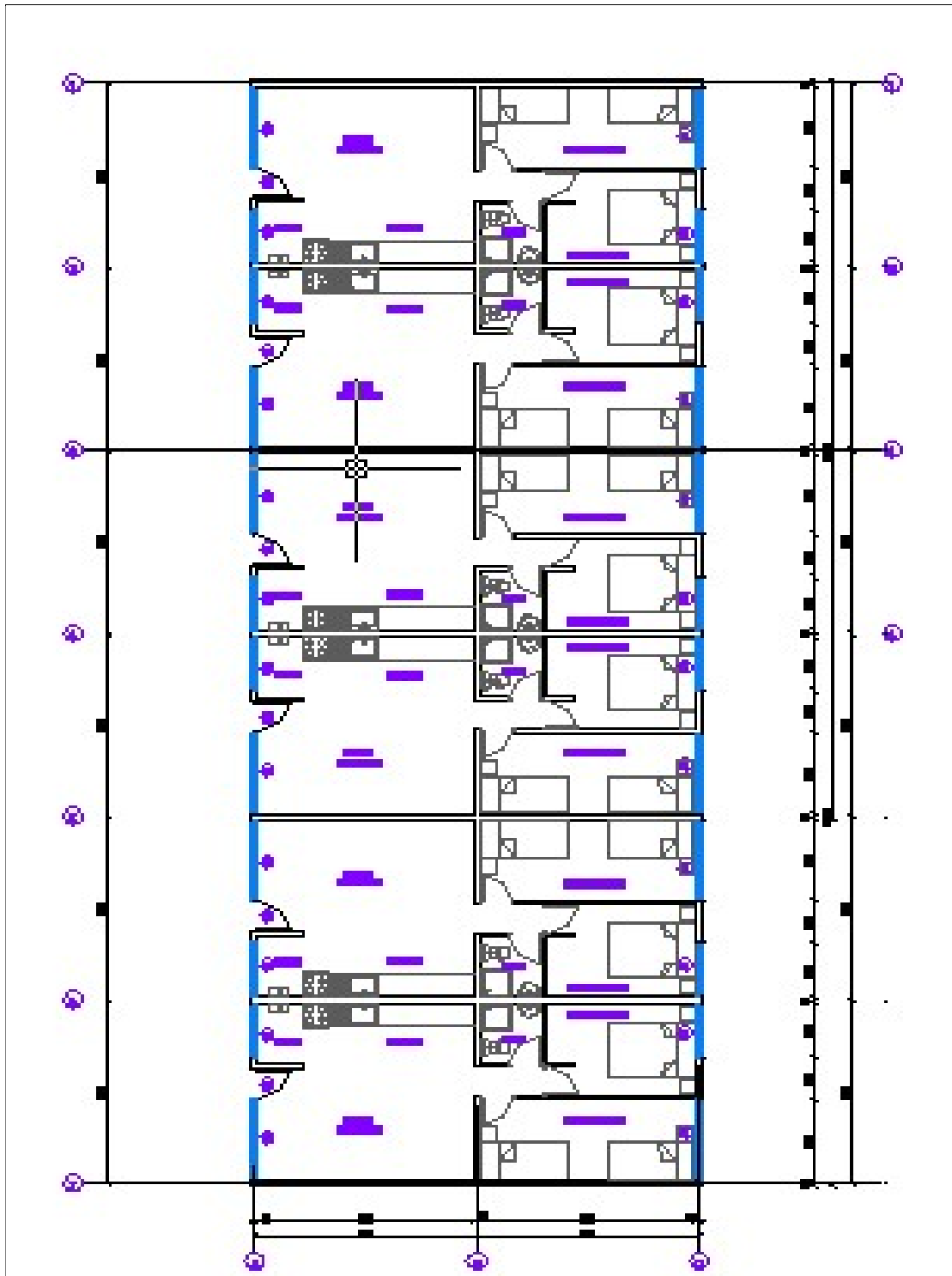


Figura 2-2: Planta de arquitectura Block 514

Fuente: Elaboración personal

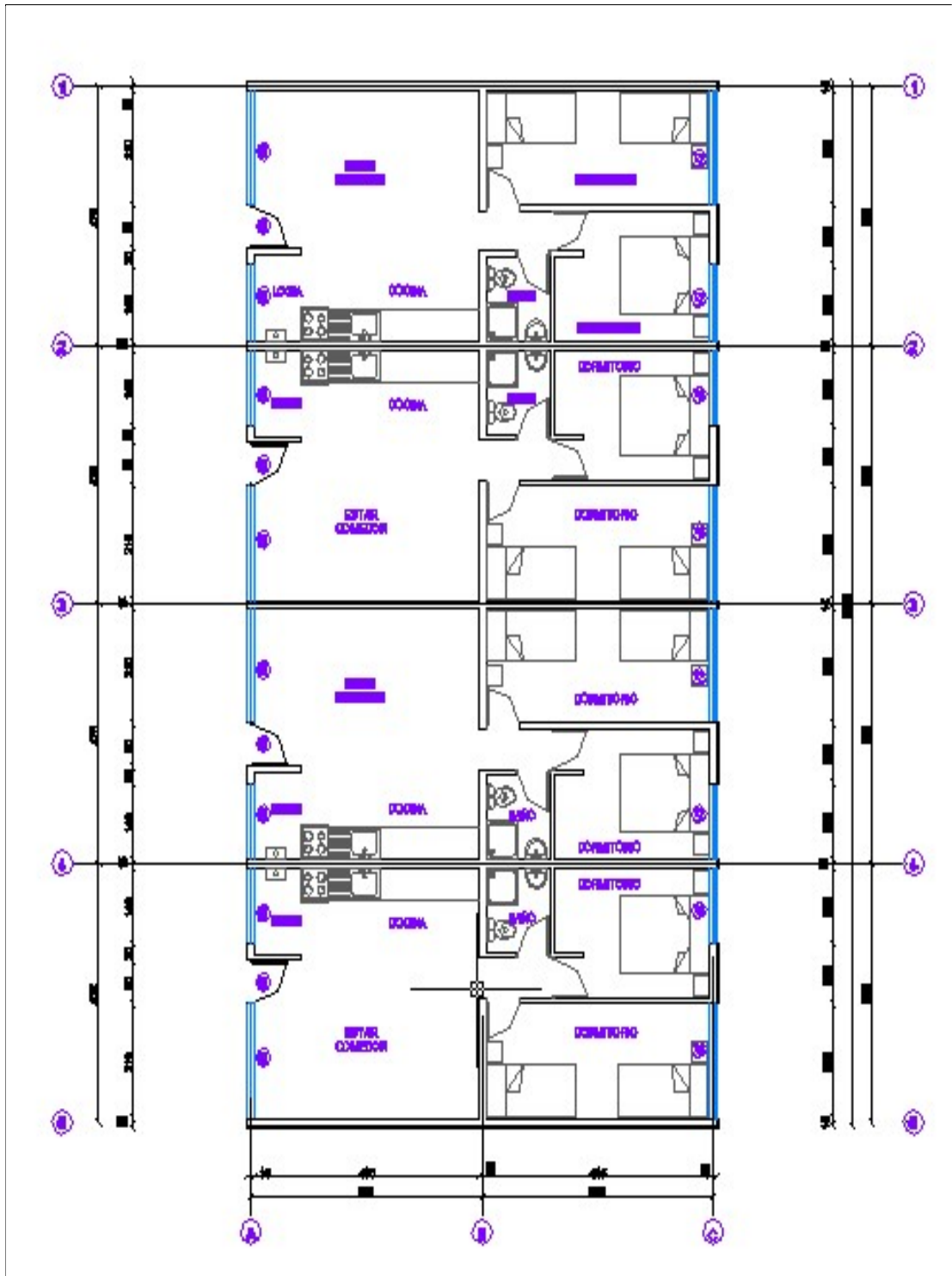


Figura 2-3: Planta de arquitectura Block 514

Fuente: Elaboración personal



**Figura 2-4:** Foto Exterior del Block 514

**Fuente:** Elaboración personal



**Figura 2-5:** Foto Exterior del Block 518

**Fuente:** Elaboración personal

## 2.4 CONDICIONES ACTUALES DE LOS DEPARTAMENTOS

Por la antigüedad de estas edificaciones, y al no contar con aislación térmica es común encontrar deterioros en las habitaciones que van desde manchas en las paredes y cielo hasta deterioros considerables en marcos de ventanas, producto de la mala ventilación, y grandes variaciones de temperatura en la superficie de los muros, como se muestra e continuación en algunas imágenes.



**Figura 2-6:** Estado de los Depto.

**Fuente:** Elaboración personal



**Figura 2-7:** Estado de los Depto.

**Fuente:** Elaboración personal



**Figura 2-8:** Estado de los Depto.

**Fuente:** Elaboración personal



**Figura 2-9:** Estado de los Depto.

**Fuente:** Elaboración personal

## **2.5 ANTECEDENTES NECESARIOS PARA EL ESTUDIO DE LA AISLACIÓN**

Para determinar si estas edificaciones cumplen o no con la normativa de aislación térmica, debemos conocer varios antecedentes tales como: Materialidad de la edificación, Superficies de muros, Cubiertas, Tipo de ventanas, Cantidad de ventanas etc.

A continuación se muestra un cuadro con los tipos de materiales y las cantidades de superficies de cada uno de los edificios en estudio.

**Tabla 2-1:** Superficies Block 514

<b>Block 514</b>	<b>Cantidad</b>
Departamentos	18
Superficie por cada nivel	292,7
Superficie total	878
Superficie de cubierta	334
Superficie de ventanas (vidrio monolítico)	145
Superficie de muros albañilería	247
Superficie de muros de hormigón armado	115
Superficie de puertas exteriores	30
Superficie de muros perimetrales incluidos puertas y ventanas	537

**Fuente:** Elaboración personal

**Tabla 2-2:** Superficies Block 518

<b>Block 518</b>	<b>Cantidad</b>
Departamentos	12
Superficie por cada nivel	195,8
Superficie total	587,5
Superficie de cubierta	227
Superficie de ventanas (vidrio monolítico)	97
Superficie de muros albañilería	201
Superficie de muros de hormigón armado	86
Superficie de puertas exteriores	20
Superficie de muros perimetrales incluidos puertas y ventanas	405

**Fuente:** Elaboración personal

## 2.5.1 Condiciones iniciales de aislación térmica de los edificios

Para verificar cual es la condición real de aislación térmica de los dos edificios en la actualidad, debemos analizar cada uno de ellos en sus distintos componentes, es decir: Complejo de muros, Complejo de techumbre, piso ventilado y si el porcentaje de ventanas corresponde con el máximo exigido por la normativa, para lo cual analizaremos cada uno de ellos.

### 2.5.1.1 Complejo de muros

En general los muros de ambos edificios están conformados por un porcentaje de muros de hormigón armado, que corresponde a pilares machones y vigas, de 150 mm de espesor con una capa de mortero por ambos lados de 25 mm de espesor, el cual tiene una resistencia térmica que se puede obtener mediante el cálculo mencionado anteriormente, existe también un porcentaje de muros de albañilería que está compuesto por ladrillo tipo fiscal revestido por ambos lados con una capa de mortero de cemento de 30 mm de espesor, como la resistencia térmica del muro de hormigón armado es diferente a la del muro de albañilería se debe obtener la resistencia térmica de ambos por separado y posteriormente con el porcentaje de influencia de cada uno determinar el valor de la resistencia total de la envolvente el edificio.

$$RT = 1/U = R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}.$$

**Tabla 2-3:** Complejo de muro 1 (muros de albañilería de ladrillo)

Complejo Muro 1					Requerido
Materialidad	Espesor (m)	Conductividad $\lambda$ (W/mK)	$e/\lambda$	U (W/m <sup>2</sup> K)	U =0,45 RT= 222
Mortero de cemento	0,03	1,4	0,0214	2,160	
Ladrillo hecho a mano	0,15	0,5	0,3000		
Mortero de cemento	0,03	1,4	0,0214		
R si + R se			0,12		
TOTAL (R T) m <sup>2</sup> k/W			0,463		

**Fuente:** Elaboración personal

**Tabla 2-4:** Complejo de muro 2 (muros de hormigón)

Complejo Muro 2					Requerido
Materialidad	Espesor (m)	conductividad $\lambda$ (W/mk)	$e/\lambda$	U (W/m <sup>2</sup> K)	U =0,45 RT= 222
Mortero de cemento	0,025	1,4	0,0179	4,0365	
Hormigón armado	0,15	1,63	0,0920		
Mortero de cemento	0,025	1,4	0,0179		
R si + R se			0,12		
TOTAL (R T) (m <sup>2</sup> k/W)			0,248		

**Fuente:** Elaboración personal

Como se observa, la resistencia térmica en ambos tipos de muros es distinta, por lo que debemos obtener el promedio de ambos en función del porcentaje construido

### 2.5.1.2 Complejo de techumbre

El complejo de techumbre está conformado por una losa de hormigón armado de 15 cm, una cámara de aire, la estructura de cubierta y la cubierta de zinc alum de 0,5mm de espesor.

**Tabla 2-5:** Complejos Techumbre

Complejos techumbre					Requerido
Materialidad	Espesor (m)	conductividad (W/mk)	$\lambda$ e/ $\lambda$	U (W/m <sup>2</sup> K)	<b>U =0,33</b> <b>RT= 282</b>
Hormigón armado	0,15	1,63	0,0920	<b>3,5750</b>	
Fieltro	0,001	0,13	0,0077		
Zinc alum	0,0005	210	0,000002		
<b>R si x 2</b>			0,18		
<b>TOTAL (R T)</b>			<b>0,2797</b>		

**Fuente:** Elaboración personal

### 2.5.1.3 Complejo de piso ventilado

Este factor no se considera, ya que tanto el Block 514 y 518, no cuentan con piso ventilado

### 2.5.1.4 Complejo de ventanas

Otro de los factores que debemos considerar son las ventanas que tienen los edificios, para verificar esta situación debemos ver los edificios por separado, ya que la exigencia de la normativa está en función de la superficie con ventanas, respecto del total de la superficie de la envolvente de las edificaciones correspondientes.

Para el caso del block 514, tenemos un total de 537 m<sup>2</sup> de superficie de muros incluidos puertas y ventanas, y una superficie de 145 m<sup>2</sup> de ventanas, esto corresponde a un 27,0% de ventanas. Según la Tabla n°2-6 de la ordenanza cuando tenemos vidrio monolítico, la superficie de estos debe ser menor a 21% para la zona 4, que es la que le corresponde a la comuna de San Pedro de la Paz.

**Tabla 2-6:** Porcentaje de superficie de ventanas Block 514

<b>Block 514</b>	
<b>Superficie total envolvente</b>	<b>537</b>
<b>Superficie de ventanas</b>	<b>145</b>
<b>Porcentaje de ventanas</b>	<b>27%</b>
<b>Máximo porcentaje permitido</b>	<b>21%</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Para el caso del block 518, tenemos un total de 404 m<sup>2</sup> de superficie de muros incluidos puertas y ventanas, y una superficie de 97 m<sup>2</sup> de ventanas, esto corresponde a un 24,0% de ventanas. Según la Tabla n°2-7 de la ordenanza cuando tenemos vidrio monolítico, la superficie de estos debe ser menor a 21% para la zona 4, que es la que le corresponde a la comuna de San Pedro de la Paz.

**Tabla 2-7:** Porcentaje de superficie de ventanas Block 518

<b>Block 518</b>	
<b>Superficie total envolvente</b>	<b>405</b>
<b>Superficie de ventanas</b>	<b>97</b>
<b>Porcentaje de ventanas</b>	<b>24%</b>
<b>Máximo porcentaje permitido</b>	<b>21%</b>

**Fuente:** Elaboración propia

### Observación

Como es un proyecto de atención a condominio de viviendas sociales, debemos considerar las indicaciones que se mencionan en la resolución exenta 2880 del ministerio de vivienda y urbanismo del año 2016.

El primer paso para esta evaluación es identificar en la Tabla N° 1-5 de la Resolución Ex. 2880, la comuna donde se llevara a cabo el proyecto, esta nos dará una letra indicativa de la zona y un número indicativo del tramo al cual pertenece, con estos valores debemos ir a la Tabla N°1-7 de la misma resolución, la cual no dará los requerimientos mínimos a cumplir para los proyectos de la comuna de San Pedro de la Paz. En nuestro caso se considera la tabla N° 1-7 ya que esta es la que corresponde cuando se trata de un proyecto con subsidio **adicional** para acondicionamiento térmico. La tabla N°1-6 se utiliza cuando se trata de un **subsidio de incremento** para acondicionamiento térmico, la diferencia radica básicamente en el monto del subsidio.

Como nuestro proyecto está emplazado en la comuna de San Pedro de la Paz le corresponde la zona E y el tramo 2. **(E-2)**

**Extracto de tabla N° 1 Res. Ex 2880**

TABLA N° 1-5 LISTADO DE COMUNAS, ZONAS Y TRAMOS			
REGION	COMUNA	ZONA	Tramo PPPF
BIO-BIO	Bulnes	F	1
	Chiguayante	E	2
	Chillan	F	1
	Chillan Viejo	F	1
	Concepción	E	2
	Coronel	E	2
	Curanilahue	E	3
	Hualpen	E	2
	Lebu	E	3
	Los Ángeles	F	1
	Lota	E	3
	Penco	E	2
	San Carlos	F	1
	San Pedro	E	2
	Talcahuano	E	2
Tome	E	2	

Dado que en este caso se solicita el subsidio adicional para acondicionamiento térmico, debemos referirnos a la tabla 3 que se muestra a continuación, la que nos indica los parámetros a cumplir en este tipo de proyectos

Tabla N° 3: "Tabla de estándar Técnico", aplicable según la zona donde se ubique cada condominio para los proyectos que opten al subsidio adicional para las obras de Acondicionamiento Térmico, indicado en el resolución 20 de la Res. Ex. N° 2880 IV y U9 2016

ZONA	TRAMO PPPF	TABLA N° 3 ESTANDAR TECNICO																
		TECHO (V)		MUROS (V)		PISO VENTILADO (V)		VENTANAS										
		Valor U (W/m2k)	R 100 ((M2k)/W)*100	Valor U (W/m2k)	R 100 ((M2k)/W)*100	Valor U (W/m2k)	R 100 ((M2k)/W)*100	VIDRIO SIMPLE (U:5,8 W/M2k) POR RECINTO DORMITORIOS	ESTAR + COMEDOR	BAÑO + COCINA	FACHADAS DE ESPACIOS COMUNES	DORMITORIOS	VIDRIO - DVH (U:3,6 W/M2k) POR RECINTO	ESTAR + COMEDOR	BAÑO + COCINA	SISTAMA DE VENTILACION	PUERTAS INCLUYE MARCO Y CERRADUR	PUERTAS BAJO PUERTAS
A	1	0,84	119	2,1	48	3,6	28	V	V	V*						V	V	V
	2							V	V	V*						V	V	V
B	1	0,47	213	0,8	125	0,7	143											
	2																	
C	1	0,47	213	0,8	125	0,87	115											
	2																	
D	1	0,38	235	0,8	125	0,7	143											
	2																	
E	1	0,33	282	0,45	222	0,6	167											
	2																	
	3																	
F	1	0,28	357	0,45	222	0,5	200											
	2																	
G	1	0,28	357	0,4	250	0,39	256											
	3																	
H	1	0,25	400	0,3	333	0,32	313											
	2																	
I	1	0,25	400	0,35	286	0,32	313											

V = Obligatorio  
O= Opcional  
V\* obligatorio, en caso que la solución de envolvente térmica considere la intervención de vanos en espacio comunes (como por ejemplo pasillos, escalas y otros)

Como era de esperar según los cálculos obtenidos de la situación actual de los edificios, se puede deducir que en ninguno de los complejos analizados cumple con la normativa, esto es complejo de muros, techumbre y porcentaje de ventanas, por lo que es necesario evaluar un buen tipo de aislación térmica para los edificios en estudio, y de esa manera mejorar la calidad de vida de los habitantes.

**CAPÍTULO 3: DISTINTOS TIPOS DE MATERIALES PARA AISLACIÓN  
TÉRMICA**

### **3.1 GENERALIDADES**

#### **3.1.1 Reacondicionamiento térmico de los edificios**

En Chile hoy en día contamos con una reglamentación térmica que nos obliga a construir viviendas con estándares mínimos de aislación en toda la envolvente, pero para viviendas construidas antes del año 2000, muchas de éstas, no cuentan con un sistema de aislación térmica, como es el caso de los edificios en estudio. El reacondicionamiento térmico de los departamentos tiene como objetivo mejorar el confort térmico de los habitantes de los departamentos y a la vez disminuir el uso de combustibles utilizados para calefacción.

El reacondicionamiento térmico en general se logra agregando capas de elementos con baja conductividad térmica, a los elementos de la vivienda, ya sea muros, techo y pisos ventilados si corresponde, además del cambio de ventanas cuando se está fuera de los rangos que exige la normativa. Dado que en el mercado existen hoy en día una serie de elementos, que son buenos aislantes térmicos, es necesario evaluar cuál será la mejor alternativa para nuestro caso.

Dentro de los factores que debemos considerar para elegir nuestro producto, uno de los más importantes es su conductividad térmica, mientras menor sea su conductividad, mejor será este material. Los materiales que mejor cumplen esta función son los materiales porosos o fibrosos que son capaces de inmovilizar el aire seco y mantenerlo dentro de celdillas más o menos retenidas. Dentro de los materiales usados en construcción, que mejor cumplen con el objetivo son: Poliestireno expandido, Lana mineral, Lana de vidrio, Espuma de poliuretano, Espuma celulósica, etc.

Como es de esperar no todos los materiales cumplen con la totalidad de los requerimientos, así por ejemplo, un material puede resultar ideal para aislar el techo pero no muy recomendable para aislar muros, por este motivo debemos analizar las distintas opciones para muros y techos por separado.

## 3.2 MATERIALES AISLANTES TÉRMICOS

Para definir cuál será la mejor opción de material a utilizar para nuestros edificios, analizaremos algunos de los materiales más usados, en Chile para este fin son considerando varios factores a la hora de seleccionar nuestro material, dentro de estos factores tenemos: La conductividad térmica, la dificultad para su instalación, su resistencia al fuego, su vida útil, si causa efectos negativos al medio ambiente, y finalmente, su relación precio/m<sup>2</sup>, ya que al ser un proyecto realizado con subsidio del estado, debemos verificar que con el presupuesto que nos entrega Serviu, se pueda aislar toda la envolvente de los edificios para así cumplir con la normativa vigente.

### 3.2.1 Poliestireno expandido

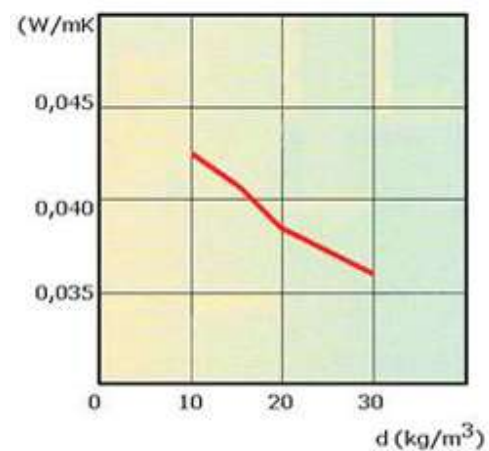
El poliestireno expandido es una espuma rígida formada por numerosas perlas, por medio de las cuales se distribuye y retiene una gran cantidad de aire, el que le da una alta capacidad de aislación térmica. Es resistente a los procesos de envejecimiento y descomposición, así como a la acción de hongos, bacterias, termitas y una amplia gama de sustancias, aunque no resiste los rayos UV ni temperaturas mayores a 90°C, es uno de los aislantes más usados debido a su bajo precio.

Este material lo encontramos en el comercio, principalmente en plancha de 0,5 x 1,0 mt, de varios espesores y distintas densidades. La conductividad térmica del poliestireno expandido varía según la densidad del material, por lo que es muy importante tener en cuenta este factor a la hora de elegir el que usaremos, dentro de los que se comercializan en el mercado tenemos los de 10, 15, 20 ,25 y 30kg/m<sup>3</sup>, a medida que aumenta su densidad, aumenta también su conductividad, disminuyendo su resistencia al paso del calor. Es importante mencionar también que a medida que aumenta su densidad aumenta su resistencia mecánica. Debido a sus características y fácil instalación este material puede ser usado para aislar techos muros pisos

ventilados, etc., pueden ser instalados solo o conformando un conjunto con otros materiales, tal como la plancha de yeso cartón.

### Conductividad térmica v/s densidad del poliestireno expandido

<b>Poliestireno expandido</b>	
Densidad	Conductividad térmica
(kg/m <sup>3</sup> )	$\lambda$ ( W/mK)
10	0,0425
15	0,0413
20	0,0384
25	0,0373
30	0,0361



#### 3.2.1.1 Medio ambiente

El poliestireno expandido se fabrica a partir de petróleo, pero se puede reciclar en su totalidad para formar bloques del mismo material y fabricar materias primas para otra clase de productos. No es soluble en agua, por lo que no genera contaminación en ésta, sin embargo, es un material fácilmente combustible que al quemarse contamina emanando gases al ambiente, principalmente monóxido, dióxido de carbono y humo.

#### 3.2.2 Lana mineral

Se fabrica mediante la fusión de una mezcla de distintas rocas con alto contenido de sílice. Es un aislante térmico, constituido por fibras minerales blancas ultrafinas que se aglomeran para formar colchonetas, frazadas, bloques y caños pre-

moldeados. Se puede encontrar libre o estar revestida por algún otro material como aluminio o papel kraft, para mejorar su impermeabilidad a la humedad y al vapor de agua. Es un material que no se pudre y mantiene sus características físicas en el tiempo, sin embargo, al mojarse pierde parte de sus propiedades aislantes, su coeficiente de conductividad térmica va entre 0,030 y 0,043 W/mk. Cabe mencionar también que este producto es un excelente aislante acústico.

Su presentación en el mercado es como colchoneta de 0.5 mt de ancho por 1.2 mt de largo, puede encontrarse forrada en una cara, en ambas caras o libres, en distintos espesores, además se puede encontrar en rollos de 1,2mt por 12,5 mt de largo.

Para determinar el espesor que debemos utilizar, es necesario saber cuál es nuestro requerimiento y posteriormente ver en el mercado las distintas presentaciones, (espesor, dimensiones y conductividad térmica especificada), de acuerdo a la información entregada por el fabricante según las siguientes tablas.

**Tabla 3-1:** Presentación de Colchoneta Libre, en el Mercado

<b>COLCHONETA LIBRE</b>				
Tipo	Espeso	Ancho	Largo	R100
	(mm)	(m)	(m)	
Colchoneta Libre	40	0,5	1,2	94
Colchoneta Libre	50	0,5	1,2	122
Colchoneta Libre	60*	0,5	1,2	143
Colchoneta Libre	80	0,5	1,2	190
Colchoneta Libre	100*	0,5	1,2	238

**Fuente:** Elaboración Personal

**Tabla 3-2:** Presentación de Colchoneta Papel Una Cara, en el Mercado

<b>COLCHONETA PAPEL UNA CARA</b>				
Tipo	Espeso	Ancho	Largo	R100
	(mm)	(m)	(m)	
Colchoneta P.1 Cara	40	0,5	1,2	95
Colchoneta P.1 Cara	50	0,5	1,2	122
Colchoneta P.1 Cara	60*	0,5	1,2	143
Colchoneta P.1 Cara	80	0,5	1,2	190
Colchoneta P.1 Cara	100*	0,5	1,2	238

**Fuente:** Elaboración Personal

**Tabla 3-3:** Presentación de Colchoneta Papel Dos Caras, en el Mercado

<b>COLCHONETA PAPEL DOS CARAS</b>				
Tipo	Espeso	Ancho	Largo	R100
	(mm)	(m)	(m)	
Colchoneta P.2 Cara	50	0,5	1,2	119
Colchoneta P.2 Cara	80	0,5	1,2	190

**Fuente:** Elaboración Personal

**Tabla 3-4:** Presentación de Aislamiento Roll, en el Mercado

<b>AISLAN ROLL</b>				
Tipo	Espeso	Ancho	Largo	R100
	(mm)	(m)	(m)	
AislamientoRoll	50	1,2	12,5	119
AislamientoRoll	25	1,2	12,5	59

**Fuente:** Elaboración Personal

Por su fácil instalación y excelentes características de aislamiento y acústicas puede ser usado en aislamiento de techos y muros.

Es importante mencionar que este producto puede causar alergias, irritación de la piel o problemas respiratorios en las personas que lo instalan, por lo que se deben considerar medidas especiales al manipularlo, como el uso de guantes, gafas, mascarillas y ropa adecuada, y no debe entrar en contacto con ojos, manos o pulmones.

### 3.2.2.1 Medio ambiente

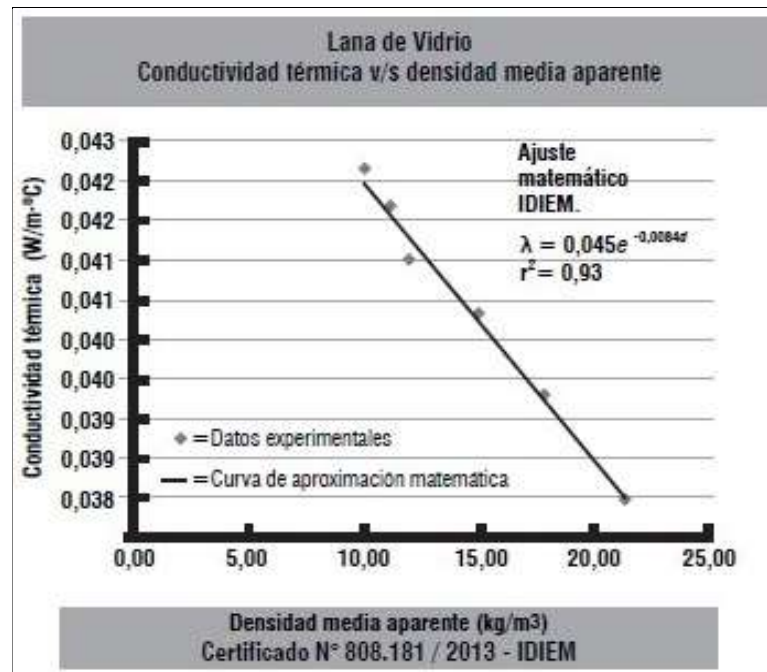
Por ser un material proveniente de minerales naturales presentes en rocas, la lana mineral no causa efectos adversos conocidos al medio ambiente. Es un material reciclable e inorgánico, que no contiene químicos en su producción. Al ser incombustible es seguro en caso de incendio, ya que no produce gases tóxicos que afecten a las personas o al medio ambiente. Su desventaja es que se debe fundir rocas a altas temperaturas para su producción, lo que conlleva un alto consumo de energía. Es un producto que contiene mucho aire que a su vez puede contener humedad, lo que reduce su resistencia térmica.

### 3.2.3 Lana de vidrio

Es fabricada a altas temperaturas fundiendo arenas con alto contenido de sílice. Es un producto fibroso y de alta resistencia, ideal para ser usado en soluciones que requieran aislamiento térmico y acústico. No se pudre y no es vulnerable a plagas. Es muy similar a la lana mineral.

Este producto es fabricado en varios formatos, principalmente en rollos y paneles. Puede estar revestido en una de sus caras con diversos materiales como papel kraft, aluminio, polipropileno entre otros, los que permiten mejorar la permeabilidad al vapor de agua y a la humedad, además de ser un buen aislante acústico entre otras características.

La conductividad térmica de este material depende de su densidad, a mayor densidad mayor conductividad térmica, disminuyendo con esto su resistencia térmica, según se muestra en el siguiente gráfico.



**Figura 3-1:** Densidad v/s Conductividad Térmica

**Fuente:** Ficha Técnica del Producto

Este producto puede ser instalado para aislar techos, muros y pisos, debido a su fácil manipulación, y buenas características térmicas y acústicas, resulta atractiva y practica su utilización; en el mercado lo podemos encontrar en varios formatos que se muestran a continuación.

**Tabla 3-5:** Presentación del producto en Rollo, en el Mercado

<b>TIPO</b>	<b>Espesor mm</b>	<b>Ancho mt</b>	<b>Largo mt</b>	<b>R 100</b>
Rollo	40	1,2	24	94
Rollo	50	1,2	12	122
Rollo	60	1,2	12	141
Rollo	80	1,2	9,6	188
Rollo	100	1,2	7,5	235
Rollo	120	1,2	7,5	282
Rollo	140	1,2	5,5	329
Rollo	160	1,2	5,5	376

**Fuente:** Elaboración Personal

**Tabla 3-6:** Presentación del producto en Panel Libre, en el Mercado

<b>TIPO</b>	<b>Espesor mm</b>	<b>Ancho mt</b>	<b>Largo mt</b>	<b>R 100</b>
Panel libre	50	0,6	1,2	131
Panel libre	60	0,6	1,2	158

**Fuente:** Elaboración Personal

**Tabla 3-7:** Presentación del producto en panel, papel una cara, en el Mercado

<b>TIPO</b>	<b>Espesor mm</b>	<b>Ancho mt</b>	<b>Largo mt</b>	<b>R 100</b>
Panel papel 1 cara	50	0,6	1,2	128
Panel papel 1 cara	60	0,6	1,2	154

**Fuente:** Elaboración Personal

Al igual que la lana de vidrio tiene algunas complicaciones para quien la instala, puede causar alergias a la piel o problemas respiratorios en las personas, por lo que se deben considerar medidas especiales al manipularlo, como el uso de guantes, gafas y mascarillas, y no debe entrar en contacto con ojos, manos o pulmones.

#### 3.2.3.1 Medio ambiente

Por ser un material proveniente de minerales naturales presentes en rocas, la lana de vidrio no posee riesgos de contaminar el medio ambiente, además al no ser soluble en agua, no genera contaminación en ésta. Es un material limpio e inorgánico, el vidrio utilizado es reciclado, por lo que contribuye a la reutilización de materias primas. Su desventaja es que para su producción, se debe fundir las rocas o vidrio reciclado a altas temperaturas, por lo que existe un alto consumo de energía.

#### 3.2.4 Poliuretano

El Poliuretano rígido es el material aislante térmico eficiente y duradero. Su baja conductividad térmica conferida por la estructura celular cerrada y su innovadora tecnología de fabricación lo han puesto a la cabeza de los productos que colaboran en el ahorro de energía a través del aislamiento térmico.

Las tres principales aplicaciones en edificación son: Poliuretano Proyectado, Planchas de Poliuretano Conformado y Paneles Sándwich de Poliuretano.

**a.** El poliuretano proyectado presenta varias características que lo hacen un producto de muy recomendable desde el punto de vista técnico, tales como: Buena adherencia, adaptabilidad, aplicaciones continuas sin juntas ni puentes térmicos, impermeabilidad y gran aislación térmica con un mínimo de espesor.

Es importante utilizar máscaras, dispositivos de respiración y otros elementos de protección personal, durante la aplicación del poliuretano, para minimizar la exposición a partículas y vapores.

**b.** Las planchas de poliuretano conformado presentan varias características importantes que hacen de esta presentación un muy buen y práctico aislante térmico, dentro de sus características podemos mencionar: excelente resistencia térmica, estabilidad dimensional, fácil manipulación y puesta en obra, aislamiento térmico estable que se mantiene en el tiempo, etc.

**c.** Los paneles sándwich de poliuretano, como su nombre lo indica consisten en una solución compuesta por lo general de dos plancha metálicas de bajo espesor, separadas por una capa de poliuretano, el espesor de la capa de poliuretano es variable según sea el requerimiento, la gran ventaja que tiene este producto es que es autosoportante, además es estanco al aire y agua, es de fácil y rápido montaje, sus usos son principalmente en construcciones deportivas, cámaras frigoríficas, industrias alimentarias, y en viviendas pero en menor medida debido a su alto costo.



**Figura 3-2:** Panel de Poliuretano Tipo Sándwich

**Fuente:** <https://aislaconpoliuretano.com/veneficios-paneles-sandwich-de-poliuretano.htm>

En general el poliuretano en cualquiera de sus variedades, es un producto muy liviano y no absorbe humedad, por lo que no permite el desarrollo de hongos ni bacterias.

#### 3.2.4.1 Medio ambiente

El poliuretano es un material combustible que, al estar en contacto con fuego, libera gases y humos tóxicos y densos, por lo que es peligroso en caso de incendio.

La espuma de poliuretano, al esparcirse con un aerosol, puede liberar gases invernadero y contiene derivados de combustibles fósiles no renovables.

### 3.2.5 Celulosa proyectada

La celulosa ha sido utilizada por más de 40 años como aislante térmico en países como Estados Unidos, Canadá, Alemania, Suecia Finlandia, entre otros. Este aislante ecológico está constituido por entre un 75% y 85% de celulosa reciclada, generalmente es de color gris, además es inodora, para ser usada como aislante ha sido tratada con elementos retardantes al fuego, fungicidas y anti hongos.

La aplicación de este aislante térmico se realiza con un equipo mecánico que la proyecta contra la superficie que se quiera aislar, puede ser utilizada en techumbres y muros de tabiques.

Las principales características que tiene este producto es que al ser aplicado vía proyección, se rellenan todos los espacios en forma continua, eliminando con esto la posibilidad de dejar puentes térmicos.

Como la aislación térmica de los elementos ya sea muros techos o pisos, depende de la resistencia térmica y el espesor de los materiales, para el caso de la celulosa proyectada podemos definir el espesor a utilizar según la siguiente tabla.

**Tabla 3-8:** Rendimiento de la Celulosa Proyectada

ZONA	RESISTENCIA TERMICA (R100)	ESPEJOR DEL AISLANTE (mm)	PESO(KG/ M2)
1	94	42	1,08
2	141	63	1,63
3	188	85	2,19
4	233	106	2,73
5	282	127	3,28
6	329	148	3,82
7	376	169	4,36

**Fuente:** Elaboración Personal

Uno de los inconvenientes que podríamos encontrar para la utilización de este aislante es su instalación, ya que se debe realizar con trabajadores capacitados y contar con los equipos especiales para este trabajo, por lo que generalmente es necesario recurrir a una empresa externa especializada.

#### 3.2.5.1 Medio ambiente

Al ser este un producto mayormente reciclado, y de origen natural, se dice que es un aislante ecológico ya que no provoca daños al medio ambiente durante su elaboración ni durante su periodo de uso.

**CAPÍTULO 4: ALTERNATIVAS PROPUESTAS PARA AISLACIÓN  
TÉRMICA DE LOS EDIFICIOS EN ESTUDIO.**

#### **4.1 GENERALIDADES**

Para proponer un sistema de aislación térmica de los edificios en estudio, debemos realizar un análisis técnico y económico de los distintos materiales mostrados en el capítulo anterior, dado que no todos los materiales pueden ser utilizados por si solo como aislantes de muros y techo, es necesario analizar por separado las soluciones propuestas para muros y techo.

En el caso de los techos la gran mayoría de los materiales se puede instalar directamente sobre la losa sin mayor complicación, sin embargo en el caso de los muros, los materiales no se pueden instalar por si solos como aislamiento exterior, en el caso del poliestireno expandido debe ser instalado como un conjunto denominado comúnmente EIFS, por su sigla en inglés, Exterior Insulation Finish Systems. (Sistema de aislamiento exterior); para el caso del poliuretano proyectado y la celulosa proyectada, es necesario instalar un elemento que la proteja y aisle del exterior, en esta ocasión usaremos una cubierta de fibrocemento de 6 mm, sobre una estructura de metalcom.

Dado que hoy en día no solo es necesario aislar térmicamente las viviendas, para cumplir con lo exigido por la normativa, es también muy importante analizar si el producto utilizado para este fin cumple con otros requisitos asociados con el cuidado del medio ambiente.

A continuación se muestra un cuadro comparativo con los materiales que pueden ser utilizados para aislar térmicamente la cubierta de los edificios.

**Tabla 4-1:** Comparativo de Materiales para Cubierta

<b>Material Aislante</b>	<b>Lana Mineral colchoneta libre</b>	<b>Lana de Vidrio</b>	<b>Poliestireno Expandido</b>	<b>Poliuretano proyectado</b>	<b>Celulosa proyectada</b>
<b>Densidad kg/m<sup>3</sup></b>	40	15	20	36 a 38	29 a a30
<b>Espesor mm</b>	120	120	115	82	115
<b>Conductividad térmica <math>\lambda</math> (w/m*k)</b>	0,041	0,04	0,038	0,028	0,039
<b>R Solicitado</b>	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82
<b>U Solicitado</b>	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
<b>R Obtenido</b>	3,02	3,09	3,08	3,02	3,04
<b>U Ponderado</b>	0,33	0,32	0,32	0,33	0,33

**Fuente:** Elaboración Personal.

A continuación se muestra un cuadro comparativo con los materiales que pueden ser utilizados para aislar térmicamente la cubierta de los edificios.

**Tabla 4-2:** Comparativo de Materiales para Muros

<b>Material Aislante</b>	<b>Lana Mineral</b>	<b>Lana de Vidrio</b>	<b>Poliestireno Expandido</b>	<b>Poliuretano proyectado</b>	<b>Celulosa proyectada</b>
<b>Densidad kg/m<sup>3</sup></b>	40	15	20	36 a 38	29 a a30
<b>Espesor mm</b>	90	90	80	65	85
<b>Conductividad térmica <math>\lambda</math> (w/m*k)</b>	0,041	0,04	0,038	0,028	0,039
<b>R Solicitado</b>	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22
<b>U Solicitado</b>	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
<b>Rt Obtenido</b>	2,32	2,38	2,21	2,45	2,31
<b>U Ponderado</b>	0,43	0,42	0,45	0,41	0,43

**Fuente:** Elaboración Personal.

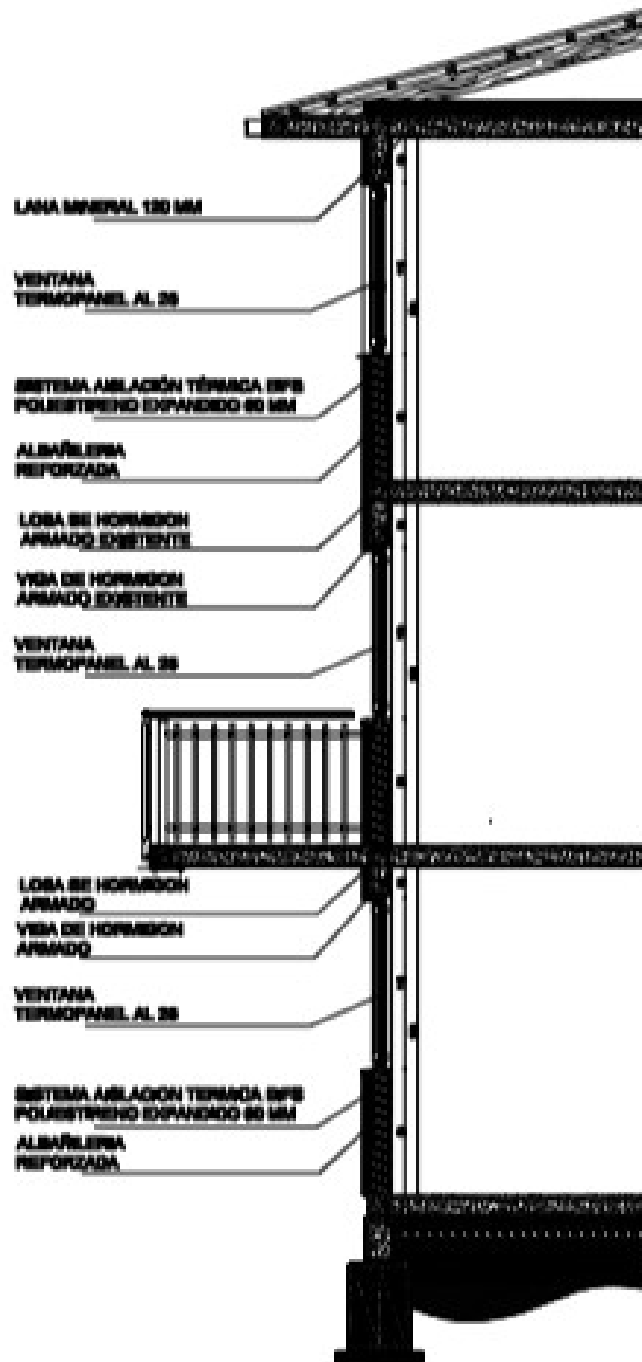
#### **4.2 DEL SUBSIDIO.**

Como se trata de un mejoramiento de edificios, financiados con subsidio de acondicionamiento térmico, es necesario saber cuál es el valor al que puede optar cada beneficiario para este fin, en base a lo expuesto en el capítulo I, en relación al monto del subsidio, podemos deducir que: Según decreto 255 del ministerio de vivienda y urbanismo del año 2006, para proyectos de condominios sociales, los subsidios para mejoramiento destinados a obras del título I y título II, es de 80 UF,

por cada propietario, este subsidio debe ser usado en obras de reparación, y mejoramiento del entorno, y un subsidio adicional para Acondicionamiento térmico, que es de 120UF, es necesario considerar que además cada postulante debe aportar con 0,5UF, con lo que se alcanza un total de 120,5 UF por cada uno de los postulantes.

Considerando que tenemos dos edificios, uno con 12 departamentos y otro con 18 departamentos, obtenemos un total de 30 unidades, que multiplicado por 120,5UF, obtenemos un total de 3615UF, valor con el cual debemos trabajar para realizar nuestro proyecto de acondicionamiento térmico para los edificios en estudio.

### 4.3 PROPUESTAS DE SISTEMAS ACONDICIONAMIENTO TERMICO.

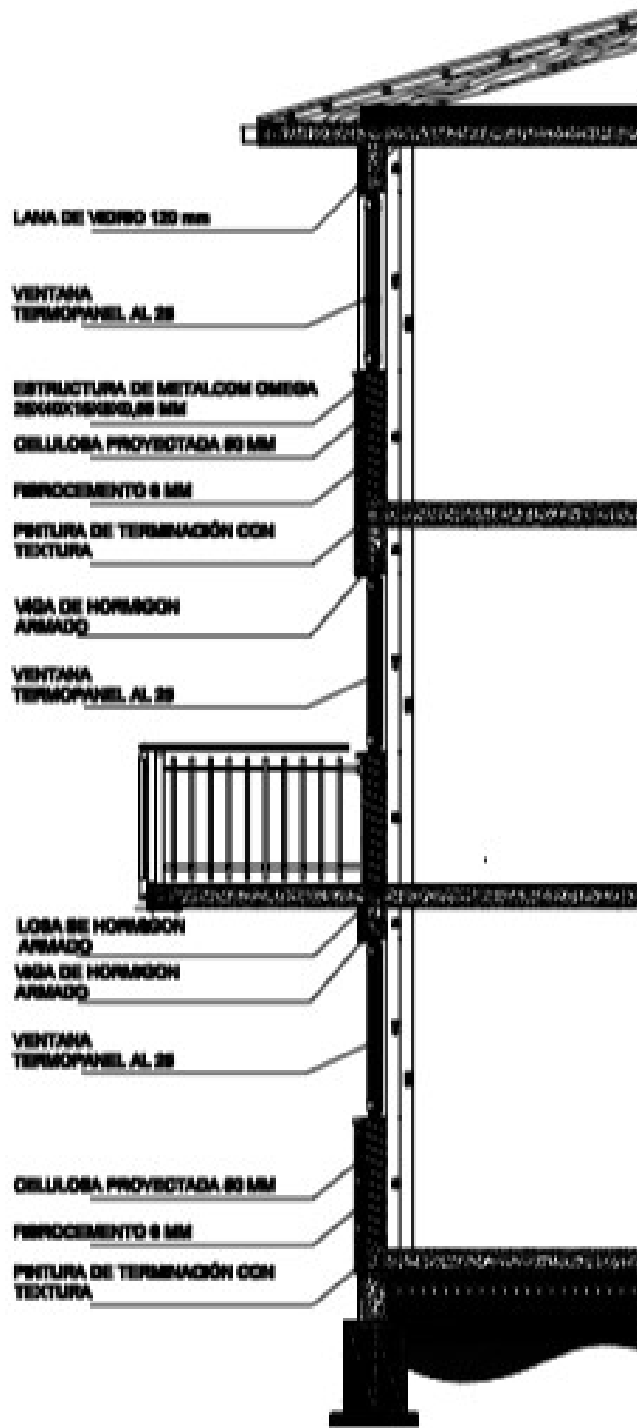


**Figura 4-1:** Alternativa N°1. Lana Mineral en Techo y Sistema EIFS en Muros.  
**Fuente:** Elaboración Personal.

**Tabla 4-3:** Presupuesto Alternativa N°1. Lana Mineral en Techo y Sistema EIFS en Muros.

ITEM	DESIGNACION	Un	Cant	Valor		
				Unitario		Total
1.0	Cubierta			UF	\$	
1.2	Lana Mineral 120 mm	m2	488,5	0,202 UF	\$8.039	98.677 UF
2.0	Muros					
2.1	Instalación de andamios (40 cuerpos)	día	120,0	1,860 UF	\$51.210	223,200 UF
2.2	Instalación de malla raschel en perímetro de andamios	m2	942,0	0,081 UF	\$2.225	76,114 UF
2.3	Preparación y limpieza de la superficie	m2	649,0	0,071 UF	\$1.941	45,755 UF
2.4	Revest. solución térmica exterior (Eifs) 80 mm	m2	649,0	1,009 UF	\$27.774	654,711 UF
2.5	Cambio de puerta de acceso	Un	30,0	4,567 UF	\$125.747	137,019 UF
2.6	Cambio de ventanas a Termo panel	m2	242,0	3,020 UF	\$83.147	730,840 UF
2.7	Instalación de extractor baño	Un	30,0	3,372 UF	\$ 92.832	101,154 UF
2.8	Instalación de extractor cocina	Un	30,0	4,155 UF	\$114.390	124,644 UF
2.9	Instalación de ventilaciones pasivas	Un	150,0	1,020 UF	\$ 28.083	153,000 UF
2.10	Instalación de celosía en puertas interiores	Un	90	0,418 UF	\$ 11.500	37,593 UF
2.11	Aseo general y entrega	gl	2	12,500 UF	\$344.150	25,000 UF
	<b>SUBTOTAL</b>					2.407.706 UF
	GASTOS GENERALES			10%		240.771 UF
	UTILIDADES			15%		361.156 UF
	<b>SUBTOTAL NETO</b>					3009.633 UF
	IVA			19%		571.830 UF
	<b>VALOR TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>3.581.46 UF</b>
				<b>Presupuesto disponible</b>		<b>3.615,0 UF</b>

**Fuente:** Elaboración Personal



**Figura 4-2:** Alternativa N°2. Lana de vidrio en techo y Celulosa proyectada en Muros

**Fuente:** Elaboración Personal.

**Tabla 4-4: Presupuesto Alternativa N°2. Lana de Vidrio en Techo y Celulosa  
Proyectada en Muros**

ITEM	DESIGNACION	Un	Cant	Valor		
				Unitario	\$	Total
<b>1,0</b>	<b>Cubierta</b>			UF	\$	
1.2	Lana de vidrio 120 mm	m2	488,5	0,162 UF	\$ 4.455	79,039 UF
<b>2.0</b>	<b>Muros</b>					
2.1	Instalación de andamios (40 cuerpos)	día	120,0	1,860 UF	\$ 51.210	223,200 UF
2.2	Instalación de malla raschel en perímetro de andamios	m2	942,0	0,081 UF	\$2.225	76,114 UF
2.3	Celulosa proyectada en muro 80 mm	m2	649,0	0,200 UF	\$5.506	129,800 UF
2.4	Revestimiento fibrocemento sobre celulosa	m2	649,0	0,932 UF	\$25.654	604,738 UF
2.5	Cambio de puerta de acceso	Un	30,0	4,567 UF	\$ 125.747	137,019 UF
2.6	Cambio de ventanas a Termopanel	m2	242,0	3,020 UF	\$ 83.147	730,840 UF
2.7	Instalación de extractor baño	Un	30,0	3,372 UF	\$ 92.832	101,154 UF
2.8	Instalación de extractor cocina	Un	30,0	4,155 UF	\$ 114.390	124,644 UF
2.9	Instalación de ventilaciones pasivas	Un	150,0	1,020 UF	\$28.083	153,000 UF
2.10	Instalación de celosía en puertas interiores	Un	90	0,418 UF	\$11.500	37,593 UF
2.11	Aseo general y entrega	gl	2	12,500 UF	\$ 344.150	25,000 UF
	<b>SUBTOTAL</b>					2.422,141 UF
	GASTOS GENERALES			10%		242,214 UF
	UTILIDADES			15%		363,321 UF
	<b>SUBTOTAL NETO</b>					3.027,676 UF
	IVA			19%		575,259 UF
	<b>VALOR TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>3.602,93 UF</b>
				<b>Presupuesto disponible</b>		<b>3.615,0 UF</b>

**Fuente:** Elaboración Personal.

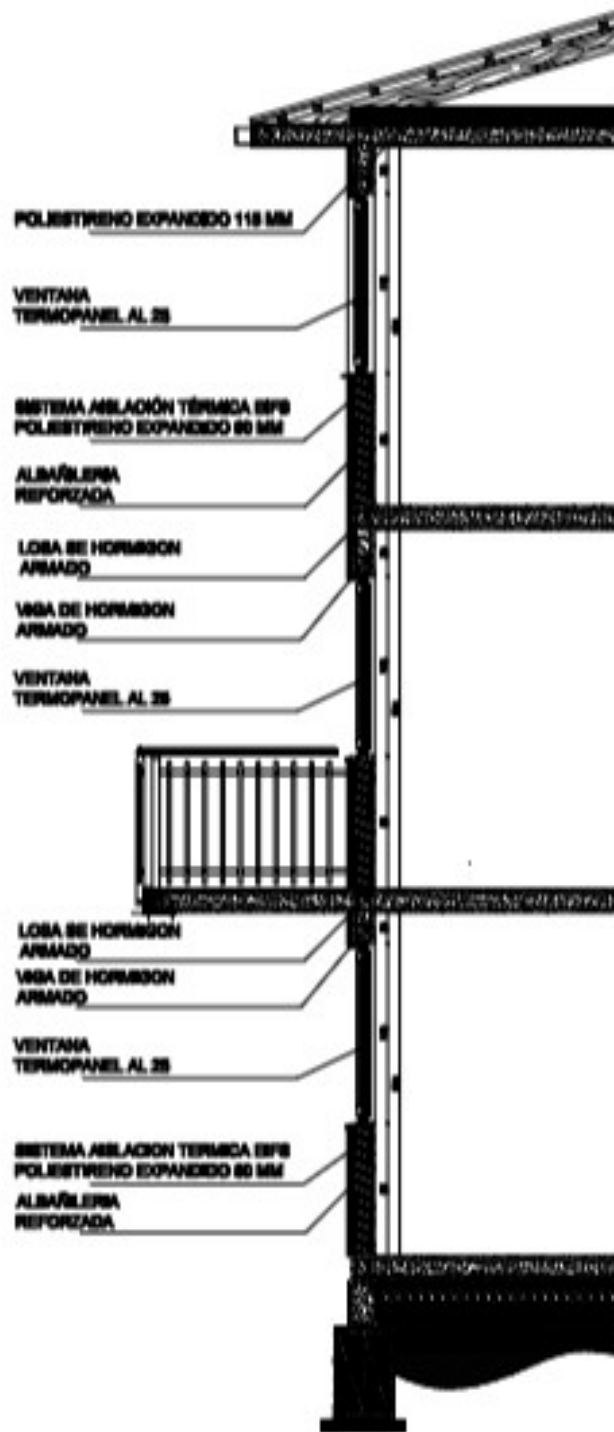


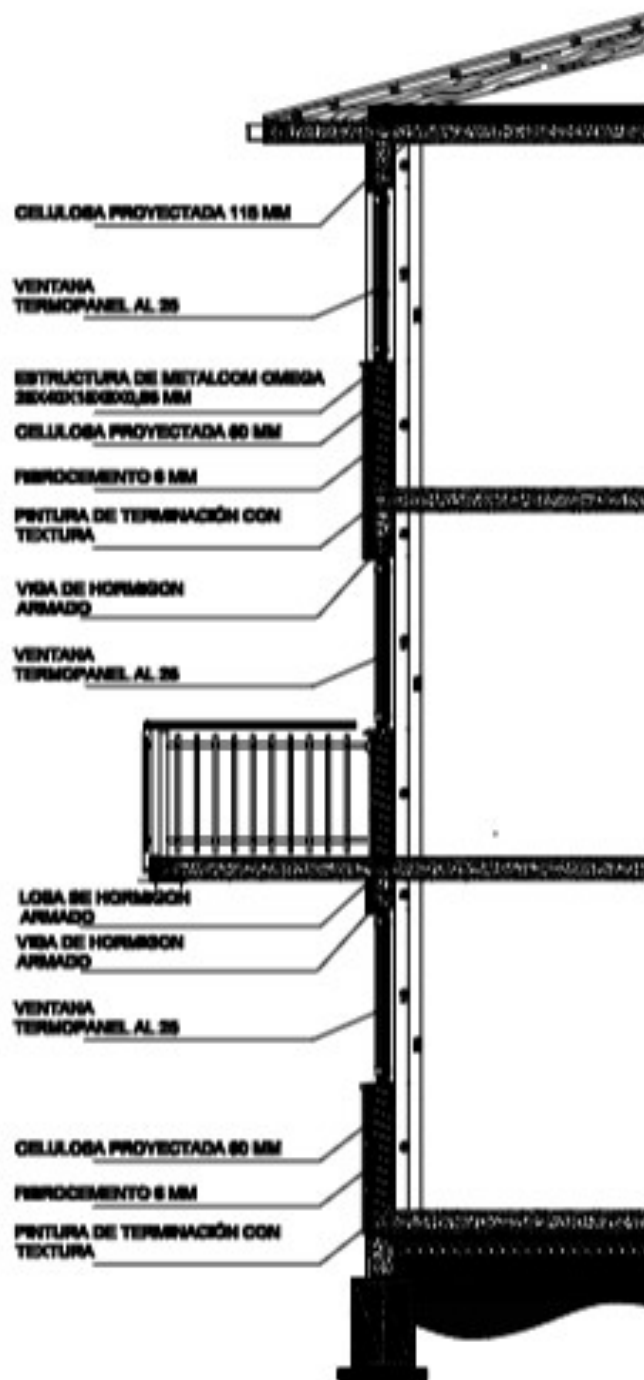
Figura 4-3: Alternativa N°3. Poliestireno Expandido en Techo y Sistema EIFS en Muros

Fuente: Elaboración Personal.

**Tabla 4-5:** Presupuesto Alternativa N°3. Poliestireno Expandido en Techo y Sistema EIFS en Muros

ITEM	DESIGNACION	Un	Cant	Valor		
				Unitario		Total
1,0	Cubierta			UF	\$	
1.2	Poliestireno expandido 115 mm	m2	488,5	0,198 UF	\$ 5.680	96.723 UF
2,0	Muros					
2.1	Instalación de andamios (40 cuerpos)	día	120,0	1,860 UF	\$ 51.210	223,200 UF
2.2	Instalación de malla raschel en perímetro de andamios	m2	942,0	0,081 UF	\$ 2.225	76,114 UF
2.3	Preparación y limpieza de la superficie	m2	649,0	0,071 UF	\$ 1.941	45,755 UF
2.4	Revest. solución térmica exterior (Eifs) 80 mm	m2	649,0	1,009 UF	\$ 27.774	654,711 UF
2.5	Cambio de puerta de acceso	Un	30,0	4,567 UF	\$125.747	137,019 UF
2.6	Cambio de ventanas a Termo panel	m2	242,0	3,020 UF	\$ 83.147	730,840 UF
2.7	Instalación de extractor baño	Un	30,0	3,372 UF	\$ 92.832	101,154 UF
2.8	Instalación de extractor cocina	Un	30,0	4,155 UF	\$114.390	124,644 UF
2.9	Instalación de ventilaciones pasivas	Un	150,0	1,020 UF	\$ 28.083	153,000 UF
2.10	Instalación de celosía en puertas interiores	Un	90	0,418 UF	\$ 11.500	37,593 UF
2.11	Asco general y entrega	gl	2	12,500UF	\$344.150	25,000 UF
	<b>SUBTOTAL</b>					<b>2.405.752 UF</b>
	GASTOS GENERALES			10%		<b>240,575 UF</b>
	UTILIDADES			15%		<b>360.863 UF</b>
	<b>SUBTOTAL NETO</b>					<b>3.007.190 UF</b>
	IVA			19%		<b>571.366 UF</b>
	<b>VALOR TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>3.578.56 UF</b>
				<b>Presupuesto disponible</b>		<b>3.615,0 UF</b>

**Fuente:** Elaboración Personal.



**Figura 4-4:** Alternativa N°4. Celulosa proyectada en Techo y Muros  
**Fuente:** Elaboración Personal.

**Tabla 4-6:** Presupuesto Alternativa N°4. Celulosa Proyectada en Techo y Muros.

ITEM	DESIGNACION	Un	Cant	Valor		
				Unitario		Total
1,0	Cubierta			UF	\$	
1.2	Celulosa proyectada 115 mm	m2	488,5	0,200 UF	\$ 5.500	97,593 UF
2.0	Muros					
2.1	Instalación de andamios (40 cuerpos)	día	120,0	1,860 UF	\$ 51.210	223,200 UF
2.2	Instalación de malla raschel en perímetro de andamios	m2	942,0	0,081 UF	\$ 2.225	76,114 UF
2.3	Celulosa proyectada en muro 85 mm	m2	649,0	0,200 UF	\$ 5.501	129,670 UF
2.4	Revestimiento fibrocemento sobre celulosa	m2	649,0	0,932 UF	\$ 25.654	604,738 UF
2.5	Cambio de puerta de acceso	Un	30,0	4,567 UF	\$125.747	137,019 UF
2.6	Cambio de ventanas a Termo panel	m2	242,0	3,020 UF	\$ 83.147	730,840 UF
2.7	Instalación de extractor baño	Un	30,0	3,372 UF	\$ 92.832	101,154 UF
2.8	Instalación de extractor cocina	Un	30,0	4,155 UF	\$114.390	124,644 UF
2.9	Instalación de ventilaciones pasivas	Un	150,0	1,020 UF	\$ 28.083	153,000 UF
2.10	Instalación de celosía en puertas interiores	Un	90	0,418 UF	\$ 11.500	37,593 UF
2.11	Aseo general y entrega	gl	2	6,250 UF	\$172.075	12,500 UF
	<b>SUBTOTAL</b>					<b>2.428,065UF</b>
	GASTOS GENERALES			10%		<b>242,806 UF</b>
	UTILIDADES			15%		<b>364,210 UF</b>
	<b>SUBTOTAL NETO</b>					<b>3.035,081UF</b>
	IVA			19%		<b>576,665 UF</b>
	<b>VALOR TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>3.611,75 UF</b>
				<b>Presupuesto disponible</b>		<b>3.615,0 UF</b>

**Fuente:** Elaboración Personal.

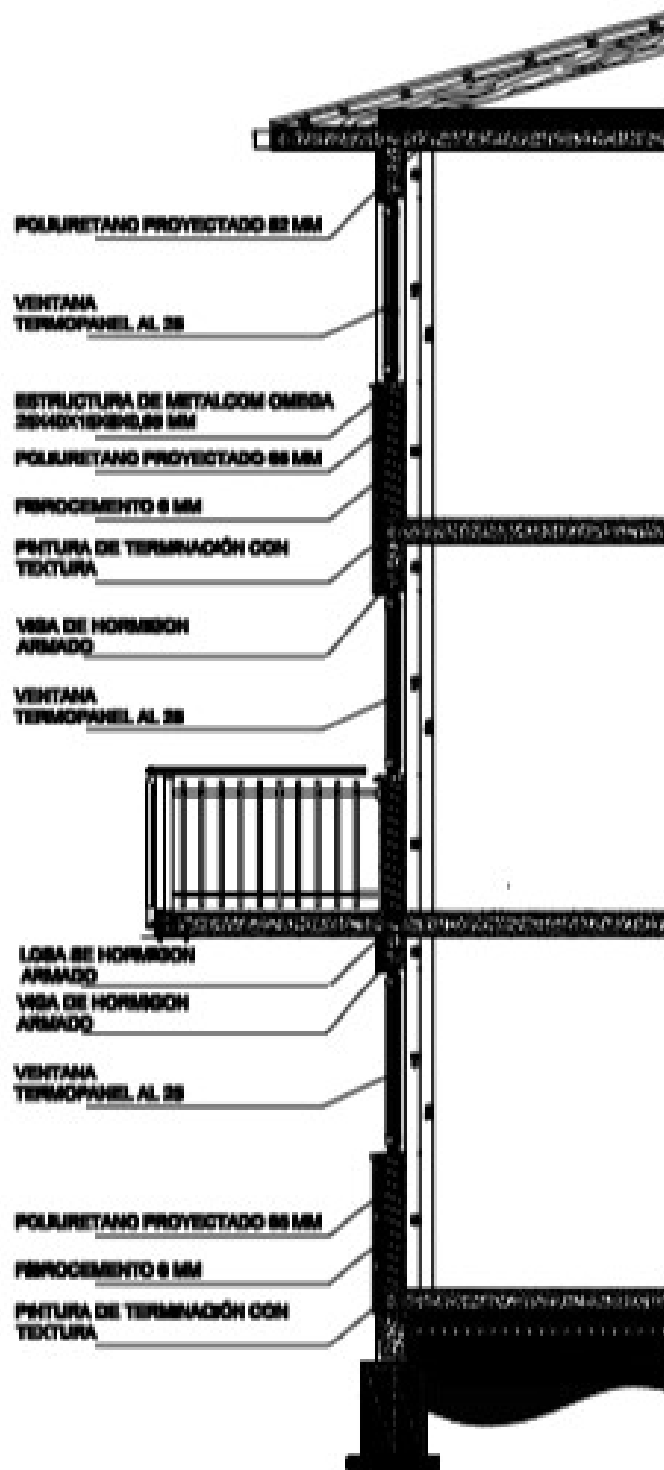


Figura 4-5: Alternativa N°5. Poliuretano Proyectado en Techo y Muros.

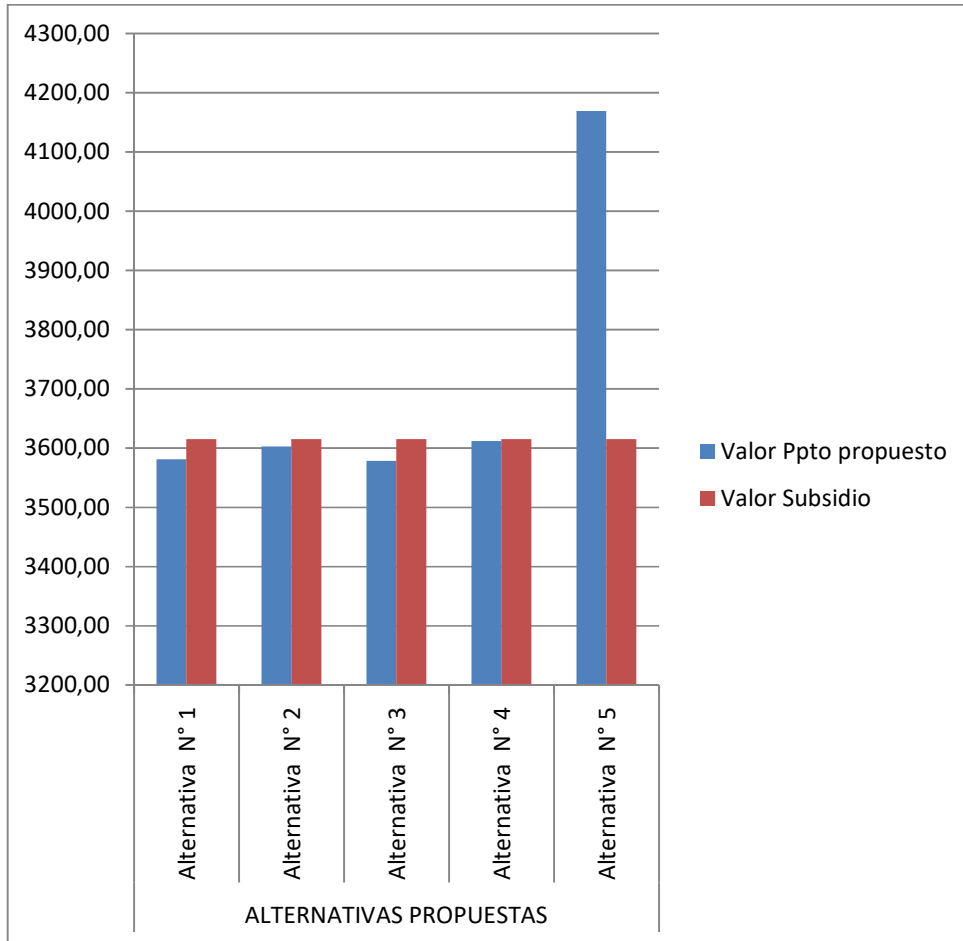
Fuente: Elaboración Personal.

**Tabla 4-7:** Presupuesto Alternativa N°5. Poliuretano Proyectado en Techo y Muros.

ITEM	DESIGNACION	Un	Cant	Valor		
				Unitario		Total
<b>1,0</b>	<b>Cubierta</b>			UF	\$	
1.2	Poliuretano proyectado 82 mm	m2	488,5	0,603 UF	\$ 16.602	294,566 UF
<b>2.0</b>	<b>Muros</b>					
2.1	Instalación de andamios (40 cuerpos)	día	120,0	1,860 UF	\$ 51.210	223,200 UF
2.2	Instalación de malla raschel en perímetro de andamios	m2	942,0	0,081 UF	\$ 2.225	76,114 UF
2.3	Poliuretano proyectado 65 mm	m2	649,0	0,454 UF	\$ 12.500	294,646 UF
2.4	Revestimiento fibrocemento sobre poliuretano	m2	649,0	0,932 UF	\$ 25.654	604,738 UF
2.5	Cambio de puerta de acceso	Un	30,0	4,567 UF	\$ 125.747	137,019 UF
2.6	Cambio de ventanas a Termo panel	m2	242,0	3,020 UF	\$ 83.147	730,840 UF
2.7	Instalación de extractor baño	Un	30,0	3,372 UF	\$ 92.832	101,154 UF
2.8	Instalación de extractor cocina	Un	30,0	4,155 UF	\$114.390	124,644 UF
2.9	Instalación de ventilaciones pasivas	Un	150,0	1,020 UF	\$ 28.083	153,000 UF
2.10	Instalación de celosía en puertas interiores	Un	90	0,418 UF	\$ 11.500	37,593 UF
2.11	Asco general y entrega	gl	2	12,500 UF	\$344.150	25,000 UF
	<b>SUBTOTAL</b>					<b>2.802,513 UF</b>
	GASTOS GENERALES			10%		<b>280,251 UF</b>
	UTILIDADES			15%		<b>420,377 UF</b>
	<b>SUBTOTAL NETO</b>					<b>3.503,142 UF</b>
	IVA			19%		<b>665,597 UF</b>
	<b>VALOR TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>4.168,74 UF</b>
				<b>Presupuesto disponible</b>		<b>3.615,0 UF</b>

**Fuente:** Elaboración Personal.

#### 4.3.1 Gráfico de Costo de las Soluciones Propuestas.



**Fuente:** Elaboración Personal.

#### 4.3.2 Resumen de Ventajas y Desventajas de Cada Alternativa propuesta.

ALTERNATIVAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Alternativa 1 (Lana mineral en techo y Eifs en muros)	-Es una combinación bastante usada. -Técnicamente cumple bien, y es de fácil instalación	-Económicamente queda sobre el presupuesto, (por poco). -La lana mineral pierde espesor con el paso del tiempo y quedan puentes térmicos al no tener una buena supervisión durante su instalación. -Con la humedad pierde capacidad de aislación. -El poliestireno produce gases tóxicos al ser quemado.
Alternativa 2 (Lana de vidrio en techo y Eifs en muros)	-Está dentro del presupuesto disponible, -Es una combinación bastante usada, técnicamente cumple bien, y es de fácil instalación	-La lana de vidrio pierde espesor con el paso del tiempo y quedan puentes térmicos. -El poliestireno produce gases tóxicos al ser quemado.
Alternativa 3 (Poliestireno en techo y Eifs en muros)	-Está dentro del presupuesto disponible - Es una combinación bastante usada, técnicamente cumple bien. -Es de fácil instalación. -Es ignífugo.	-El poliestireno que se instala en el techo deja muchos puentes térmicos por la rigidez de sus planchas, ante un incendio produce gases tóxicos.
Alternativa 4 (Celulosa proyectada en techo y muros)	-Está dentro del presupuesto. -Es un producto que cubre todos los espacios, evitando los puentes térmicos. -Su materia prima es 85% reciclada.	-Para su instalación se necesita equipo y mano de obra especializada.
Alternativa 5 (Poliuretano proyectado en techo y muros)	-Técnicamente es muy eficiente, ya que cubre todos los espacios evitando puentes térmicos	-Económicamente esta fuera del presupuesto disponible, muy por sobre el resto. -Se necesita equipo y mano de obra especializada para su instalación. -Produce gases tóxicos al ser quemado.

**Fuente:** Elaboración Personal.

## CONCLUSIONES.

Conforme a la investigación realizada al artículo 4.1.10 de la Ordenanza Chilena de Urbanismo y Construcción, que regula las exigencias para el acondicionamiento térmico de las viviendas en nuestro país, se puede concluir que las exigencias que ahí se plantean son los requerimientos **mínimos** que se deben respetar, no obstante cada mandante puede exigir valores de resistencia térmica de los elementos (muros, pisos ventilados y techumbres) mayores a los ahí estipulados, como es el caso de las exigencias que se plantea en la resolución 2880 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, para condominios sociales que postulen a proyectos de acondicionamiento térmico.

Según el levantamiento realizado a los block 514 y 518 de la población candelaria de la comuna de San Pedro de la Paz, se observa que al ser edificaciones de casi 40 años de antigüedad, presentan deterioros considerables que afectan la calidad de vida de sus habitantes, además al no contar con un sistema de aislación térmica, la oscilación de temperatura es alta, puesto que la resistencia térmica que presentan sus elementos (muros y techumbre) al paso del calor es muy baja en comparación a lo exigido por la normativa que regula estas exigencias en nuestro país.

En el mercado hoy en día se puede encontrar una gran variedad de materiales que pueden ser usados como aislantes térmicos, sin embargo para cada proyecto es necesario evaluar cuál sería la mejor opción ya que es importante considerar, no sólo el tema económico, sino también otros factores tales como su funcionalidad, su relación con el medio ambiente, etc. Hoy en día un factor muy importante a considerar es ¿cuán contaminante puede ser un producto?, considerando desde su etapa de fabricación, pasando por el periodo en que cumple su vida útil y posteriormente lo que se puede hacer cuando es desechado como residuo o basura,

por lo cual es necesario recabar la mayor información posible a la hora de definir que aislante térmico utilizar.

De las cinco alternativas expuestas, la que mejor cumple con los objetivos mencionados, es la alternativa N° 4, “Celulosa Proyectada”. Esta alternativa está dentro del presupuesto, cumple con los requisitos técnicos exigidos por la normativa vigente para este tipo de proyectos y es un producto elaborado con alrededor de un 85% de material reciclado, y a la vez es ignífugo.

Finalmente podemos decir que los propietarios de viviendas sociales que no cuenten con recursos propios para reparar sus viviendas, pueden optar a subsidios otorgados por el Estado destinado para este objetivo.

De acuerdo a los análisis realizados, se deduce que se puede mejorar considerablemente las viviendas, cumpliendo cabalmente los estándares exigidos para este tipo de proyectos, mejorando con ello su calidad de vida.

## **BIBLIOGRAFIA**

ATEPA, Asociación Técnica del poliuretano Aplicado, Madrid marzo 2016, Libro blanco del Poliuretano

Instituto Nacional de Normalización, (Chile) Acondicionamiento térmico – Envoltura térmica de edificios – Cálculo de resistencias y transmitancia térmica (Norma NCh. 853 of. 2007)

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Chile) 2006. Manual de Aplicación Reglamentación Térmica - Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones Artículo 4.1.10.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Chile). 2006. Decreto supremo 255, Reglamenta la aplicación del Programa de Protección al Patrimonio Familiar.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Chile). Mayo 2016. Resolución 2880, Aprueba documentos, tablas y estándares técnicos para el desarrollo de proyectos de acondicionamiento térmico, para proyectos de condominios de viviendas sociales.

SARMIENTO Pedro, Energía Solar en Arquitectura y construcción; primera edición. Santiago. 2007 RIL Editores.

AISLACION de Celulosa- Aislante térmico y absorbente acústico de Celulosa, obtenido de <http://www.especificar.cl/fichas/aislante-de-celulosa>

ESPECIFICAR, Ficha técnica de lana de Vidrio, obtenida de  
<http://www.especificar.cl/fichas/lana-mineral>

ESPECIFICAR, Ficha técnica de lana Mineral, obtenida de  
<http://www.especificar.cl/fichas/lana-de-vidrio-aislanglas>

## ANEXOS

### 1-1 Análisis de Precios Unitarios de Lana Mineral.

<b>LANA MINERAL 120 MM (20KG/M3)</b>	<b>UN</b>	<b>Cant</b>	<b>V. Unit</b>	<b>V. Total</b>
Lana de vidrui 120 mm	m2	1,00	0,168 UF	0,168 UF
Perdidas	%	0,05	0,156 UF	0,008 UF
Jornal	HD	0,05	0,406 UF	0,020 UF
Leyes sociales	%	0,30	0,020 UF	0,006 UF
<b>VALOR UNITARIO PARTIDA</b>			<b>M2</b>	<b>0,202 UF</b>

### 1-2 Análisis de Precios Unitarios de Poliestireno Expandido

<b>POLIESTIRENO EXPANDIDO 115 MM.</b>	<b>UN</b>	<b>Cant</b>	<b>V. Unit</b>	<b>V. Total</b>
Poliestireno expandido 115 mm	m2	1,05	0,159 UF	0,167 UF
Perdidas	%	0,03	0,154 UF	0,005 UF
Jornal	HD	0,05	0,406 UF	0,020 UF
Leyes sociales	%	0,3	0,020 UF	0,006 UF
<b>VALOR UNITARIO PARTIDA</b>			<b>M2</b>	<b>0,198 UF</b>

### 1-3 Análisis de Precios Unitarios de Lana De Vidrio

<b>LANA DE VDRIO 120 MM (40KG/M3)</b>	<b>UN</b>	<b>Cant</b>	<b>V. Unit</b>	<b>V. Total</b>
Lana mineral 120 mm ( 40kg/m3)	m2	1,00	0,128 UF	0,128 UF
Perdidas	%	0,05	0,156 UF	0,008 UF
Jornal	HD	0,05	0,406 UF	0,020 UF
Leyes sociales	%	0,30	0,020 UF	0,006 UF
<b>VALOR UNITARIO PARTIDA</b>			<b>M2</b>	<b>0,162 UF</b>

1-4 Análisis de Precios Unitarios de Andamios.

<b>ANDAMIOS</b>	<b>UN</b>	<b>Cant</b>	<b>V. Unit</b>	<b>V. Total</b>
Arriendo de andamios (40 cuerpos)	día	1	0,7430 UF	0,7430 UF
Fletes	un	1	0,0370 UF	0,0370 UF
Maestro	HD	0,6	0,8660 UF	0,5196 UF
Ayudante	HD	0,6	0,5180 UF	0,3108 UF
Leyes sociales	%	0,3	0,8304 UF	0,2491 UF
<b>VALOR UNITARIO PARTIDA</b>			<b>DIA</b>	<b>1,860 UF</b>

1-5 Análisis de Precios Unitarios Instalación de Malla Raschel Sobre Andamios.

<b>INSTALACION DE MALLA RASCHEL SOBRE ANDAMIOS</b>	<b>UN</b>	<b>Cant</b>	<b>V. Unit</b>	<b>V. Total</b>
Malla raschel	m2	1	0,055 UF	0,055 UF
Jornal	HD	0,05	0,406 UF	0,020 UF
Leyes sociales	%	0,3	0,020 UF	0,006 UF
<b>VALOR UNITARIO PARTIDA</b>			<b>UN</b>	<b>0,081 UF</b>

1-6 Análisis de Precios Unitarios de Revest. Solución Térmica Exterior

<b>REVEST. SOLUCIÓN TÉRMICA EXTERIOR (EIFS)</b>	<b>UN</b>	<b>Cant</b>	<b>V. Unit</b>	<b>V. Total</b>
Plancha poliestireno expandido 80 mm	m2	1,05	0,285 UF	0,299 UF
Pegamento para poliestireno	kg	3,6	0,033 UF	0,119 UF
Malla fibra de vidrio	m2	1,05	0,034 UF	0,035 UF
Pintura texturada	m2	0,075	0,205 UF	0,015 UF
Maestro	HD	0,3	0,866 UF	0,260 UF
Ayudante	HD	0,3	0,518 UF	0,155 UF
Leyes Sociales	%	0,3	0,415 UF	0,125 UF
<b>VALOR UNITARIO PARTIDA</b>			<b>M2</b>	<b>1,009 UF</b>

1-7 Análisis de Precios Unitarios de Ventana de Aluminio Termopanel

<b>VENTANA ALUMINIO TERMOPANEL</b>	<b>UN</b>	<b>Cant</b>	<b>V. Unit</b>	<b>V. Total</b>
Ventana termopanel	n°	1	2,356 UF	2,356 UF
Tornillo roscalata	n°	12	0,002 UF	0,024 UF
Tarugo 6 mm	n°	12	0,000 UF	0,005 UF
Silicona neutra	n°	0,6	0,068 UF	0,041 UF
Perdidas	%	0,03	1,815 UF	0,054 UF
Carpintero	HD	0,3	0,866 UF	0,260 UF
Ayudante	HD	0,3	0,518 UF	0,155 UF
Leyes sociales	%	0,3	0,415 UF	0,125 UF
<b>VALOR UNITARIO PARTIDA</b>			<b>M2</b>	<b>3,020 UF</b>

1-8 Análisis de Precios Unitarios de Puerta Acceso Ancho

<b>PUERTA ACCESO ANCHO 80 cm</b>	<b>UN</b>	<b>Cant</b>	<b>V. Unit</b>	<b>V. Total</b>
Puerta pino Oregón 80 x 200 cm	n°	1	1,8260 UF	1,8260 UF
Bisagra 3 1/2" x 3 1/2"	n°	3	0,0850 UF	0,2550 UF
Marco puerta de madera	n°	1	0,3790 UF	0,3790 UF
Tarugo clavo	n°	10	0,0070 UF	0,0700 UF
Cerradura	n°	1	0,9800 UF	0,9800 UF
Carpintero	HD	0,7	0,8660 UF	0,6062 UF
Ayudante	HD	0,4	0,5180 UF	0,2072 UF
Leyes Sociales	%	0,3	0,8134 UF	0,2440 UF
<b>VALOR UNITARIO PARTIDA</b>			<b>UN</b>	<b>4,567 UF</b>

1-9 Análisis de Precios Unitarios de Extractor Baño

<b>EXTRACTOR BAÑO</b>	<b>UN</b>	<b>Cant</b>	<b>V. Unit</b>	<b>V. Total</b>
Extractor de aire 95 m3/hr	n°	1	0,799 UF	0,799 UF
Cañón galvanizado 4"	m	2	0,099 UF	0,198 UF
Gorro chino 4"	n°	1	0,088 UF	0,088 UF
Manta galvanizada	n°	1	0,099 UF	0,099 UF
Silicona neutra	pomo	0,25	0,068 UF	0,017 UF
Alambre Ny A 1,5 mm	m	18	0,002 UF	0,036 UF
Electricista + Ayudante	HD	1,1	1,493 UF	1,642 UF
Leyes Sociales	%	0,3	1,642 UF	0,493 UF
<b>VALOR UNITARIO PARTIDA</b>			<b>UN</b>	<b>3,372 UF</b>

1-10 Análisis de Precios Unitarios de Extractor Cocina

<b>EXTRACTOR COCINA</b>	<b>UN</b>	<b>Cant</b>	<b>V. Unit</b>	<b>V. Total</b>
Extractor de aire 180 m3/hr	n°	1	0,888 UF	0,888 UF
Timer análogo	n°	1	0,242 UF	0,242 UF
Cañón galvanizado 5"	m	2	0,310 UF	0,620 UF
Gorro chino 5"	n°	1	0,088 UF	0,088 UF
Manta galvanizada	n°	1	0,093 UF	0,093 UF
Silicona neutra	pomo	0,25	0,068 UF	0,017 UF
Alambre NyA 1,5 mm	m	25	0,003 UF	0,073 UF
Electricista + Ayudante	HD	1,1	1,493 UF	1,642 UF
Leyes sociales	%	0,3	1,642 UF	0,493 UF
<b>VALOR UNITARIO PARTIDA</b>				<b>4,155 UF</b>

1-11 Análisis de Precios Unitarios de Inst. de Celosías en Puertas Int.

<b>INSTALACION DE CELOSÍAS EN PUERTAS INTERIORES</b>	<b>UN</b>	<b>Cant</b>	<b>V. Unit</b>	<b>V. Total</b>
Celosía de madera 20 x 30 cm	m2	1	0,301 UF	0,301 UF
Perdidas	%	0,03	0,154 UF	0,005 UF
Maestro	HD	0,1	0,866 UF	0,087 UF
Leyes sociales	%	0,3	0,087 UF	0,026 UF
<b>VALOR UNITARIO PARTIDA</b>			<b>UN</b>	<b>0,418 UF</b>

1-12 Análisis de Precios Unitarios de Inst. de Ventilaciones Pasivas

<b>INSTALACION DE VENTILACIONES PASIVAS</b>	<b>UN</b>	<b>Cant</b>	<b>V. Unit</b>	<b>V. Total</b>
Poliestireno expandido 115 mm	m2	1,05	0,159 UF	0,167 UF
Perdidas	%	0,03	0,154 UF	0,005 UF
Jornal	HD	0,05	0,406 UF	0,020 UF
Leyes sociales	%	0,3	0,020 UF	0,006 UF
<b>VALOR UNITARIO PARTIDA</b>			<b>UN</b>	<b>0,198 UF</b>

1-13 Análisis de Precios Unitarios de Revest. De Fibrocemento Sobre Aislación

<b>REVESTINIEN TO DE FIBROCEMENTO SOBRE AISLACION</b>	<b>UN</b>	<b>Cant</b>	<b>V. Unit</b>	<b>V. Total</b>
Perfil metalcom omega 35x38x15x8x0,85x3	un	1	0,240 UF	0,240 UF
Fibrocemento 6 mm	pla	0,35	0,414 UF	0,145 UF
Tarugo clavo 8 x 3"	un	24	0,007 UF	0,168 UF
Tornillo autoperforante 6 x 1"	un	36	0,001 UF	0,036 UF
Cinta de vidrio para uniones	rollo	0,02	0,069 UF	0,001 UF
Pintura Texturada	tineta	0,104	0,907 UF	0,094 UF
Insumos	%	0,08	0,486 UF	0,039 UF
Maestro	día	0,15	0,866 UF	0,130 UF
Ayudante	día	0,15	0,518 UF	0,078 UF
Leyes Sociales	%	0%	0,312 UF	0,001 UF
<b>VALOR UNITARIO PARTIDA</b>			<b>M2</b>	<b>0,932 UF</b>

2-1 Cotización Celulosa Proyectada



AT 016631

Santiago 05 de Noviembre de 2018

**Ingeniería en Construcción y Mantenimiento Vial**

Ref: Aislación Térmica y Acústica

76.685.934-8

[www.cerkuzingenieria.cl](http://www.cerkuzingenieria.cl)

Sr. Marco Herrera

Presente:

De nuestra consideración:

Por medio de la presente, hacemos entrega de nuestro presupuesto de acondicionamiento térmico y acústico para la obra en referencia.

**Aislación Térmica y Acústica**

ITE	R100	Espesor	M2	Valor M2	Valor Neto	Total Neto
Sobre cielo falso	282	120	400	5.500	2.200.000	2.200.000
						0
				NETO		2.200.000
				IVA		418.000
				TOTAL		2.618.000

Condiciones Comerciales:

Pago: Transferencia electrónica por el 50% del valor total antes de la ejecución del trabajo, saldo al término del trabajo de aislación

**Patricio Kuzmicić Cid**  
Ventas Técnicas  
[cerkuzingenieria@gmail.com](mailto:cerkuzingenieria@gmail.com)

2-2 Cotización Poliuretano Projectado



AISLACIONES TÉRMICAS EN POLIURETANO  
 SANTIAGO FONOS: 22 - 749 1841 / 22 - 748 2988

Presupuesto N°	8231
Fecha	09-10-2018
Garantía	2 AÑOS

www.aislapur.cl

Razón Social	MARCO HERRERA FREDES
Atención Srta. Sr	MARCO HERRERA FREDES
Ciudad o Comuna	SAN PEDRO DE LA PAZ
OBRA	AISLACIÓN TÉRMICA CON POLIURETANO PROYECTADO , APLICADO EN VMENDA

Referencia Aislación Térmica

Materias Primas	AROBASE BV 425
Sistema	PROYECCIÓN
Densidad	36-38 KGS/M3

**IMPORTANTE: LOS ESPESORES SON NOMINALES TENIENDO UNA TOLERANCIA DE +- 5 MM., FAVOR CONSIDERAR**

información a considerar: \*\*\* LAS SUPERFICIES NO LISAS, DEBE CONSIDERARSE SU DESARROLLO

\*\*\* CONSIDERAR UN 10% POR PERDIDAS \*\*\* VALOR SUJETO A MEDICIÓN

Superficie Aprox	150 M2 MUROS	150 M2 TECHO		
Espesor Nominal +- 5	65 MM	80 MM		
Valor M2	\$ 12.500 + IVA	\$ 16.600 + IVA		

Condiciones de Pago	CONTADO
Vencimiento	20 DIAS
Tiempo de Ejecución	3 DIAS
Disponibilidad	A. PROGRAMAR

EL PRESUPUESTO CONSIDERA:

- Transporte de los Equipos - Transporte de las Materias Primas - Elementos de seguridad - Alimentación

Atentamente  
 José Cabeza Villagrán  
 AISLA - PUR